

ΥΠΥΜΕΔΙ
Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων
Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας

Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ)

Τεύχος 10
Μέρος 2: Κόμβοι Κυκλικής Κίνησης (ΟΜΟΕ – Κ³)



ΣΧΕΔΙΟ

Σεπτέμβριος 2012 - Έκδοση 2

Σύμβουλος: **NAMA Σύμβουλοι Μηχανικοί & Μελετητές ΑΕ**

Περιεχόμενα

0.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	iv
1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	1
1.1	Χαρακτηριστικά Στοιχεία Κόμβου Κυκλικής Κίνησης.....	3
1.2	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Κόμβων Κυκλικής Κίνησης	7
1.3	Κατηγορίες Κόμβων Κυκλικής Κίνησης (Κ ³).....	11
1.3.1	Κομβίδια κυκλικής κίνησης (Mini Roundabouts)	12
1.3.2	Αστικοί συνεπτυγμένοι (Urban Compact).....	18
1.3.3	Αστικοί 1 λωρίδας	18
1.3.4	Αστικοί 2 λωρίδων.....	18
1.3.5	Υπεραστικοί 1 λωρίδας	18
1.3.6	Υπεραστικοί 2 λωρίδων	19
1.4	Εφαρμογή Κ ³ σε Ανισόπεδους Κόμβους.....	19
1.5	Διαδικασία Επιλογής ως Λύσης της Μορφής Κ ³	22
1.6	Εφαρμογή Κ ³ σε Ισόπεδες Διασταυρώσεις Τροchioδρόμων	24
1.7	Βήματα Σχεδιασμού Κόμβων Κυκλικής Κίνησης.....	26
1.8	Γενικές Συστάσεις Σχεδιασμού Κόμβων Κυκλικής Κίνησης	28
2.	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	28
2.1	Όχημα Σχεδιασμού	28
2.2	Στοιχεία Σχεδιασμού	29
2.3	Πλάτος Δακτυλίου	33
2.4	Αριθμός Λωρίδων Δακτυλίου Κυκλοφορίας και Εισόδων/Εξόδων	34
2.5	Διάταξη Κλάδων Πρόσβασης.....	36
2.6	Γωνίες μεταξύ Σκελών.....	37
2.7	Είσοδοι Δακτυλίου Κυκλοφορίας.....	39
2.8	Έξοδοι Δακτυλίου Κυκλοφορίας.....	42
2.9	Έλεγχος Πορείας Οχημάτων.....	43
2.10	Σπειροειδής Λειτουργία Δακτυλίου Κυκλοφορίας (Σπειροειδής Κ ³)	45
2.11	Διαμόρφωση Αποκλειστικών Λωρίδων Δεξιάς Στροφής	47
2.12	Υψομετρική Διαμόρφωση και Αποχέτευση Καταστρώματος Κ ³	51
2.13	Κράσπεδα – Οδόστρωμα – Νησίδες – Ορατότητα.....	52

2.13.1	Κράσπεδα	52
2.13.2	Οδόστρωμα	52
2.13.3	Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας	53
2.13.4	Νησίδα διαχωρισμού	54
2.14	Ορατότητα	56
2.15	Πεζοδιαβάσεις	60
2.16	Οδοφωτισμός σε Κ ³	63
2.17	Αισθητική	67
2.18	Ειδικές Διαμορφώσεις Κόμβων Κυκλικής Κίνησης	69
3.	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ	82
3.1	Οριζόντια Σήμανση	82
3.2	Μέτρα Ρύθμισης Ταχύτητας Προσέγγισης	85
3.3	Κατακόρυφη Σήμανση	88
4.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	91
4.1	Συλλογή Δεδομένων	91
4.2	Ανάλυση Χωρητικότητας	95
4.3	Ανάλυση Καθυστερήσεων	99
4.4	Ανάλυση Ταχυτήτων	102
5.	ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ	106
5.1	Γενικά	106
5.2	Τύποι και Περιπτώσεις Ατυχημάτων	106
5.3	Εκτίμηση Αριθμού Ατυχημάτων σε Επίπεδο Διασταύρωσης	110
5.4	Εκτίμηση Αριθμού Ατυχημάτων σε Επίπεδο Πρόσβασης	112
5.5	Προσαρμογή Εκτίμησης Αριθμού Ατυχημάτων σε Επίπεδο Πρόσβασης Ανάλογα με Χαρακτηριστικά του Κόμβου	115

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Υπόδειγμα Ελέγχου Στάθμης Εξυπηρέτησης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Παραδείγματα κατασκευασμένων Κ³

Ομάδα Συμβούλου

Κώστας Κουρέτας, Πολ. Μηχανικός, MSc – Συγκοινωνιολόγος

Ελένη Χατζηδάμου, Τοπ. Μηχανικός

Δημήτρης Κάτσιος, Τοπ. Μηχανικός – Συγκοινωνιολόγος

Γεώργιος Σοϊλεμέζογλου, Τοπ. Μηχανικός – Συγκοινωνιολόγος

Αιμιλία Χατζηβασιλείου, Γραμματέας – Βοηθός Διοίκησης (SCMA)

Δήλωση Διασφάλισης Ποιότητας

Με τις παρούσες ΟΜΟΕ παρέχονται υψηλής ποιότητας πληροφορίες υπό μορφή οδηγιών, που έχουν στόχο την υποστήριξη της ακεραιότητας των διαδικασιών εκπόνησης άρτιων μελετών για την οδική υποδομή της χώρας.

Η ομογενής και τυποποιημένη, κατά το δυνατόν, διατύπωση προτύπων, πρακτικών, πολιτικών και εν γένει οδηγιών, που πρέπει να εφαρμόζονται καθολικά κατά το σχεδιασμό υλοποίησης οδικών έργων, μπορεί να διασφαλίσει και μεγιστοποιήσει την ποιότητα, την αντικειμενικότητα, τη χρηστικότητα, καθώς και την αρτιότητα των μελετών, με τις οποίες μπορεί να βελτιωθούν οι υφιστάμενες και να κατασκευαστούν βελτιωμένες οι νέες οδικές υποδομές.

Παράλληλα θεωρείται ότι, η περαιτέρω βελτίωση των ΟΜΟΕ μπορεί να επιτυγχάνεται συνεχώς, με τη συνεισφορά παρατηρήσεων από τις εμπλεκόμενες Υπηρεσίες της ΓΓΔΕ/ΥΠΥΜΕΔΙ, αλλά και εν γένει από την ευρύτερη επιστημονική κοινότητα του τομέα μελέτης/κατασκευής έργων οδικής υποδομής. Επίσης, η παρακολούθηση και η ενσωμάτωση στις ΟΜΟΕ των αποτελεσμάτων των εξελίξεων στον υπόψη τομέα διεθνώς, εντάσσεται στους στόχους διαρκούς βελτίωσης των ΟΜΟΕ. Τέλος δηλώνεται ότι, οι αναμενόμενες παρατηρήσεις και σχόλια είναι βέβαιο πως αμέσως ή εμμέσως θα είναι εποικοδομητικές, επειδή θα βοηθήσουν στη βελτίωση των ΟΜΟΕ, είτε με αναγκαίες διορθώσεις και συμπληρώσεις, είτε ακόμη και στην αποκατάσταση ενδεχομένως παρερμηνειών, λόγω μη ορθής κατανόησης εξαιτίας αδυναμιών στις διατυπώσεις των εκάστοτε ζητημάτων.

0. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Οι παρούσες Οδηγίες, στις οποίες εμπεριέχονται οδηγίες σχεδιασμού, γενικές απαιτήσεις ποιότητας υλικών, καθώς και επεξηγήσεις κατασκευής έργων, θα χρησιμοποιούνται ως απαίτηση ποιότητας σε έργο που περιλαμβάνει σχεδιασμό Ισόπεδων Κόμβων Κυκλικής Κίνησης (Κ³).

Η εκάστοτε αρμόδια Ελληνική Υπηρεσία επιτρέπεται να εγκρίνει και άλλα υλικά διαφορετικά από τα τυχόν αναφερόμενα στο παρόν τεύχος, εφόσον με αυτά επιτυγχάνεται τουλάχιστον η ίδια συνολικά οικονομία και λειτουργικότητα. Και σε αυτές τις περιπτώσεις η Υπηρεσία θα εφαρμόζει τη νομοθεσία περί προμηθειών λαμβάνοντας υπόψη τα σχετικά πρότυπα ΕΝ.

Προϊόντα παραγόμενα σε άλλες χώρες

Προϊόν κατασκευαζόμενο σε κράτος Μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ή σε άλλα κράτη συμβεβλημένα στη Συμφωνία της 2ας Μαΐου 1992 για τον Ευρωπαϊκό Οικονομικό Χώρο και την Τουρκία, θεωρείται ότι συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις ποιότητας που περιέχονται στο παρόν δημοσίευμα, υπό τους εξής όρους:

- Οι δοκιμές και έλεγχοι στη χώρα παραγωγής έχουν γίνει με τις μεθόδους και τις απαιτήσεις που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα, ή σύμφωνα με οποιεσδήποτε άλλες μεθόδους και απαιτήσεις, οι οποίες δίνουν αντίστοιχου επιπέδου ποιότητα και ασφάλεια, ενώ τα αποτελέσματα αυτών αποδεικνύουν ότι πληρούνται οι απαιτήσεις που έχουν καθορισθεί γι' αυτό το προϊόν.
- Οι φορείς, που διεξάγουν τις δοκιμές και τους ελέγχους και πιστοποιούν τα αποτελέσματα αυτών, είναι αναγνωρισμένοι στη χώρα παραγωγής για τέτοιους ελέγχους. Οι εν λόγω προϋποθέσεις θεωρείται ειδικότερα ότι έχουν εκπληρωθεί, όταν οι φορείς είναι εγκεκριμένοι για αυτό το σκοπό, σύμφωνα με το άρθρο 16 της οδηγίας 89/106/ΕΟΚ της 21ης Δεκεμβρίου 1988, όπως τροποποιήθηκε με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1882/2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Σεπτεμβρίου 2003.

Το παρόν δημοσίευμα κοινοποιείται σύμφωνα με την 98/34/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου, όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία 98/48/ΕΚ.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΟΡΙΣΜΟΙ

Η υιοθέτηση των Κόμβων Κυκλικής Κίνησης (Κ³) καθιερώνεται διεθνώς όλο και περισσότερο, ενώ αυτοί αντικαθιστούν αποτελεσματικά και τους σηματοδοτούμενους ισόπεδους κόμβους. Η διαμόρφωση αυτών των κόμβων επιφέρει την επιβράδυνση των οχημάτων κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας και περιορίζει τη ροή κυκλοφορίας μόνο προς μια κατεύθυνση, ενώ απαλείφει σημαντικό αριθμό πιθανών σημείων σύγκρουσης (σημεία εμπλοκής), τόσο μεταξύ οχημάτων, όσο και μεταξύ οχημάτων και πεζών σε αστικές και περιαστικές περιοχές. Ειδικά η νησίδα διαχωρισμού, που προβλέπεται πάντα στις οδούς πρόσβασης στο σημείο προσέγγισης του δακτυλίου κυκλοφορίας, παρέχει περισσότερη ασφάλεια στους πεζούς. Η νησίδα διαχωρισμού προσφέρει καταφύγιο στους πεζούς, ώστε να διασχίσουν το οδόστρωμα της κάθε κατεύθυνσης κυκλοφορίας με δυνατότητα ενδιάμεσης στάσης, σε σχετικά ασφαλή θέση. Η μορφή των εν λόγω κόμβων γίνεται συνεχώς δημοφιλέστερη, λόγω της βελτίωσης της οδικής ασφάλειας και της λειτουργικής αποτελεσματικότητας που αποδεδειγμένα προσφέρουν.

Οι Κ³ μπορεί να προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα, έναντι των συμβατικών ισόπεδων κόμβων συμβολής ή διασταύρωσης (με ή χωρίς φωτεινή σηματοδότηση), στα οποία μπορεί να περιλαμβάνονται:

- Γενική βελτίωση της οδικής ασφάλειας και της κυκλοφοριακής εξυπηρέτησης. Από στατιστικά στοιχεία άλλων χωρών προκύπτει ότι, σε σχέση με άλλες μορφές, οι Κ³ επιτυγχάνουν μείωση ατυχημάτων: σοβαρού τραυματισμού και θανατηφόρων μέχρι 90%, τραυματισμού μέχρι 75%, αύξηση κυκλοφοριακής ικανότητας κατά 30-50%, η οποία μπορεί να μειώνεται σε 30-40% σε περίπτωση παρουσίας πεζοδιαβάσεων. Χαρακτηριστικές παράμετροι βελτίωσης παρουσιάζονται στα επόμενα Σχήματα 1.2-1, 1.2-2 και 1.2-3.
- Περιορισμός των καθυστερήσεων (γενικά αποτρέπεται ο σχηματισμός ουρών).
- Μικρότερες ουρές, ειδικά σε περιόδους εκτός αιχμής κυκλοφορίας.
- Καλύτερη διαχείριση της ταχύτητας, η ρύθμιση της οποίας αποτελεί παράγοντα ίσως τον κρίσιμότερο στη θέση ισόπεδου κόμβου (η επιβαλλόμενη μείωση της ταχύτητας σημαίνει ότι: οι οδηγοί έχουν στη διάθεσή τους μεγαλύτερο χρόνο να αποφασίσουν και αντιδράσουν ενώπιον των άλλων κινουμένων οχημάτων και των πεζών, τα ατυχήματα είναι μειωμένης σοβαρότητας, οι πεζοί κινούνται με μεγαλύτερη ασφάλεια).
- Ευκαιρίες για βελτίωση των χαρακτηριστικών των οδών στα σημεία εισόδου σε οικισμένο περιβάλλον (οι βελτιωμένες συνθήκες κυκλοφορίας μειώνουν την κατανάλωση καυσίμων και την παραγωγή ρύπων).
- Σε αρκετές περιπτώσεις αποφυγή ή μετάθεση στο μέλλον της ανάγκης για δαπανηρά έργα, π.χ. για κατασκευή ανισόπεδου κόμβου, έργων διαπλατυνσεων διαμόρφωσης αριστερών στρωμάτων, ή και εγκατάστασης φωτεινής σηματοδότησης.
- Εξοικονόμηση χρηματικών πόρων, επειδή δεν απαιτείται εγκατάσταση και συντήρηση φωτεινής σηματοδότησης. Συγκεκριμένα μπορεί να εξοικονομούνται ετησίως περίπου € 5.000 από δαπάνες οδοφωτισμού και συντήρησης, δεδομένου ότι η ζωή

των έργων μπορεί να καλύψει διάρκεια 25 ετών, σε σύγκριση με τα 10 έτη ζωής, που έχει μια συμβατική εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης.

Αξίζει να σημειωθεί πως η έρευνα έχει αποδείξει ότι, οι Κ³ μπορεί να παρουσιάζουν μικρότερο αριθμό ατυχημάτων έναντι ακόμη και των ανισόπεδων κόμβων.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των σύγχρονων από τεχνολογική άποψη Κ³ είναι:

- (1) Ρύθμιση κυκλοφορίας-η παραχώρηση προτεραιότητας επικρατεί σε όλες τις εισόδους, δηλαδή δίνεται προτεραιότητα στα οχήματα που βρίσκονται στο δακτύλιο κυκλοφορίας έναντι των οχημάτων που φτάνουν στην πρόσβαση.
- (2) Γεωμετρία προσέγγισης-η προσέγγιση του κλάδου εισόδου στο δακτύλιο δεν κατασκευάζεται κάθετα στην περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας, αλλά ο κλάδος θάβεται κατάλληλα με τη χρήση τριγωνικών νησίδων διαχωρισμού, ώστε τα οχήματα να εισέρχονται στο δακτύλιο με όσο είναι δυνατό μικρότερη γωνία. Ο συνολικός γεωμετρικός σχεδιασμός του κόμβου προτρέπει και επιβάλλει χαμηλές και ομοιόμορφες ταχύτητες σε όλες τις κινήσεις που εξυπηρετεί ο κόμβος.
- (3) Προτεραιότητα-παρέχεται στα οχήματα που βρίσκονται κινούμενα μέσα στο δακτύλιο κυκλοφορίας.
- (4) Πεζοδιαβάσεις-υλοποιούνται μόνο εγκάρσια στις οδούς που συμβάλλουν στον κόμβο, στους κλάδους:
 - εισόδου πριν από τη γραμμή παραχώρησης προτεραιότητας
 - εξόδου σε απόσταση τουλάχιστον 7,5 m (επιθυμητή 22,5 m) από την εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου.
- (5) Στάθμευση-δεν επιτρέπεται σε όλο το δακτύλιο κυκλοφορίας.
- (6) Κατεύθυνση κυκλοφορίας-η είσοδος των οχημάτων στο δακτύλιο γίνεται δεξιόστροφα, ενώ μέσα στο δακτύλιο αυτά κινούνται αριστερόστροφα.
- (7) Νησίδα διαχωρισμού-όλες οι κατηγορίες Κ³ (βλ. §1.3), εκτός από την κατηγορία του κομβιδίου, έχουν υποχρεωτικά υπερυψωμένες (κρασπεδωμένες) νησίδες διαχωρισμού των δυο αντίθετων κατευθύνσεων στις οδούς πρόσβασης του κόμβου. Στην κατηγορία του κομβιδίου, η νησίδα διαχωρισμού συνήθως είναι πολύ μικρή, οπότε συχνά υλοποιείται μόνο ως επιφάνεια αποκλεισμού με οριζόντια διαγράμμιση.

Η λειτουργία των ισόπεδων κόμβων κατά μήκος των οδικών αξόνων αποτελεί σοβαρή αιτία πρόκλησης ατυχημάτων. Κατά κανόνα, ποσοστό μεγαλύτερο από το 50% των ατυχημάτων συμβαίνει σε ισόπεδους κόμβους. Ως εκ τούτου, η παροχή της απαιτούμενης λειτουργίας μέσω μικρότερου αριθμού (με καταλληλότερο σχεδιασμό) ισόπεδων κόμβων πρέπει να αποτελεί, γενικά, πρώτης προτεραιότητας στόχο. Ο αριθμός των σημείων πιθανής σύγκρουσης (σημεία εμπλοκής) σε ένα κόμβο πρέπει να μειώνονται στον ελάχιστο δυνατό. Η διαμόρφωση Κ³ είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος μείωσης του αριθμού των σημείων εμπλοκής που δημιουργούν προϋποθέσεις συγκρούσεων (βλ. Σχήματα 1.2-1 και 1.2-2) και μπορεί πράγματι να παρουσιάζει μικρότερο κίνδυνο για ατυχήματα, σε σύγκριση ακόμα και με τους ανισόπεδους κόμβους.

Η εφαρμογή των Κ³ έχει υψηλή πιθανότητα ως η καταλληλότερη λύση όταν συντρέχουν οι ακόλουθες συνθήκες.

- (1) Υφιστάμενοι κόμβοι με υψηλό ποσοστό ατυχημάτων, ή μεγαλύτερης σοβαρότητας ατυχημάτων
- (2) Υφιστάμενοι κόμβοι, που για οποιοδήποτε λόγο, αποτυγχάνουν στην εξυπηρέτηση της κυκλοφοριακής ζήτησης
- (3) Θέσεις όπου άλλες εναλλακτικές λύσεις κρίνονται ως δαπανηρότερες
- (4) Θέσεις όπου η αισθητική αποτελεί έναν από τους κεντρικούς στόχους
- (5) Θέσεις όπου η συνέχεια της οδού αλλάζει λειτουργική κατηγορία, ή είναι επιθυμητή η αλλαγή του επιτρεπόμενου ορίου ταχύτητας-περιλαμβάνονται θέσεις μετάβασης από υπεραστικό σε αστικό περιβάλλον (θέσεις κόμβων εισόδου πόλεων). Ειδικότερα, για κόμβο εισόδου από υπεραστικό αυτοκινητόδρομο σε αστική αρτηρία επιβάλλεται η χρήση των μορφών του Σχήματος 1.4-1.
- (6) Θέσεις όπου ο ρυθμός αφίξεων είναι τυχαίος/συνεχής
- (7) Θέσεις όπου είναι επιθυμητός ο τυχαίος/συνεχής ρυθμός αφίξεων, ή τα έργα για την εξυπηρέτηση συγκεντρώσεων οχημάτων (platoons) απαιτούν εξαιρετική δαπάνη ή και δεν είναι εφικτή η κατασκευή τους
- (8) Τερματικοί κόμβοι σε κλάδους ανισόπεδων κόμβων
- (9) Τερματικοί ισόπεδοι κόμβοι σε υπεραστικές οδούς υψηλών ταχυτήτων, όπως σε ισόπεδο κόμβο στο πέρασ αυτοκινητοδρόμου
- (10) Ισόπεδοι κόμβοι που συνδέουν διαφορετικές κατηγορίες οδών (σε αστικό δίκτυο: αρτηρία-αρτηρία, αρτηρία-συλλεκτήρια, αρτηρία-τοπική, συλλεκτήρια-συλλεκτήρια, συλλεκτήρια-πρόσβαση)
- (11) Ισόπεδοι κόμβοι 4-σκελείς με φόρτους εισόδου ≤ 8.000 οχ/ώρα, ή ΕΜΗΚ=80.000 περίπου
- (12) Ισόπεδοι κόμβοι 3-σκελείς με οσονδήποτε φόρτο
- (13) Ισόπεδοι κόμβοι ρυθμιζόμενοι με STOP (επί της δευτερεύουσας οδού) με υψηλό ποσοστό ατυχημάτων ή μεγάλης σοβαρότητας ατυχήματα
- (14) Ισόπεδοι κόμβοι μεταξύ δυο αρτηριών που λειτουργούν με συντονισμένη σηματοδότηση, όπου τα ποσοστά στρεφουσών κινήσεων είναι υψηλά
- (15) Ισόπεδοι κόμβοι σε εγγύτητα, όπου δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί ο συντονισμός της σηματοδότησης
- (16) Ισόπεδοι κόμβοι όπου προβλέπεται να προστεθούν μελλοντικά νέες προσβάσεις
- (17) Ισόπεδοι κόμβοι κοντά σε σχολεία
- (18) Ισόπεδοι κόμβοι όπου η οδική ασφάλεια έχει μέγιστο ενδιαφέρον

1.1 Χαρακτηριστικά Στοιχεία Κόμβου Κυκλικής Κίνησης

Η διάταξη του Κ³ παρουσιάζει συγκεκριμένα ειδικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά, που, γενικά, δεν απαντώνται στις άλλες διαμορφώσεις ισόπεδων κόμβων. Ταυτόχρονα, έχουν στοιχεία που συνηθίζονται και σε άλλους τύπους διασταυρώσεων ή συμβολών με παρό-

μοια λειτουργία. Τα σημαντικότερα από αυτά απεικονίζονται στην επόμενη Εικόνα 1.1-1 και είναι τα ακόλουθα.

Κεντρική νησίδα κόμβου κυκλικής κίνησης, είναι μια υπερυψωμένη κυκλική επιφάνεια στο κέντρο του κόμβου γύρω από την οποία διεξάγεται η κυκλοφορία στο δακτύλιο κυκλοφορίας.

Σκέλη κόμβου, αποτελούν τα οδικά τμήματα που συμβάλλουν στον κόμβο (προσβάσεις του κόμβου), τα οποία μπορεί να είναι 3 ή 4, αλλά και περισσότερα υπό ορισμένες συνθήκες.

Νησίδα διαχωρισμού, προβλέπεται σε κάθε πρόσβαση και είναι μία επιφάνεια υπερυψωμένη με κράσπεδα ή τουλάχιστον η επιφάνεια του οδοστρώματος της πρόσβασης με οριζόντια διαγράμμιση ως επιφάνεια αποκλεισμού. Σκοπός είναι να διαχωρίζει την εισερχόμενη από την εξερχόμενη κυκλοφορία, να διοχετεύει και να επιβραδύνει την εισερχόμενη κυκλοφορία και να προσφέρει χώρο καταφυγίου αναμονής για τους πεζούς, που διασχίζουν κάθετα την οδό πρόσβασης, εν γένει σε δύο στάδια.

Δακτύλιος κυκλοφορίας, είναι η επιφάνεια οδοστρώματος στην οποία κινούνται αριστερόστροφα τα οχήματα, γύρω από την κεντρική κυκλική νησίδα του κόμβου.

Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας, κατασκευάζεται εφόσον απαιτείται για τη διέλευση βαρέων οχημάτων, στην περίμετρο της κεντρικής νησίδας. Αυτή η διαμόρφωση δεν είναι απαραίτητη για όλους τους Κ³, αλλά ανάλογα με το μέγεθος της ακτίνας της κυκλικής κεντρικής νησίδας και το όχημα σχεδιασμού.

Οριογραμμή εισόδου, είναι η διαγράμμιση (οριζόντια σήμανση) εγκάρσια του οδοστρώματος της πρόσβασης, που χρησιμοποιείται για να οριστεί το σημείο εισόδου από μια πρόσβαση στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Αυτή γενικά τοποθετείται στην εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου και οριοθετεί τα αναμενόμενα σημεία εμπλοκής μεταξύ των οχημάτων που εισέρχονται στον δακτύλιο κυκλοφορίας και αυτών που ήδη κινούνται επί του δακτυλίου. Κατά κανόνα, πρέπει να εφαρμόζεται η προτεραιότητα υπέρ των κινούμενων επί του δακτυλίου (με τοποθέτηση στον ίδιο ορθοστάτη του ζεύγους των πινακίδων P-1 και P-53 και στις δυο πλευρές της πρόσβασης), εκτός αν ορίζεται αλλιώς με βάση την εκάστοτε κυκλοφοριακή ανάλυση.

Εγκάρσιες Πεζοδιαβάσεις, απαιτούνται κυρίως σε αστικό περιβάλλον, ώστε να επιτρέπουν και σε ΑμΕΑ τη διέλευση εγκάρσια σε κάθε οδική πρόσβαση του κόμβου. Αυτές προβλέπονται εγκάρσια στη νησίδα διαχωρισμού, όπου προστατεύονται οι πεζοί και προσφέρεται η δυνατότητα ενδιάμεσης στάσης πριν αυτοί διασχίσουν και το οδόστρωμα της αντίθετης κατεύθυνσης της οδικής πρόσβασης.



Διαμορφώσεις για ποδήλατα. Οι Κ³ θα πρέπει να δίνουν τη δυνατότητα και στους ποδηλάτες να κινηθούν εντός και πέριξ της διάταξης, είτε ως οχήματα μέσα στο δακτύλιο κυκλοφορίας, είτε ως πεζοί χρησιμοποιώντας τις κατάλληλα διευρυμένες πεζοδιαβάσεις.

Ζώνη τοπιοτεχνίας. Όταν ο κόμβος αναπτύσσεται σε αστικό περιβάλλον, τότε μεταξύ του περιφερειακού πεζοδρομίου και του δακτυλίου κυκλοφορίας συνιστάται να παρεμβάλλεται συνήθως μια ζώνη τοπιοτεχνίας (φύτευση χαμηλού πράσινου), που διαχωρίζει τους πεζούς από τα οχήματα, ενώ κατευθύνει τους πεζούς να διασχίζουν τον κόμβο από τις προβλεπόμενες πεζοδιαβάσεις. Αυτή συνεισφέρει σημαντικά στην αισθητική του κόμβου, ενώ παράλληλα πρέπει να διασφαλίζει το απαιτούμενο ελεύθερο πεδίο ορατότητας.

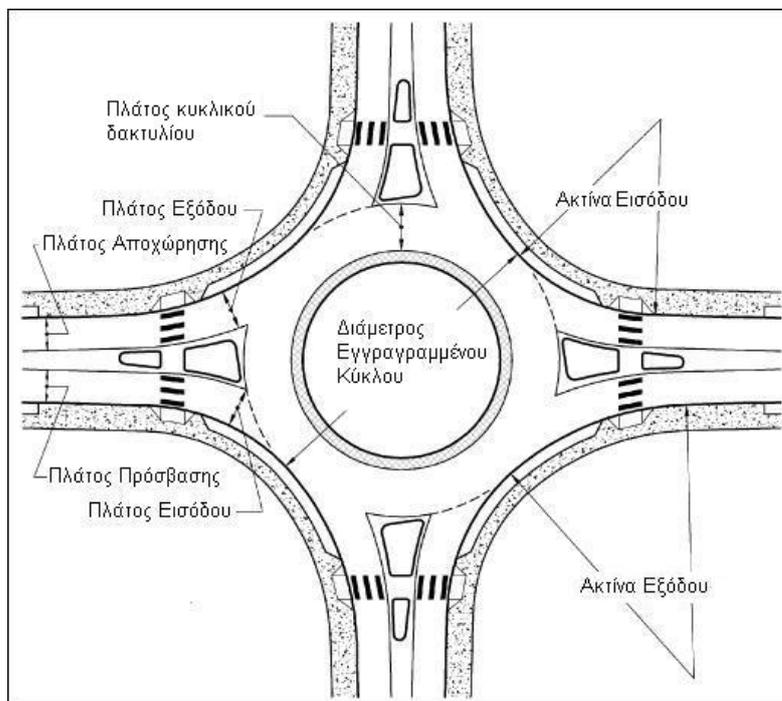
Τα βασικά στοιχεία ενός τυπικού Κ³ με 4 σκέλη (οδικές προσβάσεις) απεικονίζονται στο ενδεικτικό Σχήμα 1.1-1.



Υπόμνημα:

- | | |
|--|---|
| 1 Καταφύγιο πεζών στη νησίδα διαχωρισμού | A Ιστός οδοφωτισμού |
| 2 Πεζοδιάβαση | B Πεζοδρόμιο |
| 3 Νησίδα διαχωρισμού | C Ρυθμιστικές πινακίδες P-48 και Π-74 (η Π-74 μπορεί να παραλείπεται σε αστικές οδούς όταν $V_{επ} \leq 50$ km/h) |
| 4 Οριζόντια σήμανση χρήσης λωρίδας | D Συνδυασμός πινακίδας Π-79 και πληροφοριακών πινακίδων κατευθύνσεων (βλ. Σχήμα 3.3-1) |
| 5 Γραμμή παραχώρησης προτεραιότητας | E Ζεύγος πινακίδων P-1 και P-53 (τοποθέτηση του ζεύγους εκατέρωθεν της πρόσβασης με 2 λωρίδες) |
| 6 Οριογραμμή εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου κυκλοφορίας | |
| 7 Ζώνη τοπιοτεχνίας | |
| 8 Δακτύλιος κυκλοφορίας | |
| 9 Κεντρική νησίδα | |
| 10 Υπερβατή ζώνης κεντρικής νησίδας | |

Εικόνα 1.1-1: Χαρακτηριστικά στοιχεία κόμβου κυκλικής κίνησης



Σχήμα 1.1-1: Βασικά στοιχεία τυπικού κόμβου κυκλικής κίνησης με 4 σκέλη

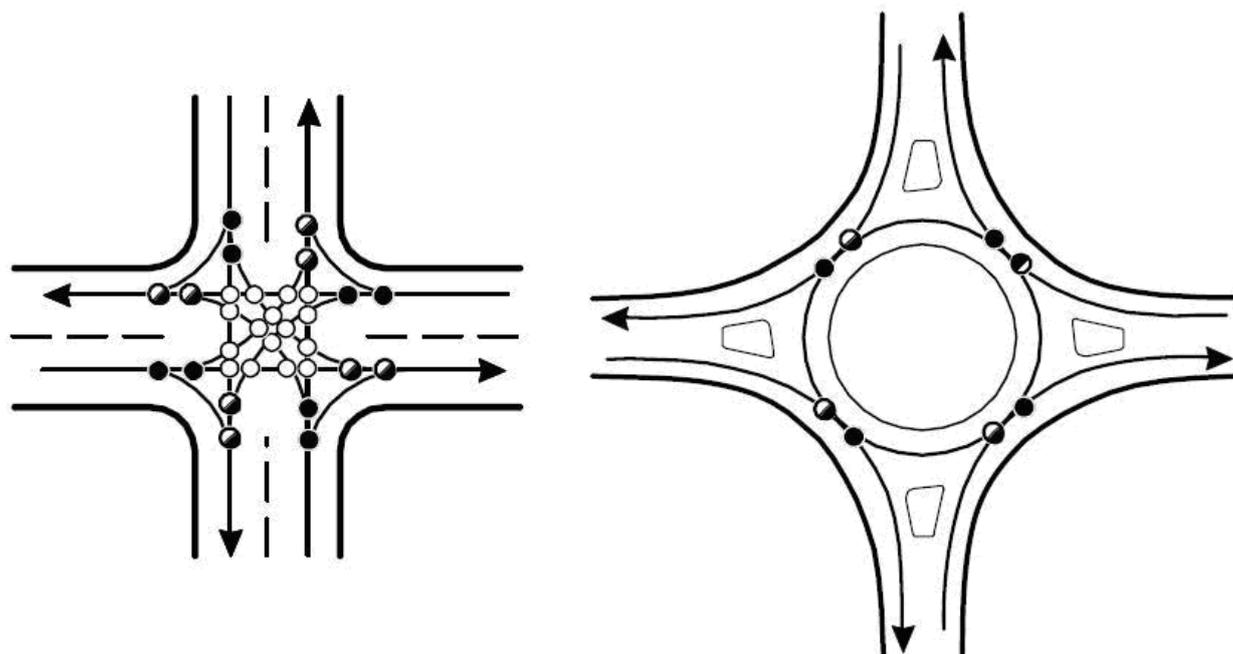
Στον Κ³ εκτελούνται κανονικά όλες οι κινήσεις ενός τυπικού ισόπεδου κόμβου συμβολής ή διασταύρωσης, ακολουθώντας πορείες που ορίζονται από τη γεωμετρία της διάταξης (βλ. Σχήμα 1.1-2).



Σχήμα 1.1-2: Αναπαράσταση κινήσεων διαμέσου Κ³

1.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Κόμβων Κυκλικής Κίνησης

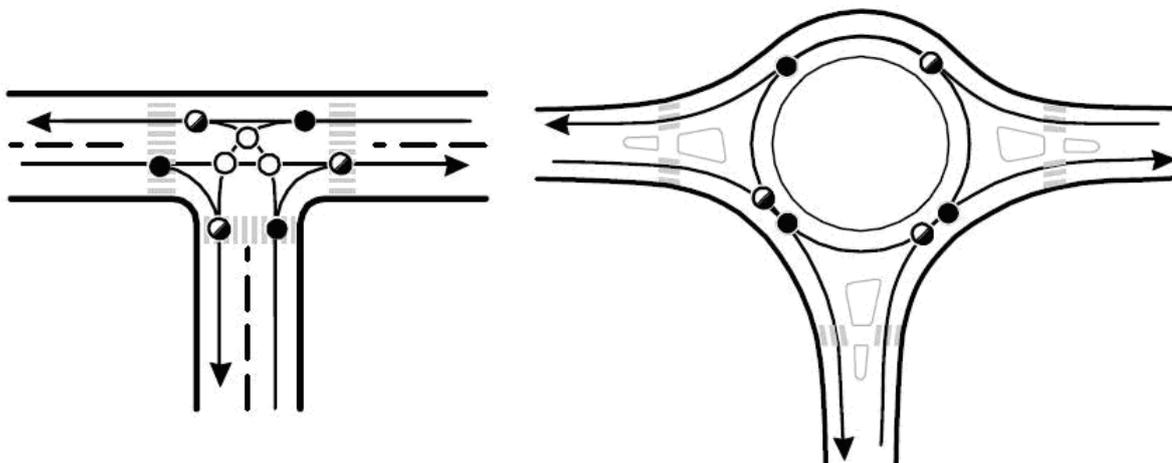
Ένα βασικό πλεονέκτημα των Κ³ έναντι των συμβατικών ισόπεδων κόμβων είναι ο περιορισμός των σημείων πιθανής σύγκρουσης. Σε σχέση με μια τυπική διαμόρφωση ισόπεδου κόμβου, ένας Κ³ ίδιου αριθμού σκελών παρουσιάζει συνολικά σημαντικά λιγότερα σημεία εμπλοκής. Σε ένα τυπικό 4-σκελή ισόπεδο κόμβο παρουσιάζονται 32 σημεία εμπλοκής, ενώ σε ένα 4-σκελή Κ³ τα σημεία εμπλοκής μειώνονται σε μόλις 8. Πρακτικά απαλείφονται οι περιπτώσεις εμπλοκής λόγω διασταύρωσης, που είναι οι πλέον επικίνδυνες, αφού αποτελούν προϋπόθεση για πλαγιομετωπικές συγκρούσεις, ενώ προκύπτουν μόνο εμπλοκές συμβολής σε 4 σημεία και χωρισμού σε 4 σημεία, (βλ. Σχήμα 1.2-1).



Τύπος Εμπλοκής	Μορφή Κόμβου/Αριθμός σημείων σύγκρουσης	
	Διασταύρωσης	Κ ³
● Χωρισμός	8	4
◐ Συμβολή	8	4
○ Διασταύρωση	16	0
Σύνολο	32	8

Σχήμα 1.2-1: Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε Κ³

Αντίστοιχα, στην περίπτωση 3-σκελή κόμβου, τα σημεία σύγκρουσης μειώνονται από 9 σε 6 (βλ. Σχήμα 1.2-2), όπου και πάλι εκλείπουν τα πλέον επικίνδυνα, που αφορούν στις πλαγιομετωπικές συγκρούσεις.



Τύπος Εμπλοκής	Μορφή Κόμβου/ Αριθμός σημείων σύγκρουσης	
	Συμβολής	Κ ³
● Χωρισμός	3	3
◐ Συμβολή	3	3
○ Διασταύρωση	3	0
Σύνολο	9	6

Σχήμα 1.2-2: Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε Κ³

Η διαφορά στον αριθμό των σημείων σύγκρουσης (μεταξύ οχημάτων και πεζών) αντιστοιχά σε συμβατικό κόμβο διασταύρωσης και Κ³ δείχνεται στα επόμενα σχήματα.

● 32 Σημεία σύγκρουσης μεταξύ οχημάτων ■ 24 Σημεία σύγκρουσης μεταξύ οχημάτων & πεζών	● 8 Σημεία σύγκρουσης μεταξύ οχημάτων ■ 8 Σημεία σύγκρουσης μεταξύ οχημάτων & πεζών

Σχήμα 1.2-3: Σημεία σύγκρουσης σε συμβατικό κόμβο διασταύρωσης και Κ³

Εντούτοις, η κατασκευή Κ³ δεν πρέπει να θεωρείται ότι υπερτερεί πάντα έναντι άλλων μορφών, ιδιαίτερα μάλιστα των καινοτόμων μορφών, μερικές των οποίων αναφέρονται

στα επόμενα κεφάλαια. Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Κ³ σε διάφορους τομείς παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.2-1.

Πίνακας 1.2-1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κόμβων κυκλικής κίνησης

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1. Χρήστες εκτός μηχανοκίνητων οχημάτων	
<ul style="list-style-type: none"> Οι πεζοί χρειάζεται να ελέγξουν μόνο μία κατεύθυνση επερχόμενης κυκλοφορίας κάθε φορά Οι ποδηλάτες έχουν την επιλογή να χρησιμοποιήσουν τον κόμβο κυκλικής κίνησης όπως οι πεζοί 	<ul style="list-style-type: none"> Πεζοί με δυσκολίες στην όραση ίσως έχουν πρόβλημα να βρουν τις πεζοδιαβάσεις και να ελέγξουν αν τα οχήματα τους έχουν παραχωρήσει προτεραιότητα Οι ράμπες για ποδήλατα μπορεί να εκληφθούν και ως ράμπες πεζών και αντίστροφα
2. Οδική Ασφάλεια	
<ul style="list-style-type: none"> Μείωση σοβαρότητας συγκρούσεων για όλους τους χρήστες, ασφαλέστερη συγχώνευση στην κυκλική κυκλοφορία, μικρότερες ταχύτητες και άρα διάθεση περισσότερου χρόνου στους χρήστες, ώστε αυτοί να αναγνωρίσουν τις συνθήκες και να διορθώσουν τα σφάλματά τους ή να αντιμετωπίσουν τα σφάλματα άλλων χρηστών Λιγότερα συνολικά σημεία εμπλοκής και εξάλειψη εμπλοκών αριστερής στροφής 	<ul style="list-style-type: none"> Αύξηση συγκρούσεων ενός οχήματος, με άλλα και με σταθερά εμπόδια σε σχέση με άλλες διαμορφώσεις διασταυρώσεων Οι κόμβοι σε οδούς με περισσότερες από 2 λωρίδες παρουσιάζουν μεγαλύτερες δυσκολίες σε χρήστες με μειωμένη όραση εξαιτίας της ανάγκης για ανίχνευση των κενών μεταξύ οχημάτων και αναγνώριση παραχώρησης προτεραιότητας από τα οχήματα
3. Λειτουργία	
<ul style="list-style-type: none"> Ενδέχεται να παρουσιάζονται μικρότερες καθυστερήσεις και ουρές από άλλες μορφές ρύθμισης της κυκλοφορίας, σε διασταύρωση Μπορεί να μειωθούν οι ανάγκες για πρόσθετες λωρίδες σε ενδιάμεσα τμήματα μεταξύ δυο ισόπεδων διασταυρώσεων, που στην περίπτωση παρουσίας γέφυρας στο ενδιάμεσο αυτών τμήμα όπως συνήθως συμβαίνει σε ανισόπεδους κόμβους (μορφής ρόμβου, μισό τετράφυλλο), αυτό έχει ακόμη μεγαλύτερη οικονομική σημασία Δημιουργεί τη δυνατότητα σε γειτονικούς σηματοδότες να λειτουργήσουν με πιο αποδοτικούς κύκλους, όταν ο Κ³ αντικαθιστά διασταύρωση που καθορίζει τον κύκλο σηματοδότησης Ρυθμίζει την κυκλοφορία σε κόμβους με υψηλό ποσοστό αριστερών στροφών 	<ul style="list-style-type: none"> Η εξίσωση προτεραιότητας για όλες τις προσβάσεις μπορεί να μειώσει την προχώρηση της κυκλοφορίας για προσβάσεις υψηλών φόρτων Δεν μπορεί να προσφέρει αποκλειστική προτεραιότητα σε ειδικές κατηγορίες χρηστών (τραίνα, οχήματα έκτακτης ανάγκης, μέσα μαζικής μεταφοράς κτλ.) εκτός αν υπάρχουν συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας, π.χ. σηματοδότηση, δρύφακτα, κτλ. Δεν προτείνονται μεταξύ σηματοδοτούμενων κόμβων Προσαρμόζονται δύσκολα σε οδούς με πολλές λωρίδες κυκλοφορίας

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
4. Διαχείριση προσβάσεων	
<ul style="list-style-type: none"> • Προσφέρεται δυνατότητα για ασφαλή αναστροφή, στοιχείο που κατά κανόνα δεν ισχύει στις άλλες μορφές ισόπεδων κόμβων • Ειδικά η δυνατότητα αναστροφής έχει εξαιρετική σημασία κατά μήκος των εθνικών και επαρχιακών οδών στη χώρα, όπου ενώ αδειοδοτούνται συνδέσεις παρόδιων εγκαταστάσεων δεν παρέχεται πρόνοια για τις αριστερές στροφές, είτε από την κύρια οδό προς την παρόδια εγκατάσταση, είτε αντίθετως, αφού αποτελεί σχεδόν κανόνα η απουσία παράπλευρης οδού εξυπηρέτησης 	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορεί να μειώσει τον αριθμό των διαθέσιμων χρονικών κενών για την είσοδο στις οδούς που αποτελούν τα σκέλη του κόμβου, από γειτονικές με τον κόμβο, οδικές ή άλλου είδους (π.χ. χώροι στάθμευσης), προσβάσεις, που δεν είναι σηματοδοτούμενες
5. Περιβάλλον	
<ul style="list-style-type: none"> • Ενδέχεται να μειωθούν: η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ηχορύπανση και η κατανάλωση καυσίμου • Λιγότερες στάσεις σε περιόδους εκτός αιχμής 	<ul style="list-style-type: none"> • Πιθανές επιπτώσεις σε φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους, λόγω απαιτήσεων μεγαλύτερης κατάληψης που χρειάζεται απαλλοτρίωση
6. Ρύθμιση κυκλοφορίας	
<ul style="list-style-type: none"> • Μειωμένες ταχύτητες κυκλοφορίας • Ωφέλιμη διάταξη σε μεταβατικές περιοχές (από υπεραστική σε αστική), που δίνει έμμεσα την εντύπωση σημαντικής αλλαγής στο περιβάλλον οδήγησης 	<ul style="list-style-type: none"> • Πιο ακριβή λύση σε σχέση με άλλες διαμορφώσεις κόμβων κυρίως εκείνων χωρίς εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης
7. Έκταση Κατάληψης	
<ul style="list-style-type: none"> • Συχνά απαιτεί λιγότερο χώρο αποθήκευσης για ουρές στις προσβάσεις του κόμβου, επιτρέποντας μικρότερες αποστάσεις μεταξύ κόμβων • Μειώνει την ανάγκη για μεγαλύτερου πλάτους απαλλοτριώσεις κατά μήκος των συνδετήριων οδών μεταξύ των διασταυρώσεων • Καλύτερη δυνατότητα για εξυπηρέτηση χώρων στάθμευσης, πλατύτερα πεζοδρόμια, μεγαλύτερη έκταση φύτευσης πρασίνου, πλατύτερες εξωτερικές λωρίδες, ώστε να περιλαμβάνονται και ποδηλατόδρομοι στις προσβάσεις 	<ul style="list-style-type: none"> • Συχνά απαιτεί περισσότερη έκταση κατάληψης απ' ό,τι άλλες διαμορφώσεις κόμβων, πρόβλημα που δεν αντιμετωπίζεται κυρίως σε υφιστάμενους προς αναβάθμιση κόμβους

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
8. Λειτουργία και Συντήρηση	
<ul style="list-style-type: none"> Συνήθως δεν απαιτείται συντήρηση για εξοπλισμό σηματοδότησης (εκτός των περιπτώσεων σηματοδοτούμενου κόμβου) 	<ul style="list-style-type: none"> Μπορεί να απαιτεί συντήρηση της ζώνης τοπιο-τεχνίας
9. Αισθητική	
<ul style="list-style-type: none"> Προσφέρει δυνατότητα διαμόρφωσης ελκυστικών εισόδων ή κεντρικών πλατειών σε περιοχές οικισμών Χρήση ως τοπόσημο σε τουριστικές ή εμπορικές περιοχές για να διαχωριστούν οι περιοχές κατοικίας και εμπορίου 	<ul style="list-style-type: none"> Μπορεί να αποτελεί παράγοντα κινδύνου όταν τοποθετούνται σταθερά εμπόδια στην κεντρική νησίδα, σε ευθεία με τις εισόδους, εφόσον η γεωμετρία της πρόσβασης δεν προτρέπει σε μειωμένη ταχύτητα (≤ 40 km/h) προσέγγισης

1.3 Κατηγορίες Κόμβων Κυκλικής Κίνησης (Κ³)

Οι Κ³ μπορεί να ταξινομηθούν, ανάλογα με το μέγεθος και το περιβάλλον όπου κατασκευάζονται, σε έξι βασικές κατηγορίες, που περιγράφονται στη συνέχεια. Οι έννοιες «Κ³-1 λωρίδας», ή «Κ³-2 λωρίδων» σημαίνουν αντίστοιχα Κόμβο Κυκλικής Κίνησης με 1 ή 2 λωρίδες κυκλοφορίας στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Τα γενικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού ανά κατηγορία Κ³ παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 1.3-1: Γενικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού ανά κατηγορία Κ³

Στοιχείο σχεδιασμού	Κομβίδια	Αστικοί			Υπεραστικοί	
		Συνεπτυγμένοι	1 λωρίδας	2 λωρίδων	1 λωρίδας	2 λωρίδων
Συνιστώμενη ταχύτητα εισόδου V _{max} [km/h]	25	25	35	40	40	50
Μέγιστος αριθμός λωρίδων εισόδου ανά πρόσβαση	1	1	1	2	1	2
Συνήθης διάμετρος εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου κυκλοφορίας D [m]	13-25	25-30	30-40	45-55	35-40	55-60
Δομική διαμόρφωση διαχωριστικής νησίδας	Υπερυψωμένη, εάν είναι δυνατόν, με διακοπή για πεζοδιάβαση	Υπερυψωμένη με διακοπή για πεζοδιάβαση			Υπερυψωμένη επιμήκης με διακοπή για πεζοδιάβαση, αν χρειάζεται	
Τυπική ημερήσια εξυπηρέτηση φόρτου σε 4-σκελή Κ ³ [οχ/ημέρα]	≤ 10.000	≤ 15.000	≤ 25.000	≤ 45.000	≤ 20.000	≤ 45.000

Η μέγιστη ανωφέρεια (κατά μήκος κλίση) και το αντίστοιχο ελάχιστο μήκος, επί των σκελών του Κ³ πριν από την είσοδο στο δακτύλιο, ορίζονται στον επόμενο Πίνακα 1.3-2.

Πίνακας 1.3-2: Μήκος πρόσβασης Κ³ με μέγιστη κλίση

Κατηγορία οδού		Τμήμα πρόσβασης	
Αστική	Υπεραστική	Μέγιστη κατά μήκος κλίση	Ελάχιστο μήκος [m]
Αρτηρία	AI, AII, AIII	2%	60
Συλλεκτήρια	AIV	4%	30
Τοπική	AV	4%	15

1.3.1 Κομβίδια κυκλικής κίνησης (Mini Roundabouts)

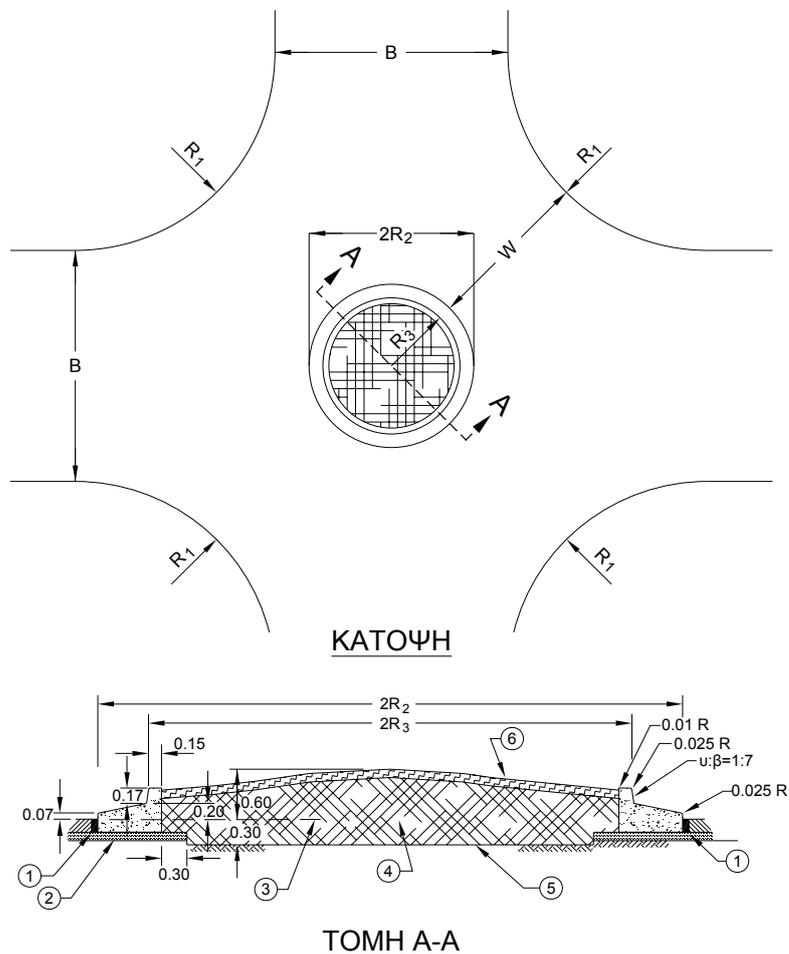
Αυτή η κατηγορία εφαρμόζεται εν γένει σε αστικό περιβάλλον. Έχει ως βασικό χαρακτηριστικό την εξ' ολοκλήρου υπερβατή κεντρική νησίδα, που επιτρέπει την εξυπηρέτηση φορητών οχημάτων, ενδεχομένως με διέλευση πάνω από αυτήν. Γενικά, απαιτούν μικρή έκταση και εφαρμόζονται σε οδούς με ταχύτητες ≤ 40 km/h. Αυτή η κατηγορία επιλέγεται συνήθως σε περιπτώσεις σημαντικών περιορισμών χώρου, όπου δεν είναι δυνατή η κατασκευή του τυπικού «Κ³-1 λωρίδας», με τον οποίο θα εξυπηρετούνται και τα βαρέα οχήματα. Πλεονέκτημα της διάταξης αποτελεί η μικρή απαίτηση σε έκταση κατάληψης και η δυνατότητα υλοποίησης, με μικρές τροποποιήσεις στις γωνίες μιας υφιστάμενης τυπικής ισόπεδης διασταύρωσης. Τα χαρακτηριστικά μεγέθη για την υλοποίηση αυτών των διατάξεων σε υφιστάμενες διασταυρώσεις, υποδεικνύονται στο επόμενο Σχήμα 1.3.1-1. Στην περίπτωση που θα επιτρέπεται η διέλευση πάνω από την κεντρική νησίδα μόνο των φορητών οχημάτων ή και λεωφορείων (και αυτό θα συμβαίνει ελάχιστες φορές την ημέρα), τότε η κεντρική νησίδα κατασκευάζεται υπερυψωμένη στην περίμετρό της κατά 100 mm (βλ. Σχήμα 2.13.3-1) από την επιφάνεια του οδοστρώματος (βλ. Εικόνες 1.3.1-1 και 1.3.1-2).



Εικόνα 1.3.1-1: Κομβίδιο κυκλικής κίνησης σε υφιστάμενη διασταύρωση με υπερυψωμένη κεντρική νησίδα (συνιστάται υπερύψωση max 12,5 cm στο κέντρο)



Εικόνα 1.3.1-2: Κομβίδια με κεντρική νησίδα πλήρως διελεύσιμη από φορτηγά



Υπόμνημα:

1. Αρμός κοπής ασφαλτικού
2. Οδοστρωσία
3. Στάθμη υφιστάμενης επιφάνειας οδοστρώματος
4. Φυτική γη
5. Πυθμένας εκσκαφής μέχρι το φυσικό έδαφος και σε βάθος $\leq 0,30$ m από την επιφάνεια του οδοστρώματος
6. Χλοοτάπητας

Οι συνιστώμενες διαστάσεις της κυκλικής νησίδας, ανάλογα με τα πλάτη των διασταυρούμενων οδών, αναφέρονται στον επόμενο Πίνακα 1.3.1-1

Σχήμα 1.3.1-1: Κατασκευή κυκλικής νησίδας σε υφιστάμενο οδόστρωμα

Πίνακας 1.3.1.-1: Χαρακτηριστικές διαστάσεις για εφαρμογή κυκλικής νησίδας

Διαστάσεις [m]				
B	R1	R2	R3	W
10	4,5	3,8	2,1	5,14
	6,0	5,6	2,1	3,96
	7,5	6,2	2,1	3,98
8	4,5	2,6	1,5	4,92
	6,0	2,9	1,5	5,24
	7,5	3,2	1,5	5,56
7	4,5	1,5	0,8	5,31
	6,0	2,1	0,8	5,34
	7,5	2,4	0,8	5,66

Τα κύρια ζητήματα που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι ο δομικός διαχωρισμός της πορείας των οχημάτων, το πλάτος που σαρώνεται από το αμάξωμα των οχημάτων, καθώς και η ορατότητα στον κόμβο. Δεδομένου ότι η κεντρική νησίδα πρέπει να είναι πλήρως διελεύσιμη, ο γενικός σχεδιασμός θα πρέπει να παρέχει δομική διαμόρφωση που θα καθοδηγεί φυσιολογικά τους οδηγούς στην ακολουθητέα πορεία. Ο υποβαθμισμένος σχεδιασμός μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τα ακόλουθα:

- Η εκτέλεση αριστερών στροφών μπροστά από την κεντρική νησίδα (βλ. Σχήμα 1.3.1-3)
- Η διέλευση πάνω από την κεντρική νησίδα, μη τηρώντας την παραχώρηση προτεραιότητας κατά την είσοδο
- Η διέλευση από τον κόμβο με υπερβολικές ταχύτητες

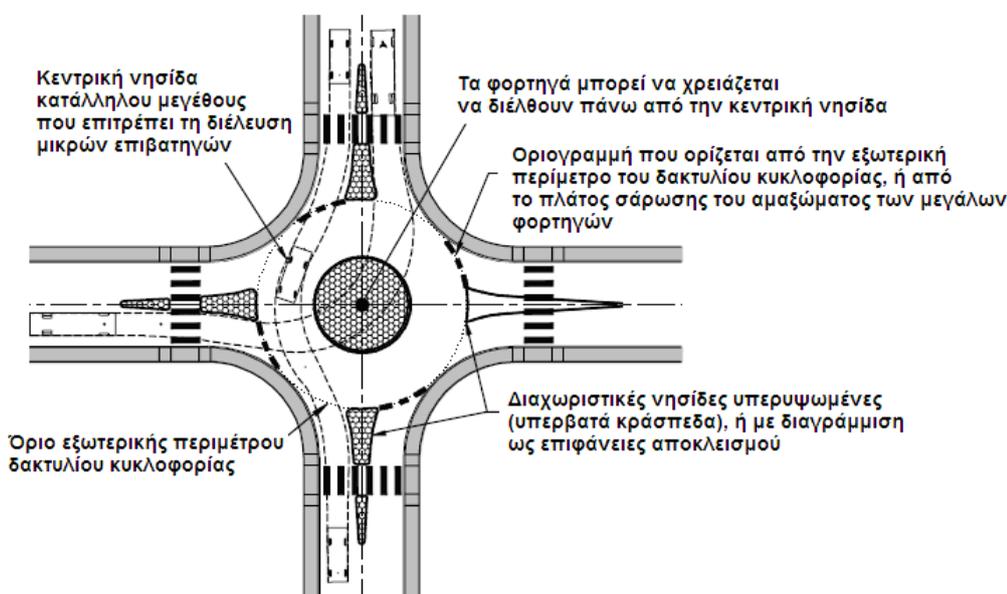
Τα κομβίδια θα πρέπει να σχεδιάζονται όσο το δυνατό μεγαλύτερα, μέσα στη δυνατότητα που παρέχει ο περιορισμένος χώρος. Εντούτοις, η εξωτερική διάμετρος του δακτυλίου κυκλοφορίας, εν γένει, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 30 m. Στην περίπτωση που εφαρμόζεται διάμετρος 30 m, τότε τυπικά η διάμετρος είναι αρκετά μεγάλη, ώστε να εξυπηρετεί τα οχήματα σχεδιασμού με διέλευση γύρω από υπερυψωμένη κεντρική νησίδα. Μια υπερυψωμένη κεντρική νησίδα παρέχει φυσικό δομικό διαχωρισμό ρύθμισης της ταχύτητας των οχημάτων, πράγμα που σημαίνει ότι ο σχεδιασμός «Κ³-1 λωρίδας» είναι προτιμότερος, όταν μπορεί η διάμετρος να είναι ≥ 30 m.

Η πλήρως διελεύσιμη κεντρική νησίδα παρέχει την πλέον σαφή ένδειξη στο χρήστη ότι ο κόμβος είναι μορφής κομβιδίου. Η θέση και το μέγεθος της κεντρικής νησίδας των κομβιδίων (και το αντίστοιχο πλάτος του δακτυλίου κυκλοφορίας) υπαγορεύεται κυρίως από τις απαιτήσεις των μικρών επιβατηγών οχημάτων. Η εκτός του δακτυλίου κυκλοφορίας διέλευση του οχήματος σχεδιασμού θα πρέπει να εξυπηρετείται με διέλευση πάνω από την κεντρική νησίδα, ενώ τα μικρά επιβατηγά θα πρέπει να καθοδηγούνται χωρίς να χρειάζεται να διέλθουν πάνω από την κεντρική νησίδα. Είναι επιθυμητό επίσης να εξυπηρετούνται τα λεωφορεία μέσω του δακτυλίου κυκλοφορίας, ώστε να αποφεύγεται η ενόχληση των επιβατών με τη διέλευση πάνω από την κεντρική νησίδα. Η κεντρική νησίδα τυπικά

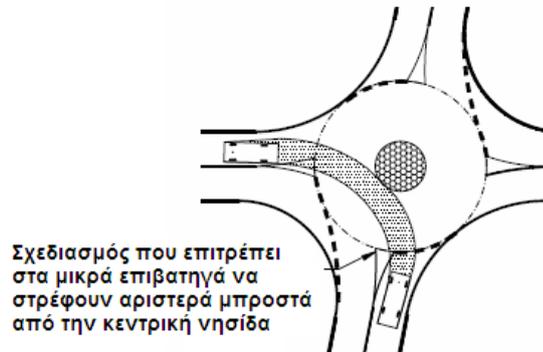
είναι πλήρως διελεύσιμη και μπορεί να είναι υπερυψωμένη, είτε με διαμόρφωση κυρτώματος και υπερβατό κράσπεδο, είτε εντελώς επίπεδη. Η κεντρική νησίδα μπορεί να κατασκευάζεται από σκυρόδεμα ή άλλο υλικό επίστρωσης με ευδιάκριτο έντονο χρωματισμό. Το κύρτωμα της νησίδας θα πρέπει να κατασκευάζεται με εγκάρσια κλίση 5-6% και ύψος στο κέντρο της ≤ 125 mm, καθώς και υπερύψωση στην περίμετρό της κατά 100 mm (βλ. Σχήμα 2.13.3-2) από την επιφάνεια του οδοστρώματος.

Γύρω από την κεντρική νησίδα θα πρέπει να τοποθετείται διαγράμμιση (συνεχής οριογραμμή), ή αυτή να χρωματίζεται με κίτρινο αντανακλαστικό χρώμα σε όλη την επιφάνειά της. Η εφαρμογή υλικού με έντονο ευδιάκριτο χρωματισμό είναι προτιμότερη, ενώ θα υπάρχει και η συνεχής οριογραμμή. Το εξωτερικό ίχνος του αμαξώματος των μικρών επιβατηγών και του μεγαλύτερου οχήματος, που πιθανά θα χρησιμοποιεί τον κόμβο, πρέπει να προσδιορίζεται για όλες τις στρέφουσες κινήσεις και να τοποθετείται η οριογραμμή εισόδου τουλάχιστον 600 mm πέραν από τα ίχνη των οχημάτων. Τα σκέλη του κομβιδίου υπό οξεία γωνία αποτελούν ιδιαίτερη κατάσταση, στην οποία η προχώρηση της θέσης της οριογραμμής εισόδου μπορεί να αποτρέψει την ενδεχόμενη τάση των οδηγών μικρών επιβατηγών να εκτελούν αριστερές στροφές μπροστά από την κεντρική νησίδα.

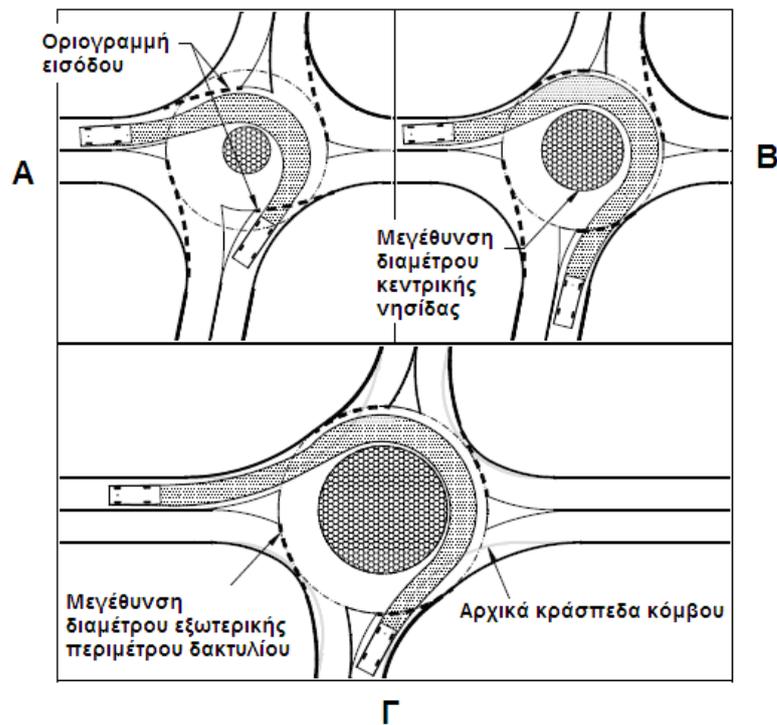
Μια ιδιαίτερη κατάσταση, όπου ο σχεδιασμός επιτρέπει στα μικρά επιβατηγά οχήματα να εκτελούν αριστερή στροφή μπροστά από την κεντρική νησίδα δείχνεται στο Σχήμα 1.3.1-3. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο συνδυασμός του υπό οξεία γωνία σκέλους, το μικρό μέγεθος της κεντρικής νησίδας, καθώς και το μεγάλο πλάτος του δακτυλίου κυκλοφορίας προσφέρουν σε έναν οδηγό τη δυνατότητα αριστερής στροφής μπροστά από την κεντρική νησίδα, αντί της διέλευσης γύρω από αυτήν. Σχετικά με αυτό το ζήτημα υπάρχουν τρεις δυνατές βελτιώσεις στο σχεδιασμό, οι οποίες δείχνονται στο Σχήμα 1.3.1-4 και είναι: η (Α) με προχώρηση της οριογραμμής εισόδου, η (Β) με ταυτόχρονη μεγέθυνση της κεντρικής νησίδας και μείωση του πλάτους του δακτυλίου κυκλοφορίας και η (Γ) με μεγέθυνση της εξωτερικής περιμέτρου του δακτυλίου κυκλοφορίας.



Σχήμα 1.3.1-2: Βασικά χαρακτηριστικά Κομβιδίου



Σχήμα 1.3.1-3: Σχεδιασμός με διέλευση φορτηγών μπροστά από κεντρική νησίδα



Σχήμα 1.3.1-4: Δυνατές βελτιώσεις σχεδιασμού επίλυσης προβλημάτων στροφών

Σε περιπτώσεις κομβιδίων με σκέλη υπό εξαιρετικά οξείες γωνίες, ή έκκεντρες χαράξεις των σκελών, η χρήση δίδυμων κομβιδίων είναι μια άλλη εναλλακτική λύση για να παρέχεται επαρκής δομικός διαχωρισμός στις πορείες των οχημάτων. Αυτή η λύση διευκολύνει την κατάλληλη κυκλική κίνηση για τα μικρά επιβατηγά οχήματα, ενώ παρέχει τη δυνατότητα διέλευσης πάνω από τις νησίδες για τα μεγάλα φορτηγά, όταν αυτά διέρχονται σπάνια από την περιοχή.

Όπως στους μεγάλους Κ³, οι διαχωριστικές νησίδες στις προσβάσεις, εν γένει, χρησιμοποιούνται και στα κομβίδια για να καθοδηγήσουν τα οχήματα, καθώς και να διευκολύνουν την κυκλοφορία γύρω από την κεντρική νησίδα, ενώ ταυτόχρονα να παρέχουν καταφύγιο

στους πεζούς. Οι διαχωριστικές νησίδες (ανάλογα με το μέγεθος του) είναι υπερυψωμένες, ή διελεύσιμες στην περίπτωση που υλοποιούνται ως επιφάνειες αποκλεισμού, όταν τα φορτηγά χρειάζεται να διέλθουν πάνω από αυτές. Γενικά, υπερυψωμένες νησίδες χρησιμοποιούνται όπου είναι δυνατόν από τους περιορισμούς του διαθέσιμου χώρου, ενώ οι νησίδες με απλή διαγράμμιση πρέπει να αποφεύγονται, όταν πράγματι οι περιορισμοί στο διαθέσιμο χώρο δεν είναι ανυπέρβλητοι.

1.3.2 Αστικοί συνεπτυγμένοι (Urban Compact)

Το βασικό χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η σχετικά μικρή διάμετρος της εξωτερικής περιμέτρου 25 – 30 m, με κατασκευή μη υπερβατής κεντρικής νησίδας. Έχουν μία λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση στα σκέλη του κόμβου. Ενδέχεται να χρειαστεί υπερβατή ζώνη πέριξ της κεντρικής νησίδας για εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων.

Αυτή η κατηγορία επιλέγεται συνήθως για λόγους παρόμοιους με εκείνους της κατηγορίας των κομβιδίων, όμως προσφέρει πολύ ευνοϊκό περιβάλλον για πεζούς και ποδηλάτες, λόγω των ήπιων συνθηκών κυκλοφορίας που επιβάλλει.

1.3.3 Αστικοί 1 λωρίδας

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει Κ³ με μία λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση στα σκέλη του κόμβου. Είναι παρόμοιοι με τους αστικούς συνεπτυγμένους, όμως έχουν μεγαλύτερη διάμετρο στην εξωτερική περίμετρο (30 – 40 m) και μεγαλύτερες ακτίνες καμπής στις προσβάσεις πριν από την είσοδο στο δακτύλιο. Οι διαχωριστικές νησίδες είναι υπερυψωμένες, ενώ διαθέτουν υπερβατή ζώνη πέριξ της κεντρικής κυκλικής νησίδας, (αν απαιτείται για την εξυπηρέτηση βαρέων φορτηγών).

Αυτή η κατηγορία επιλέγεται για αστικό περιβάλλον με μεγαλύτερους κυκλοφοριακούς φόρτους από αυτούς που προβλέπονται για την προηγούμενη κατηγορία. Αυτή η κατηγορία επιτρέπει μεγαλύτερα μεγέθη ταχυτήτων κίνησης και χωρητικότητας.

1.3.4 Αστικοί 2 λωρίδων

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τους Κ³ σε αστικό περιβάλλον, που έχουν τουλάχιστο σε ένα κλάδο πρόσβασης δύο λωρίδες στην κατεύθυνση εισόδου στο δακτύλιο. Η γεωμετρία τους είναι παρόμοια με αυτή των αστικών Κ³ μίας λωρίδας, όμως απαιτεί μεγαλύτερη επιφάνεια, ώστε να επιτρέπεται η κίνηση των οχημάτων σε δυο στοίχους επί του δακτυλίου κυκλοφορίας.

Αυτοί οι κόμβοι συνιστώνται όταν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι μεγαλύτεροι από αυτούς που δικαιολογούν την κατασκευή των προηγούμενων κατώτερων κατηγοριών Κ³.

1.3.5 Υπεραστικοί 1 λωρίδας

Είναι παρόμοιες διατάξεις με τις αντίστοιχες αστικές, όμως έχουν γεωμετρία με μεγαλύτερες ακτίνες, ώστε να επιτρέπονται υψηλότερες ταχύτητες επί του δακτυλίου και στις εξόδους. Συνήθως δεν υπάρχει υπερβατή ζώνη πέριξ της κεντρικής νησίδας, αφού οι μεγάλες ακτίνες στο δακτύλιο κυκλοφορίας επιτρέπουν την άνετη κυκλική κίνηση βαρέων φορτηγών.

Επειδή συχνά τοποθετούνται σε περιβάλλον όπου αναπτύσσονται ελεύθερα αρκετά υψηλές ταχύτητες, ενδέχεται να απαιτούν μέτρα περιορισμού της ταχύτητας των οχημάτων,

όπως σήμανση, ειδική γεωμετρία (καμπυλοειδής, βλ. Σχήμα 2.7-3) στους κλάδους εισόδου κτλ.

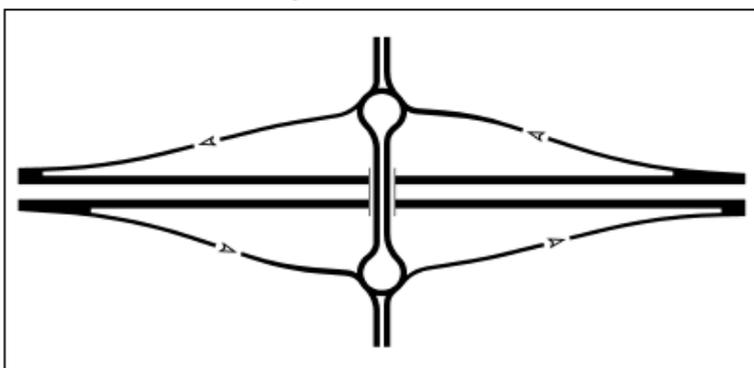
1.3.6 Υπεραστικοί 2 λωρίδων

Είναι παρόμοιοι με τους αντίστοιχους υπεραστικούς μίας λωρίδας, ενώ έχουν δύο λωρίδες στο δακτύλιο κυκλοφορίας και τουλάχιστον για ένα από τους κλάδους πρόσβασης, έστω μόνο σε τμήμα αυτού πριν από την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Η διάμετρος της περιμέτρου είναι συνήθως μεγαλύτερη και οι ταχύτητες είναι υψηλότερες.

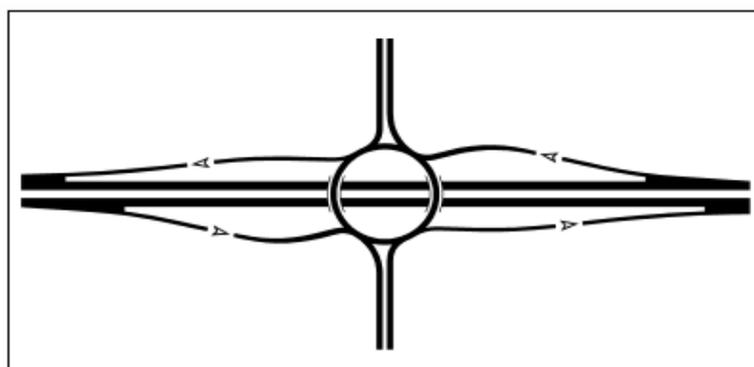
1.4 Εφαρμογή Κ³ σε Ανισόπεδους Κόμβους

Οι Κ³ μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες παραλλαγές ανισόπεδων κόμβων, αντικαθιστώντας τις διασταυρώσεις, που δημιουργούνται σε ένα από τα επίπεδά τους. Πιο συνηθής περίπτωση εφαρμογής Κ³ είναι αυτή της διασταύρωσης αστικών αυτοκινητοδρόμων με δευτερεύουσες αρτηρίες. Η παρουσία των Κ³ μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση των προβλημάτων ουρών και καθυστερήσεων επί των σκελών του κόμβου που συνιστούν τη δευτερεύουσα οδό.

Η πιο τυπική περίπτωση χρήσης της μορφής Κ³ εφαρμόζεται σε ανισόπεδους κόμβους μορφής ρόμβου ενός ή δύο σημείων διασταύρωσης. Οι ισόπεδες διασταυρώσεις επί της δευτερεύουσας οδού διαμορφώνονται σε Κ³, όπως φαίνεται στις δυο εναλλακτικές στο Σχήμα 1.4-1.



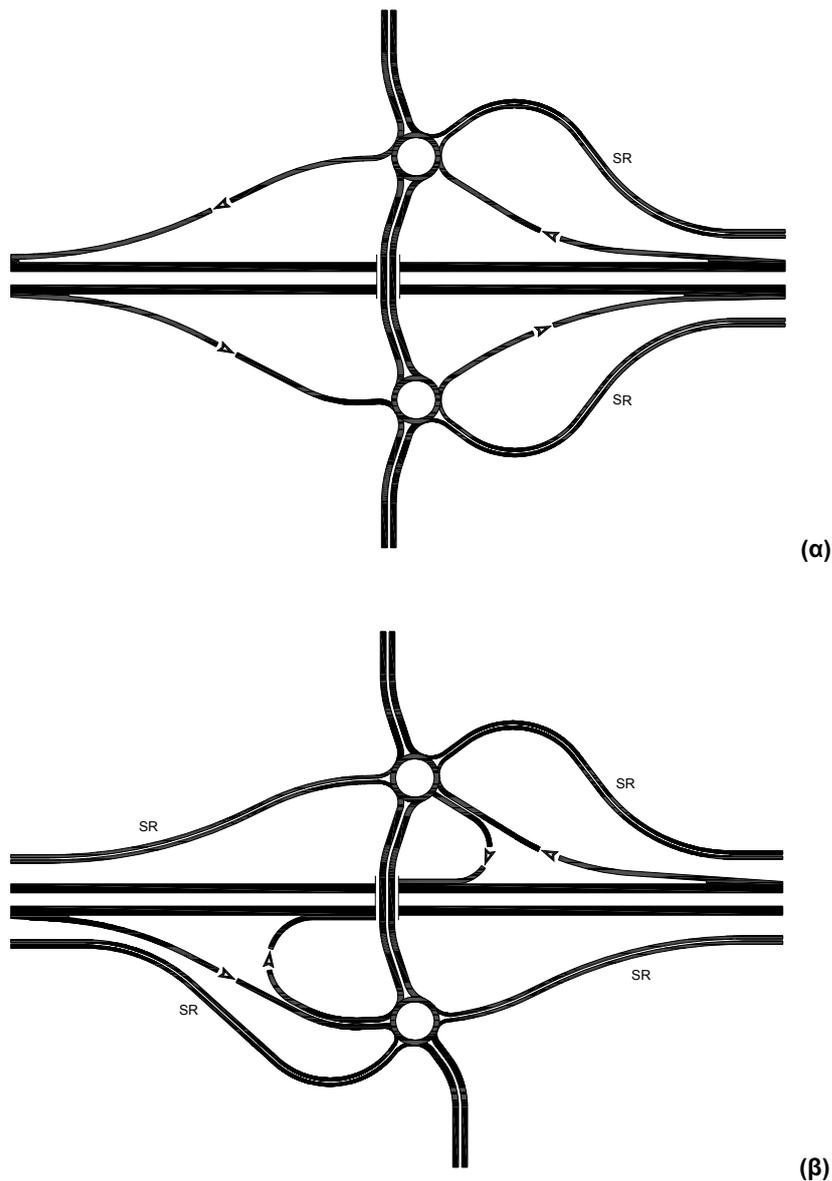
Δυο σημείων διασταύρωσης με χρήση ζεύγους Κ³ με τη διάταξη διπλής σταγόνας



Ενός σημείου διασταύρωσης με χρήση ενός Κ³

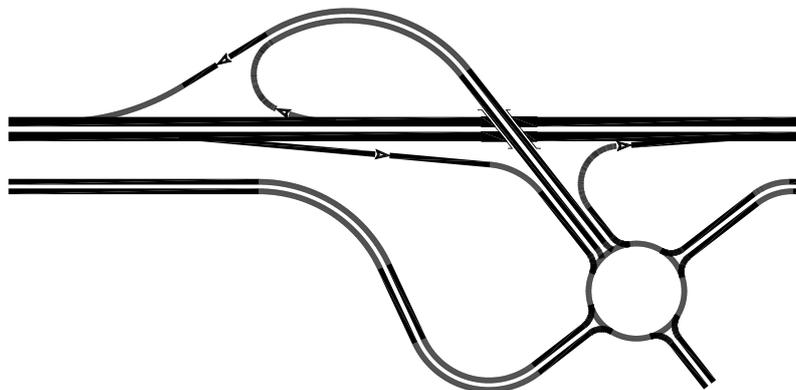
Σχήμα 1.4-1: Εφαρμογή Κ³ σε ανισόπεδους κόμβους μορφής ρόμβου

Η κατασκευή Κ³ είναι ακόμα πιο ελκυστική λύση σε περίπτωση όπου, στις διασταυρώσεις επί της δευτερεύουσας οδού συμβάλλουν και άλλες οδοί, όπως π.χ. παράπλευρες οδοί εξυπηρέτησης (βλ. Σχήμα 1.4-2). Ειδικά στην περίπτωση ΑΚ με υποχρεωτική τη μορφή μισό τετράφυλλο όπως στο Σχήμα 1.4-2, (β), η χρήση των δυο Κ³ αποτελεί την ιδανικότερη λύση για τη λειτουργία 5-σκελούς κόμβου.



Σχήμα 1.4-2: Ενδεικτικές περιπτώσεις ΑΚ με δύο Κ³ και πολλαπλά σκέλη

Παρόμοια πλεονεκτήματα προσφέρει η μορφή Κ³ στην περίπτωση ανάγκης αποκατάστασης της συνέχειας παράπλευρου οδικού άξονα, αλλά και πρόσβασης σε ανισόπεδο κόμβο μορφής τρομπέτας, όπως δείχνεται στο Σχήμα 1.4-3.

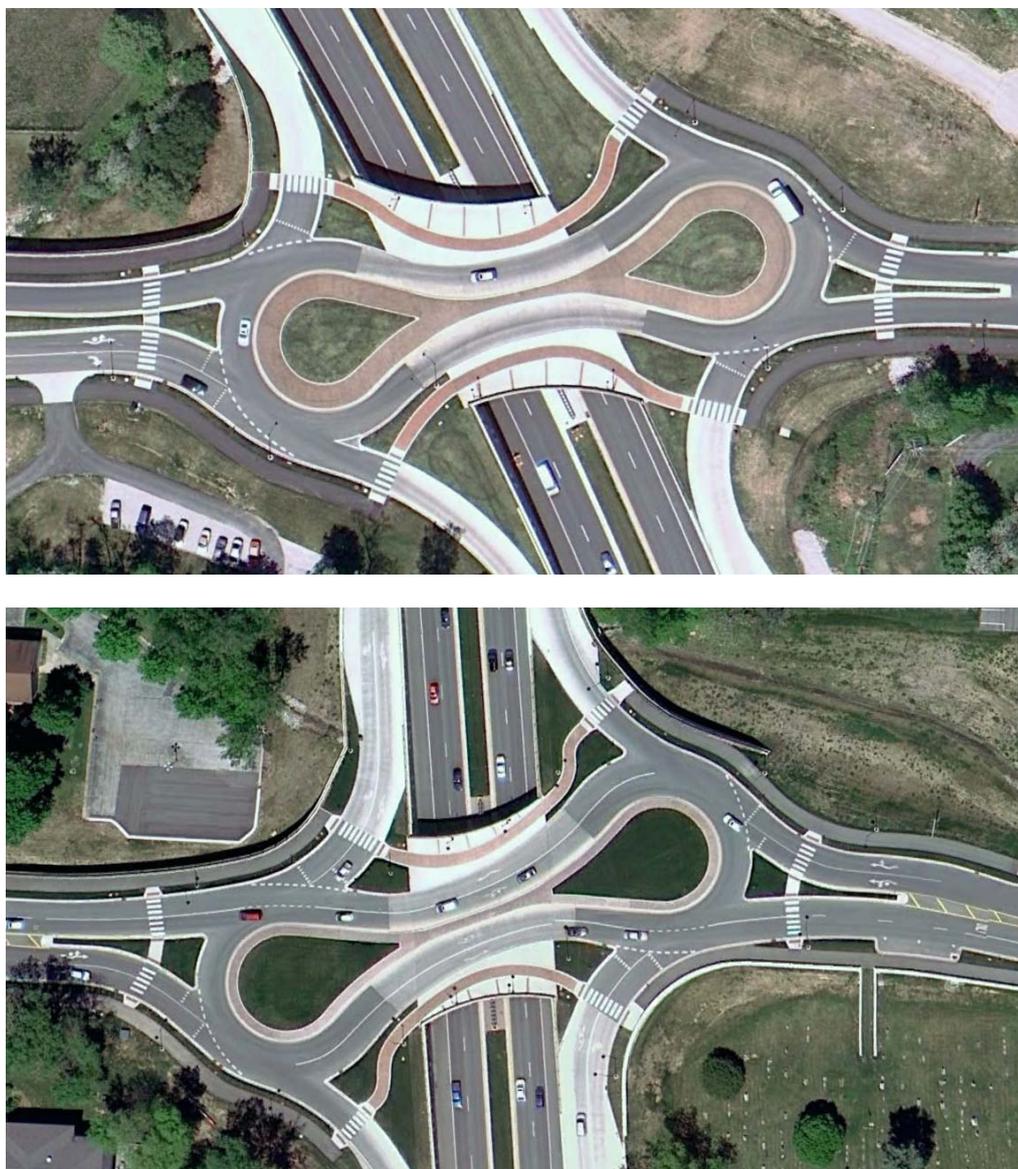


Σχήμα 1.4-3: Εφαρμογή Κ³ σε ανισόπεδο κόμβο μορφής τρομπέτας

Μια πιο ειδική περίπτωση σχεδιασμού Κ³ σε ανισόπεδο κόμβο είναι η διάταξη της διπλής σταγόνας (βλ. Εικόνες 1.4-1 και 1.4-2). Σε αυτή τη διάταξη οι δύο Κ³ πρακτικά λειτουργούν ως ένας επιμήκης ενιαίος Κ³. Το πλεονέκτημα αυτής της διάταξης είναι η αποτροπή της κατά λάθος εισόδου σε κλάδο αντίθετης ροής, προσφέροντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα αναστροφής, που μπορεί να χρειάζονται οι παρόδιες (στη δευτερεύουσα οδό) χρήσεις γης. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στη γεωμετρία και τη σήμανση, ώστε να επιτυγχάνεται κατάλληλη ρύθμιση των ταχυτήτων και σωστή καθοδήγηση των οδηγίων.



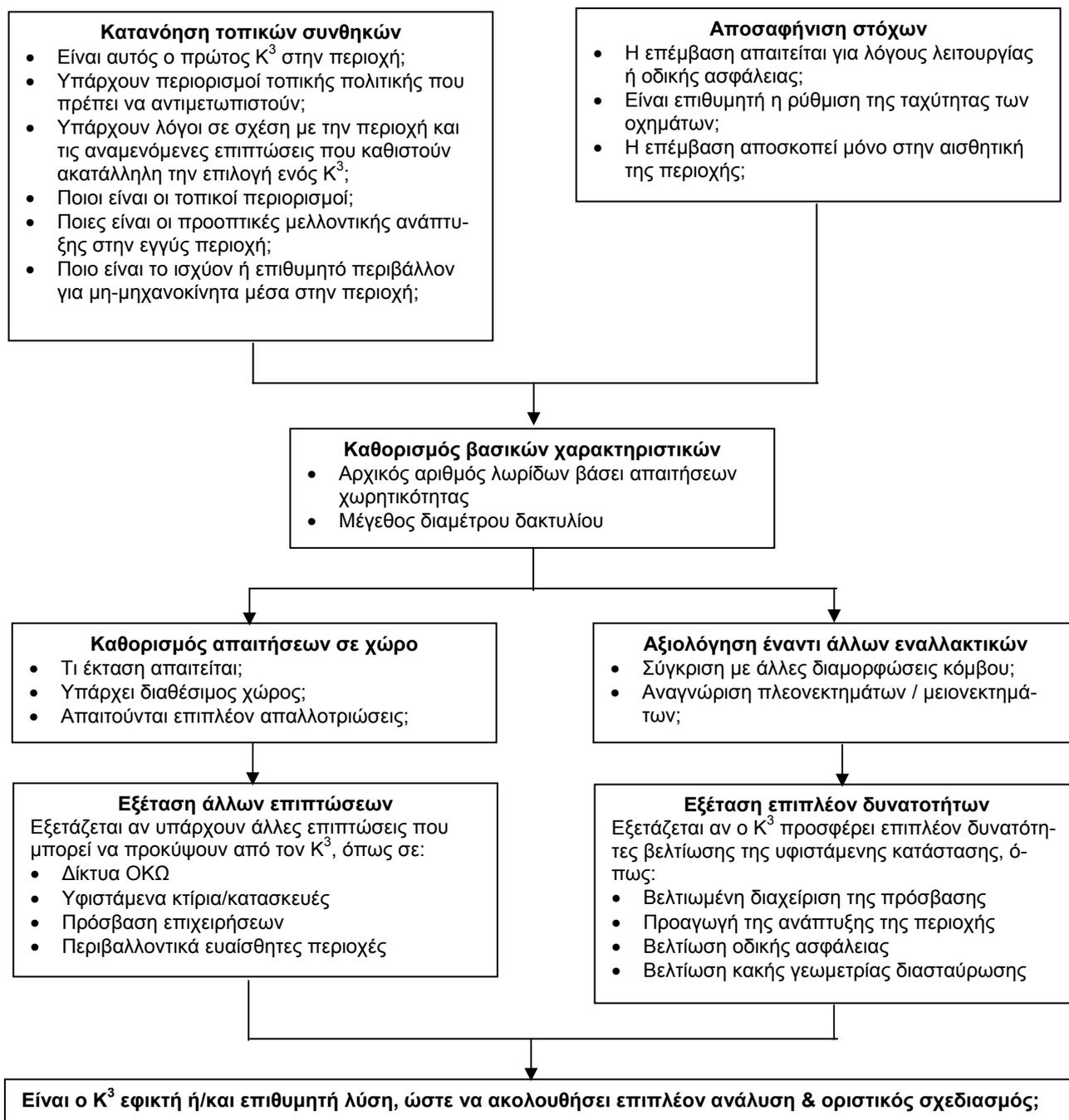
Εικόνα 1.4-1: Παράδειγμα Κ³ μορφής διπλής σταγόνας (Indiana, ΗΠΑ)



Εικόνα 1.4-2: Άλλα παραδείγματα Κ³ μορφής διπλής σταγόνας

1.5 Διαδικασία Επιλογής ως Λύσης της Μορφής Κ³

Η διαδικασία επιλογής ως λύσης της μορφής Κ³ περιλαμβάνει διάφορα στάδια, από την αρχική σύλληψη και την αναγνώριση των τοπικών αναγκών και περιορισμών, έως την ενδεχόμενη διαπραγμάτευση με τους τοπικούς φορείς, και τελικά τον οριστικό σχεδιασμό της λύσης. Μια τυπική διαδικασία, για τη λήψη αποφάσεων, σε σχέση με την επιλογή ή απόρριψη της λύσης με μορφή Κ³ σε μια περιοχή, πριν από την εκτέλεση των οριστικών αναλύσεων και την εκπόνηση των λεπτομερών μελετών, παρουσιάζεται στο διάγραμμα του επόμενου Σχήματος 1.5-1.



Σχήμα 1.5-1: Αρχικά στάδια διαδικασίας απόφασης επιλογής κατασκευής ενός Κ³

1.6 Εφαρμογή Κ³ σε Ισόπεδες Διασταυρώσεις Τροχιόδρόμων

Η χωροθέτηση ισόπεδου κόμβου κοντά σε ισόπεδη διασταύρωση με τροχιόδρομο, εν γένει πρέπει να αποφεύγεται. Εντούτοις, μερικές φορές αυτή είναι αναπόφευκτη, οπότε η κατασκευή Κ³ εμπλέκεται αναγκαστικά με ισόπεδη διασταύρωση τροχιοδρόμου. Ανάλογα με την περίπτωση ο Κ³, είτε λειτουργεί μερικώς κατά τη διάρκεια της διέλευσης του συρμού, ή κλείνει τελείως, επιτρέποντας αντίστοιχα τα οχήματα ή το συρμό να διέλθουν από τον κόμβο. Όπου εμπλέκεται ισόπεδη διασταύρωση τροχιοδρόμου με Κ³, ο σχεδιασμός πρέπει να περιλαμβάνει την εγκατάσταση διατάξεων ρύθμισης της κυκλοφορίας (όπως είναι τα δρύφακτα και οι αναλάμποντες φανοί). Αυτές οι ρυθμίσεις ακολουθούν τους κανόνες που ορίζονται στις ΟΜΟΕ-ΚΣΟ (βλ. §Ε1.2.6) για ισόπεδες διασταυρώσεις οδών και τροχιοδρόμων. Ένα πραγματικό παράδειγμα για το είδος εμπλοκής (β), που αναφέρεται στη συνέχεια, δίνεται στην Εικόνα Β-5 του Παραρτήματος Β.

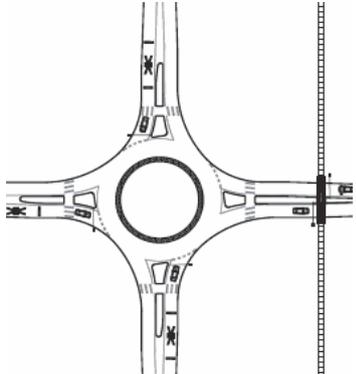
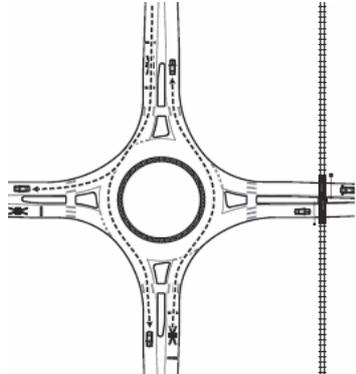
Υπάρχουν τρεις κοινές περιπτώσεις κατά τις οποίες ένας τροχιόδρομος μπορεί να εμπλέκεται στη λειτουργία ενός Κ³. Αυτές απεικονίζονται στα επόμενα Σχήματα 1.6-1, 1.6-2 και 1.6-3 και αφορούν σε τρία είδη εμπλοκής:

- α. Ο τροχιόδρομος διασταυρώνει ένα σκέλος του Κ³ (βλ. Σχήμα 1.6-1)
- β. Ο τροχιόδρομος διασταυρώνει διαγωνίως τα σκέλη του Κ³, διερχόμενος περίπου από το κέντρο του κύκλου (βλ. Σχήμα 1.6-2)
- γ. Ο τροχιόδρομος βρίσκεται στην κεντρική νησίδα ενός των οδικών, διερχόμενος από το κέντρο του Κ³ (βλ. Σχήμα 1.6-3)

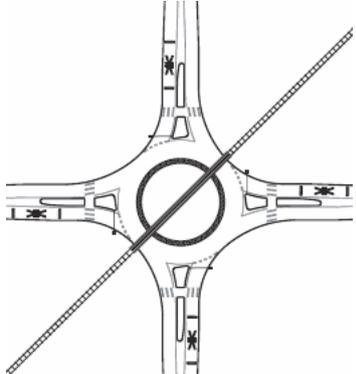
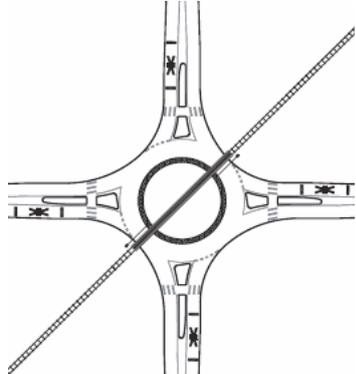
Σε καμία περίπτωση, δεν πρέπει να επιβάλλεται στην οδική κυκλοφορία η στάση επί του τροχιοδρόμου.

Η ρύθμιση της κυκλοφορίας με δρύφακτα, για τον τροχιόδρομο που διέρχεται από το κέντρο του Κ³ (περιπτώσεις β και γ), μπορεί να παρέχεται με 2 τρόπους:

- α. Εγκατάσταση δρύφακτων μόνο σε δυο θέσεις, ενώπιον του τροχιοδρόμου (βλ. Σχήμα 1.6-2 και 1.6-3, υποπεριπτώσεις β)
- β. Εγκατάσταση δρύφακτων σε περισσότερες θέσεις, όπως δείχνεται στα Σχήματα 1.6-2 και 1.6-3 υποπεριπτώσεις α

	
<p>α. Δρύφακτα (5) σε όλες τις εισόδους</p>	<p>β. Δρύφακτα (2) μόνο στις προσβάσεις του τροχιοδρόμου</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Επιτρέπει σε όλα τα εξερχόμενα οχήματα να εκκενώσουν τον Κ³ πριν από την άφιξη του συρμού • Προκαλεί αυξημένη καθυστέρηση, ιδιαίτερα όπου οι επικρατούσες κινήσεις είναι οι διερχόμενες παράλληλα με τον τροχιόδρομο • Προτιμάται όπου η διασταύρωση του τροχιοδρόμου βρίσκεται εγγύς του Κ³, ενώ δεν υπάρχει επαρκές μήκος αποθήκευσης μεταξύ του δακτυλίου κυκλοφορίας και του τροχιοδρόμου 	<ul style="list-style-type: none"> • Μειώνει τις καθυστερήσεις επί του Κ³ επιτρέποντας στα ¾ των κινήσεων να συνεχίζουν την κανονική λειτουργία με την παρουσία του συρμού • Απαιτεί προσεκτική ανασκόπηση του διαχωρισμού με τον τροχιόδρομο και της χωρητικότητας του διαθέσιμου μήκους αποθήκευσης

Σχήμα 1.6-1: Διασταύρωση τροχιοδρόμου σε ένα σκέλος του Κ³

	
<p>α. Δρύφακτα (4) σε όλες τις εισόδους</p>	<p>β. Δρύφακτα (2) επί του δακτυλίου κυκλοφορίας</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Μεγιστοποιεί την ασφάλεια επιβάλλοντας τη στάση των οχημάτων σε όλες τις εισόδους, ώστε να εμποδίζεται η εμπλοκή με τον τροχιόδρομο • Εισάγει ελάχιστον αυξήσεις σε καθυστέρηση, ιδιαίτερα όπου υπάρχουν στροφές βαριάς κυκλοφορίας • Προτιμάται σε Κ³ μικρής διαμέτρου, όπου η αποθήκευση ουράς επί του δακτυλίου κυκλοφορίας είναι περιορισμένη 	<ul style="list-style-type: none"> • Ελάχιστονα οφέλη από άποψη καθυστερήσεων όπου υπάρχουν στροφές βαριάς κυκλοφορίας, που μπορεί να εξυπηρετηθούν ενώ είναι παρών ο συρμός • Πλέον πρακτική σε Κ³ μεγάλης διαμέτρου, όπου είναι διαθέσιμη αποθήκευση ουράς για τα οχήματα ευθείας κατεύθυνσης και αριστερής στροφής

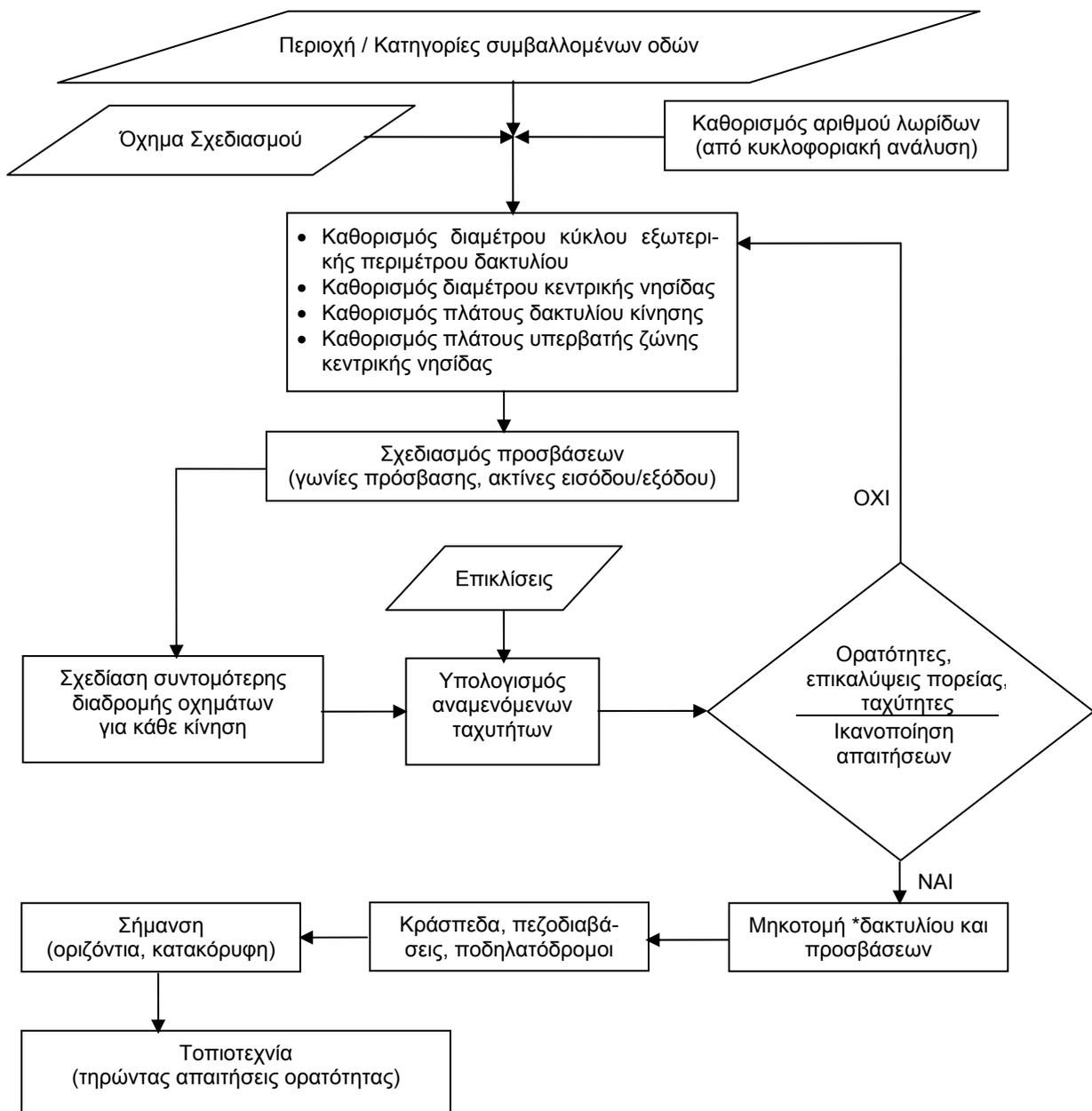
Σχήμα 1.6-2: Διασταύρωση τροχιοδρόμου από το κέντρο και διαγωνίως του Κ³

<p>α. Δρύφακτα (4) σε όλες τις εισόδους</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μεγιστοποιεί την ασφάλεια επιβάλλοντας τη στάση των οχημάτων σε όλες τις εισόδους, ώστε να εμποδίζεται η εμπλοκή με τον τροχιόδρομο • Προκαλεί πρόσθετη καθυστέρηση 	<p>β. Δρύφακτα (2) επί του δακτυλίου κυκλοφορίας</p> <ul style="list-style-type: none"> • Χρησιμοποιείται όπου: <ul style="list-style-type: none"> – ο φόρτος αριστερής στροφής επί του τροχιόδρομου είναι μικρός – η μεγάλη διάμετρος προσφέρει αποθήκευση στα οχήματα αριστερής στροφής – ο δακτύλιος κυκλοφορίας έχει 2 ή περισσότερες λωρίδες που επιτρέπουν στα διερχόμενα οχήματα να παρακάμπτουν τις ουρές • Παρέχει μειωμένη καθυστέρηση • Προκαλεί ταυτόχρονες συγκρούσεις μεταξύ συρμού, οχημάτων σε ουρά, καθώς και της διερχόμενης κυκλοφορίας

Σχήμα 1.6-3: Διέλευση τροχιόδρομου στην κεντρική νησίδα των δυο εκατέρωθεν σκελών του Κ³

1.7 Βήματα Σχεδιασμού Κόμβων Κυκλικής Κίνησης

Μετά από την απόφαση για κατασκευή ενός Κ³ ακολουθεί ο λεπτομερής σχεδιασμός. Ορισμένα στοιχεία του κόμβου θα πρέπει να σχεδιάζονται κατά προτεραιότητα, ενώ ο σχεδιασμός ενδέχεται να απαιτεί συνεχή επαναπροσδιορισμό μέχρι την επίτευξη μιας συνολικά αποδεκτής λύσης. Αυτή η διαδικασία απεικονίζεται στο ακόλουθο διάγραμμα (βλ. Σχήμα 1.7-1).



* Ειδικά σε περιπτώσεις έντονου ανάγλυφου και μεγάλων κλίσεων, ενδέχεται ο σχεδιασμός της μηκοτομής να οδηγήσει σε αλλαγή συνολικού σχεδιασμού προς ικανοποίηση απαιτήσεων.

Σχήμα 1.7-1: Βήματα σχεδιασμού κόμβου κυκλικής κίνησης

1.8 Γενικές Συστάσεις Σχεδιασμού Κόμβων Κυκλικής Κίνησης

Μερικές γενικές συμβουλές προς τους μελετητές, ως προς το σχεδιασμό των Κ³, παρουσιάζονται στη συνέχεια. Συγκεκριμένα πρέπει:

- Να βεβαιώνεται η πλήρης γνώση του προβλήματος (λειτουργίας και οδικής ασφάλειας) πριν από τη διαμόρφωση της λύσης.
- Να υπάρχει ενημέρωση για όλους τους περιορισμούς (περιλαμβανομένων των απαλοτριώσεων, των δικτύων ΟΚΩ ή άλλων, των τεχνικών έργων, του περιβάλλοντος, κλπ.), οι οποίοι μπορεί να επηρεάζουν τη διαθέσιμη επιφάνεια για την ανάπτυξη του κόμβου. Οι Κ³ συνήθως απαιτούν κατάληψη περισσότερης έκτασης στις γωνίες ενός υφιστάμενου ισόπεδου κόμβου διασταύρωσης ή συμβολής. Εντούτοις, αυτοί μπορεί να χρειάζονται συνολικά λιγότερη επιφάνεια για διαπλάτυνσεις στις οδούς που συμβάλλουν στον κόμβο, σε σχέση με τις ανάγκες σχεδιασμού ενός σηματοδοτούμενου ισόπεδου κόμβου.
- Να είναι γνωστά τα είδη των οχημάτων, που θα χρησιμοποιούν τον κόμβο και να επιλέγεται το όχημα σχεδιασμού με βάση τη χωροθέτηση του κόμβου, τις περιβάλλουσες χρήσεις γης που θα τροφοδοτήσουν την κυκλοφορία του κόμβου, την κατηγορία της κάθε συμβάλλουσας οδού, καθώς και τυχόν άλλες παραμέτρους. Η επιλογή του οχήματος σχεδιασμού συχνά αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα, που προσδιορίζει την ακτίνα της εξωτερικής περιμέτρου του δακτυλίου κυκλοφορίας και το πλάτος οδοστρώματος στις εισόδους και εξόδους, ειδικά στην περίπτωση δακτυλίου με πλάτος μιας λωρίδας κυκλοφορίας.
- Να παρέχεται η δυνατότητα κυκλοφορίας στο μεγαλύτερο όχημα, που πιθανά θα χρησιμοποιεί τον κόμβο. Όταν ο σχεδιασμός του κόμβου δεν είναι ο κατάλληλος για την εξυπηρέτηση φορτηγών, τότε μπορεί να παρουσιάζονται πρόωρες φθορές, λόγω της διέλευσης των φορτηγών πάνω από τα κράσπεδα και τα πεζοδρόμια.

2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

2.1 Όχημα Σχεδιασμού

Σε όλες τις οδούς κατηγορίας ΑΙΙΙ ή ανώτερης και ΒΙΙΙ ή ανώτερης των ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ, οι κόμβοι κυκλικής κίνησης θα σχεδιάζονται με κατάλληλες διαστάσεις (εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου κυκλοφορίας, πλάτος υπερβατής ζώνης της κεντρικής νησίδας), ώστε να εξυπηρετείται το αρθρωτό φορτηγό όχημα (ανεξάρτητο ρυμουλκό με ημι-ρυμουλκούμενο), εκτός αν αλλιώς ορίσει η αρμόδια Υπηρεσία, τεκμηριώνοντας την απόφαση της για άλλο όχημα σχεδιασμού. Σε όλες τις άλλες κατώτερες κατηγορίες οδών, η επιλογή του οχήματος σχεδιασμού θα γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τα αναφερόμενα στην επόμενη παράγραφο.

Το όχημα σχεδιασμού καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες, περιλαμβανομένων αλλά όχι περιοριστικά, των λειτουργικών κατηγοριών των οδών που συμβάλλουν στον κόμβο, του χαρακτήρα της περιοχής που παράγει/έλκει την κυκλοφορία στις συμβαλλόμενες οδούς (π.χ. αστική ή υπεραστική, εμπορική/βιομηχανική, κατοικίας), της σύνθεσης κυκλοφορίας (δηλαδή, ποσοστό βαρέων οχημάτων) και του κυκλοφορικού φόρτου που εξυπηρετεί ο κόμβος. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτοί οι παράγοντες μπορεί να ε-

πιτρέπουν ως όχημα σχεδιασμού μικρότερο, ή μεγαλύτερο από το αρθρωτό φορτηγό (π.χ. σε οδούς όπου περιστασιακά επιτρέπεται η διέλευση φορτίων μεγαλύτερου πλάτους, ή και μήκους από τα μέγιστα επιτρεπόμενα κατά τον ΚΟΚ).

2.2 Στοιχεία Σχεδιασμού

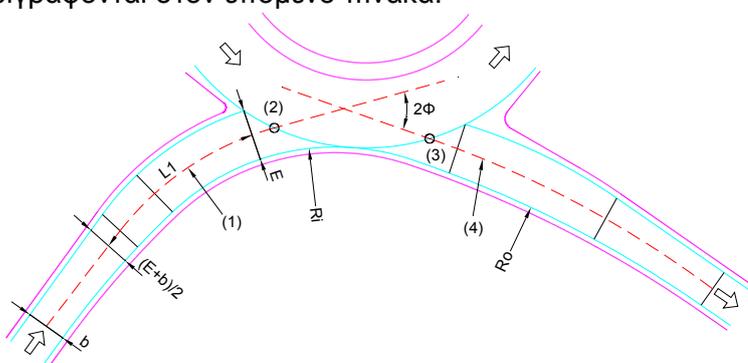
Τα συνιστώμενα μεγέθη διαμέτρου του κύκλου της εξωτερικής περιμέτρου του δακτυλίου κυκλοφορίας, ανάλογα με την περιοχή που εξυπηρετούν οι συμβαλλόμενες οδοί του κόμβου, την κατηγορία του κόμβου και τον αριθμό των λωρίδων του δακτυλίου, αναφέρονται στον επόμενο Πίνακα 2.2-1, ενώ οι λεπτομερείς διαστάσεις του δακτυλίου αναφέρονται στον Πίνακα 2.2-4.

Πίνακας 2.2-1: Συνιστώμενη διάμετρος κύκλου εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου

Κατηγορία Κ ³	Όχημα σχεδιασμού Μήκος οχήματος [m]	*Διάμετρος f [m] (βλ. Πίνακα 2.2-4)
Κομβίδιο	Λεωφορείο / 12,00 (βλ. Μέρος 1, Παρ. Α, §3.1)	15-30
Αστικός Συνεπτυγμένος		25-35
Αστικός 1 Λωρίδας	Φορτηγό / 16,50 (βλ. Μέρος 1, Παρ. Α, §4.3)	35-45
Αστικός 2 Λωρίδων		45-70
Υπεραστικός 1 Λωρίδας	Φορτηγό / 18,70 (βλ. Μέρος 1, Παρ. Α, §4.4)	40-60
Υπεραστικός 2 Λωρίδων		55-75

* Τα μεγέθη αφορούν σε κόμβους με αριθμό σκελών το πολύ 4, που διασταυρώνονται με γωνίες περίπου 90°

Οι βασικές γεωμετρικές παράμετροι σχεδιασμού των Κ³ απεικονίζονται στο επόμενο Σχήμα 2.2-1 και περιγράφονται στον επόμενο πίνακα.



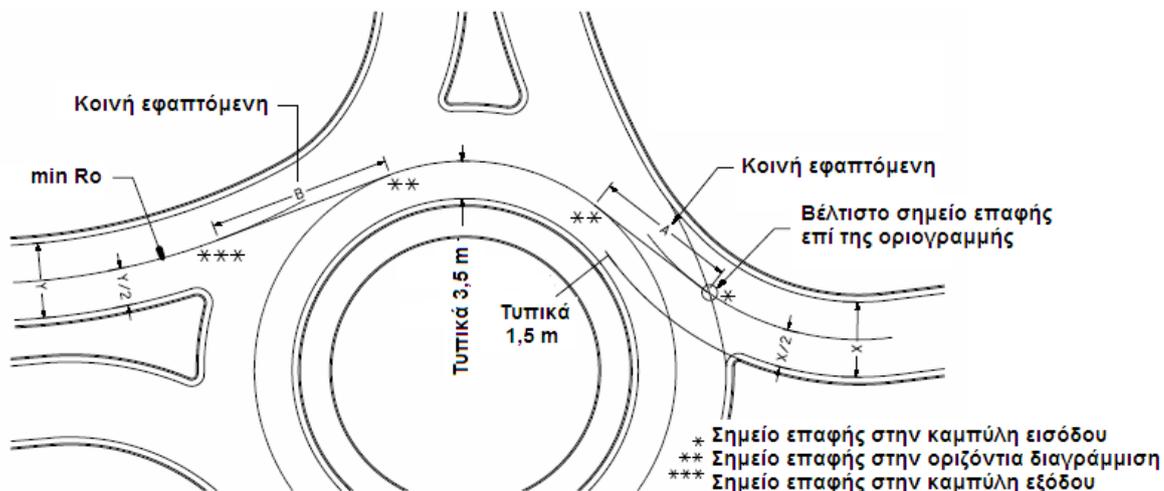
- b: Κανονικό πλάτος λωρίδας της κανονικής διατομής της οδού πρόσβασης
- E: Πλάτος εισόδου μιας λωρίδας
- L1: Το ήμισυ του μήκους ανάπτυξης της διαπλάτυνσης από πλάτος b σε E
- Φ: Γωνία εισόδου
- (1): Καμπύλη στο μέσον της διαπλάτυσμης λωρίδας εισόδου
- (2): Σημείο τομής της προηγούμενης καμπύλης επί της οριογραμμής του δακτυλίου κυκλοφορίας. Αρχή της εφαπτομένης προς την εσωτερική περίμετρο του δακτυλίου
- (3): Σημείο επαφής επί της καμπύλης εξόδου στη θέση της οριογραμμής του δακτυλίου κυκλοφορίας. Αρχή της εφαπτομένης προς την εσωτερική περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας
- (4): Καμπύλη στο μέσον της διαπλάτυσμης λωρίδας εξόδου

Σχήμα 2.2-1: Γεωμετρικές παράμετροι σχεδιασμού

Πίνακας 2.2-2: Τυπικά πεδία τιμών σχεδιασμού γεωμετρικών παραμέτρων

Γεωμετρικές παράμετροι (βλ. Σχήμα 2.2-1)	Αριθμός λωρίδων στην είσοδο		
	1 λωρίδα	2 λωρίδες	3 λωρίδες
Πλάτος εισόδου (μεταξύ κρασπέδων) (E)	5,5-6,7 m	7,3-8,5 m	10,4-12,2 m
Αποτελεσματικό τμήμα μήκους διαπλάτυνσης (L1)	5 m (σε 1 λωρίδα) έως 100 m (σε 3 λωρίδες) Εάν χρειάζεται για αυξημένη κυκλοφοριακή ικανότητα		
Ακτίνα εισόδου (Ri)	17-27 m	17-30 m	20-30 m
Γωνία εισόδου (Φ)	20°-40°		
Διάμετρος εξωτερικής περιμέτρου (f)	35-45 m	50-65 m	60-90 m
Πλάτος δακτυλίου κυκλοφορίας (c)	E έως 1,2E (του μέγιστου E)		
Ακτίνα εξόδου (Ro)	Πρέπει $R_o > R_i$ ($R_o = 60$ έως 300 m)		

Στην περίπτωση λειτουργίας δυο λωρίδων στο δακτύλιο κυκλοφορίας και στον κλάδο εισόδου, ο έλεγχος για την αποφυγή της επικάλυψης της πορείας εισόδου και εξόδου γίνεται με βάση το επόμενο Σχήμα 2.2-2.



Διάσταση	Ελάχιστη [m]	Επιθυμητή [m]
A	8,0	12,0-15,0
B	8,0	≥12,0

Σχήμα 2.2-2: Μέθοδος ελέγχου επικάλυψης πορείας

Η καταλληλότητα της γεωμετρίας του Κ³ ελέγχεται με τη σχεδίαση της συντομότερης διαδρομής και τον υπολογισμό των ταχυτήτων σε κάθε μια από τις καμπύλες με τις ακτίνες R1, R2, R3, R4, R5 (βλ. Σχήμα 4.4-1). Οι προτεινόμενες ακτίνες λαμβάνονται από τον επόμενο πίνακα. Ο έλεγχος γίνεται με υπολογισμό των αναπτυσσομένων ταχυτήτων κατά μήκος της συντομότερης διαδρομής, προκειμένου να επιβεβαιωθεί ότι οι εν λόγω ταχύτητες δεν διαφέρουν μεταξύ τους περισσότερο από 20 km/h.

Πίνακας 2.2-3: Μέγεθος ακτινών συντομότερης διαδρομής και ταχύτητες

Γεωμετρία συντομότερης διαδρομής βλ Σχήμα 4.4-1		Ακτίνες – Ταχύτητες δακτυλίου κυκλοφορίας			
		1 Λωρίδας		2 Λωρίδων	
		R _{max} [m]	V [km/h]	R _{max} [m]	V [km/h]
R1	Εισόδου	26-30	32	46-54	40
R2	Δακτυλίου	30-35	31	54-63	40
R3	Εξόδου	46-54	40	46-54	40
R4	Αριστερής στροφής	30-35	31	54-63	40
R4	Ελάχιστη*	5,5-6,0	16	10-11	20
R5	Δεξιάς στροφής	46-54	40	46-54	40

* Η ελάχιστη τιμή της R4 απαιτείται για μείωση πιθανών νωτο-μετωπικών συγκρούσεων από υπερβολική διαφορά ταχυτήτων

Σημείωση: Οι τιμές των ακτινών δίνονται σε ένα εύρος πεδίου για τιμές επικλίσεων +2% για τις R1, R3 και R5, και -2% για τις R2 και R4.

Οι ταχύτητες για κάθε μια από τις καμπύλες που έχουν ακτίνα R1 έως και R5 μπορεί να υπολογίζονται με τις ακόλουθες εξισώσεις:

Καμπύλες	Εξισώσεις
R1, R3 και R5 ⁽¹⁾	$V=8,7602 \cdot R^{0,3861}$
R2 και R4 ⁽²⁾	$V=8,6164 \cdot R^{0,3673}$

⁽¹⁾ Η εξίσωση υπολογίζει την ταχύτητα [km/h] με την παραδοχή ότι η τιμή της επίκλισης είναι +2%

⁽²⁾ Η εξίσωση υπολογίζει την ταχύτητα [km/h] με την παραδοχή ότι η τιμή της επίκλισης είναι -2%

Πίνακας 2.2-4: Διαστάσεις γεωμετρικών παραμέτρων σχεδιασμού σε Κ³

Στοιχεία		f	R1	b
		[m]	[m]	[m] ⁽¹⁾
Δακτύλιος κυκλοφορίας	2 Λωρίδων	80	29,5	1,0
		70	23,5	2,0
		60	18,5	2,0
		54	15,0	2,5
		46	10,5	3,0
	1 Λωρίδας	54	17,5	0
		46	12,0	1,5
		40	12,0	1,5
		34	9,0	1,5
		30	6,0	2,5
		24	3,5	2,5
		24	5,0	0 ⁽²⁾
		16	1,0	0 ⁽³⁾

- (1) Το πλάτος υπερβατικής ζώνης καλύπτει την εξυπηρέτηση φορτηγού ρυμουλκού με ημιρυμουλκούμενο εκτός από τις επόμενες περιπτώσεις ⁽²⁾ και ⁽³⁾
- (2) Προσφέρεται εξυπηρέτηση μόνο φορτηγού και λεωφορείου, ενώ για εξυπηρέτηση φορτηγού ρυμουλκού με ημιρυμουλκούμενο απαιτείται η κατασκευή πλήρως υπερβατικής κεντρικής νησίδας (βλ. Εικόνα 1.3.1-1)
- (3) Εφόσον χρειάζεται να εξυπηρετείται η διέλευση φορτηγού ή και λεωφορείου τότε η κεντρική νησίδα κατασκευάζεται υπερυψωμένη κατά 100 mm (βλ. υπερβατό κράσπεδο στο Σχήμα 2.13.3-2) πάνω από την επιφάνεια του οδοστρώματος (βλ. Εικόνα 1.3.1-2)

a: Κράσπεδο κεντρικής νησίδας	e: Ελάχιστο πλάτος ασφαλτικού ερείσματος 1,0 m
b: Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας	f: Εξωτερική διάμετρος
p: Πλάτος ασφαλτικού οδοστρώματος	g: Πλάτος κυκλοφορίσμο μεταξύ κρασπέδων
c: Πλάτος δακτυλίου κυκλοφορίας	h: Πλάτος 1,0 m λωρίδας μόνο με χλοοτάπητα χωρίς οπτικά εμπόδια
d: Όχημα σχεδιασμού	

Οι νησίδες διαχωρισμού στις προσβάσεις δεν επιτρέπεται να προβάλλουν μέσα στο πλάτος «g» του δακτυλίου, εφόσον το περιμετρικό ασφαλτικό έρεισμα έχει το ελάχιστο πλάτος $e=1,0$ m (βλ. προηγούμενο Πίνακα 2.2-4).

Η επιλογή του πλάτους δακτυλίου κυκλοφορίας αναφέρεται ειδικότερα στην §2.3.

Αν μετά το σχεδιασμό των βασικών γεωμετρικών στοιχείων και τον έλεγχο του πλάτους κατάληψης από το όχημα σχεδιασμού (με χρήση εξειδικευμένου λογισμικού) προκύπτει η ανάγκη για χρήση υπερβατής ζώνης πέριξ της κεντρικής νησίδας, αυτή θα περιορίζεται σε πλάτος από 0,6 έως 4,2 m. Σε διαφορετική περίπτωση θα εξετάζεται εκ νέου ο σχεδιασμός, ώστε να παρέχεται ο απαραίτητος χώρος για την κίνηση των οχημάτων χωρίς τη χρήση υπερβατής ζώνης. Η διαδικασία επιλογής ακτίνας εσωτερικής διαμέτρου δακτυλίου κυκλοφορίας περιλαμβάνει και τη θεώρηση των ταχυτήτων, που αναμένεται να αναπτύξουν τα οχήματα. Σχετική αναφορά γίνεται στην §4.4 – Ανάλυση Ταχυτήτων.

2.3 Πλάτος Δακτυλίου

Το πλάτος του τυχόν ρείθρου (gutter) στην εσωτερική ή εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου δεν περιλαμβάνεται στο πλάτος αυτού.

Για δακτύλιο 2 λωρίδων με σημαντικό φόρτο βαρέων οχημάτων, το συνολικό πλάτος του δακτυλίου πρέπει να ελέγχεται με κατάλληλο λογισμικό, ώστε κατ' ελάχιστο να εξυπηρετεί το μεγαλύτερο όχημα σχεδιασμού (συνήθως λαμβάνεται το ανεξάρτητο ρυμουλκό με ημι-ρυμουλκούμενο) σε παράλληλη κίνηση με μικρό επιβατηγό όχημα, χωρίς να εμπλέκονται τα ίχνη των αμαξωμάτων τους. Αυτό δε σημαίνει απαραίτητα ότι το αμάξωμα του φορτηγού πρέπει να βρίσκεται μέσα στο πλάτος που ορίζουν οι οριογραμμές κυκλοφορίας, καθώς ο πρόβολος στο εμπρόσθιο ή οπίσθιο μέρος του μπορεί να υπερβαίνει αυτές τις οριογραμμές. Για αυτό το λόγο στην περίμετρο του δακτυλίου προβλέπεται ελεύθερη ζώνη πλάτους 1,0 m (βλ. τη διάσταση στον προηγούμενο Πίνακα 2.2-4).

Για δακτύλιο 1 λωρίδας, το πλάτος του οδοστρώματος του δακτυλίου κυκλοφορίας πρέπει να εξυπηρετεί λεωφορείο ενιαίου σώματος μήκους 15 m, ή μεγάλο όχημα της πυροσβεστικής. Εννοείται ότι, η προβλεπόμενη υπερβατή ζώνη της κεντρικής νησίδας επιτρέπει την κίνηση ακόμη μεγαλύτερων οχημάτων.

Η εμφάνιση του φαινομένου του ύβου καμήλας, που προκύπτει επειδή παραμένει εκτός χρήσης τμήμα του δακτυλίου στην περίμετρό του, πρέπει να αποφεύγεται (βλ. Εικόνα 2.3-1). Αυτό το φαινόμενο εμφανίζεται όταν τα ίχνη των οχημάτων από τη φυσιολογική οδήγηση στην επιφάνεια κύλισης, για δεξιά στροφή προς έξοδο στο αμέσως επόμενο σκέλος, δεν περνούν πάνω από το πλήρες πλάτος του δακτυλίου (την επιφάνεια που προσομοιάζει με ύβος καμήλας, βλ. Εικόνα 2.3-1). Σε δακτυλίους με δυο ή περισσότερες λωρίδες, αυτό το φαινόμενο προκαλείται από κακό σχεδιασμό, που δημιουργεί κίνδυνο πλαγιομετωπικών συγκρούσεων, λόγω επικάλυψης των τροχιών των παράλληλα κινουμένων οχημάτων.



Εικόνα 2.3-1: Το φαινόμενο μορφής ύβου καμήλας στο δακτύλιο κυκλοφορίας

2.4 Αριθμός Λωρίδων Δακτυλίου Κυκλοφορίας και Εισόδων/Εξόδων

Ο αριθμός των λωρίδων στο δακτύλιο κυκλοφορίας πρέπει να περιορίζεται στον ελάχιστο απαιτούμενο, ανάλογα με την υφιστάμενη και προβλεπόμενη στο μέλλον ζήτηση, όπως αυτή προσδιορίζεται με τη σχετική λειτουργική ανάλυση. Οι μελετητές των Κ³ πρέπει να αποθαρρύνονται από την παροχή πρόσθετων λωρίδων, που δεν είναι χρήσιμες για αυξημένη χωρητικότητα, καθώς αυτές μπορεί να μειώνουν την αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού ως προς την οδική ασφάλεια. Εάν πράγματι προβλέπεται, ότι μελλοντικά θα απαιτηθούν πρόσθετες λωρίδες, τότε ένας σχεδιασμός με πρόβλεψη υλοποίησης του έργου κατά φάσεις θα μπορούσε να επιτρέψει τη μελλοντική επέκταση. Η μη ισορροπημένη λειτουργία των λωρίδων, λόγω του πλήθους αυτών, έγκειται σε ένα αριθμό παραγόντων που είναι, ο πτωχός γεωμετρικός σχεδιασμός στις εισόδους/εξόδους, ή στις διαμορφώσεις των στρωμάτων. Επίσης, χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη μεταβλητές του συστήματος μετά την έξοδο, όπως είναι θέσεις επί ενός των σκελών όπου: παράγεται σημαντικός αριθμός κινήσεων (λόγω κάποιας εγκατάστασης), λειτουργεί είσοδος/έξοδος κλάδου ανισόπεδου κόμβου, ή συμβαίνει συμφόρηση λόγω επόμενου ισόπεδου κόμβου.

Εφόσον ο δακτύλιος κυκλοφορίας θα έχει 2 λωρίδες, τότε σε οδούς 2 λωρίδων (μια ανά κατεύθυνση) κατηγορίας ΑΙΙ και ΒΙV (βλ. ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ) ή ανώτερης, που συμβάλλουν στον κόμβο, το οδόστρωμα της εισόδου θα διαμορφώνεται με 2 λωρίδες. Στις εξόδους το οδόστρωμα μπορεί να διαμορφώνεται με μια ή δυο λωρίδες, ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο και τις στρέφουσες κινήσεις.

Όταν λόγω υψηλού φόρτου, η έξοδος από το δακτύλιο προς οδό 2 λωρίδων (μιας ανά κατεύθυνση) γίνεται με διαμόρφωση δύο λωρίδων, τότε η πρόσθετη δεύτερη λωρίδα θα συνεχίζεται σε μήκος 175 m (ελάχιστο 120 m) πέραν της περιμέτρου του δακτυλίου, πριν να

συμβάλλει στη μοναδική λωρίδα της κατεύθυνσης. Στο εν λόγω μήκος περιλαμβάνεται και το μήκος taper 60 m (ελάχιστο 40 m).

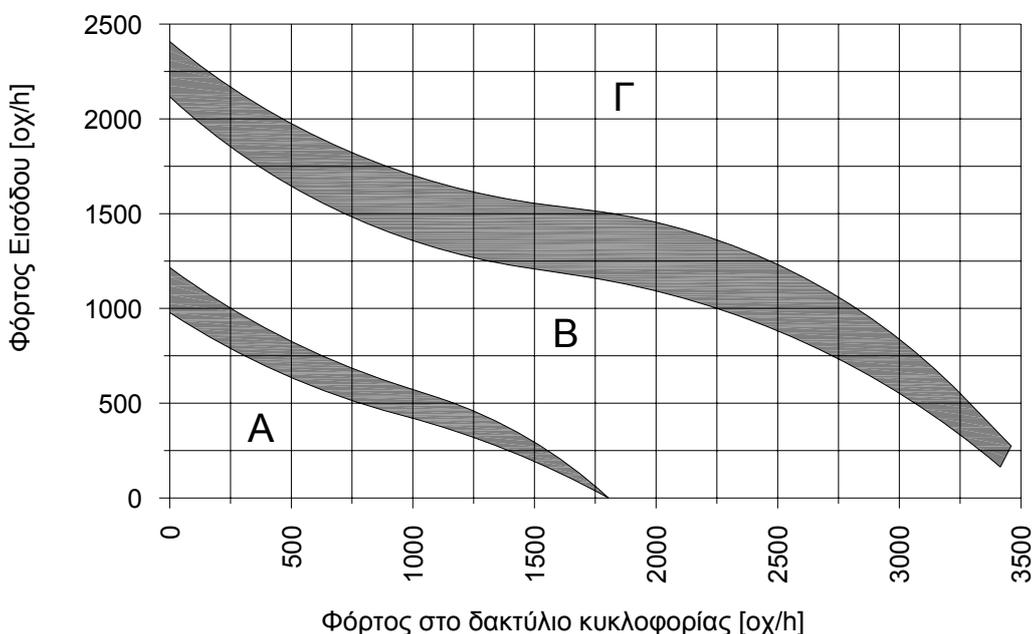
Κόμβοι με δακτύλιο μιας λωρίδας συνήθως χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που οι συμβάλλουσες οδοί είναι 2 λωρίδων κατηγορίας κατώτερης των AII και BIV.

Όταν οι οδοί πρόσβασης στον κόμβο είναι 4-ιχνες ή 6-ιχνες, αυτές θα διαμορφώνονται αντίστοιχα με οδόστρωμα 2 ή 3 λωρίδων στην κατεύθυνση εισόδου, όπως και ο δακτύλιος κυκλοφορίας.

Η εφαρμογή κλάδου παράκαμψης του δακτυλίου, για απευθείας δεξιά στροφή από τη μια είσοδο προς την αμέσως επόμενη έξοδο, επιλέγεται με κριτήρια που αναλύονται στην §2.11.



Ο αριθμός των λωρίδων στον δακτύλιο κυκλοφορίας μπορεί να προσδιορίζεται κατ' αρχήν από το διάγραμμα του επόμενου σχήματος, ανάλογα με το συνδυασμό των φόρτων σχεδιασμού στις εισόδους και στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Το διάγραμμα βασίζεται σε αποδεκτό βαθμό κορεσμού.



- A:** Δακτύλιος κυκλοφορίας 1 λωρίδας
B: Δακτύλιος κυκλοφορίας 2 λωρίδων
Γ: Δακτύλιος κυκλοφορίας 3 λωρίδων

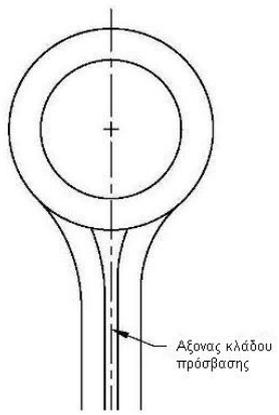
■ Περιοχές για τις οποίες μπορεί να επιλέγεται ο μικρότερος αριθμός λωρίδων, όταν συντρέχουν ειδικοί λόγοι, όπως π.χ. περιορισμός στην έκταση απαλλοτριώσης.

Σχήμα 2.4-1: Απαιτούμενος αριθμός λωρίδων δακτυλίου κυκλοφορίας

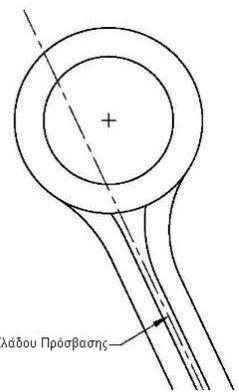
2.5 Διάταξη Κλάδων Πρόσβασης

Η διάταξη των κλάδων πρόσβασης (τα σκέλη του κόμβου) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του κόμβου, καθώς επηρεάζει τη ρύθμιση της ταχύτητας, την ικανότητα του κόμβου να εξυπηρετήσει το όχημα σχεδιασμού και την ορατότητα μεταξύ διαδοχικών κλάδων. Η τυπική περίπτωση είναι αυτή στην οποία ο άξονας της οδού πρόσβασης στον κόμβο βρίσκεται σε ευθεία με το κέντρο του κόμβου. Η εξέταση εναλλακτικών λύσεων θα γίνεται αφού αποφασιστεί ότι αυτή η περίπτωση για συγκεκριμένους λόγους δεν είναι η προτιμότερη διάταξη. Γενικά, υπάρχουν τρεις τύποι διάταξης του κάθε σκέλους ως προς το κέντρο του κόμβου, που απεικονίζονται στα επόμενα Σχήματα 2.5-1, 2 και 3.

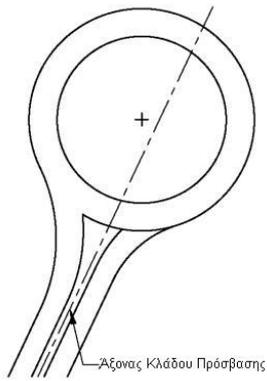
Η περιγραφή των εν λόγω διατάξεων αφορά στη σχετική θέση του άξονα του κλάδου πρόσβασης και μόνο. Τα μειονεκτήματα κάθε περίπτωσης μπορεί να μετριαστούν με την εφαρμογή παραλλαγών στη γεωμετρία των κλάδων και την κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου, ώστε να εξασφαλίζεται καλύτερη ρύθμιση της ταχύτητας και η παρεχόμενη ορατότητα.

<p>Πλεονεκτήματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αναμενόμενη από τους οδηγούς διάταξη • Απαιτούνται λιγότερες επεμβάσεις στη χάραξη των προσβάσεων προ του κόμβου, οπότε οι επιπτώσεις περιορίζονται στη στενή περιοχή του κόμβου • Η καμπυλότητα στις εξόδους αποθαρρύνει τους οδηγούς να αναπτύξουν μεγάλες ταχύτητες εξερχόμενοι του κόμβου 	
<p>Μειονεκτήματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ίσως απαιτεί μεγαλύτερη διάμετρο για να επιτευχθεί ικανοποιητική ρύθμιση ταχύτητας • Δεν είναι πάντα εφικτή διάταξη, ανάλογα με τη χάραξη των συμβαλλουσών οδών που προϋπάρχουν 	

Σχήμα 2.5-1: Άξονας οδού πρόσβασης σε ευθεία με το κέντρο του κόμβου

<p>Πλεονεκτήματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Επιτρέπει μεγαλύτερη γωνία εκτροπής και ρύθμιση της ταχύτητας • Ευνοεί την εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων, χρησιμοποιώντας μικρή διάμετρο κύκλου • Εξυπηρετεί ενδεχόμενη ανάγκη μείωσης απαλλοτριώσεων στην αριστερή πλευρά της οδού πρόσβασης 	
<p>Μειονεκτήματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Στην έξοδο υπάρχει μεγάλη ακτίνα στροφής που ευνοεί μεγάλες ταχύτητες, ενώ αποτελεί πρόβλημα όταν υπάρχει πεζοδιάβαση • Επιβάλλει ενδεχόμενη ανάγκη αύξησης απαλλοτριώσεων στη δεξιά πλευρά της οδού πρόσβασης 	

Σχήμα 2.5-2: Άξονας οδού πρόσβασης αριστερά από το κέντρο του κόμβου

<p>Πλεονεκτήματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολύ μεγάλες διαμέτρους κύκλου με ταυτόχρονη ικανοποιητική ρύθμιση της ταχύτητας • Βελτίωση ορατότητας μεταξύ διαδοχικών κλάδων κατά την είσοδο • Εξυπηρετεί την ενδεχόμενη ανάγκη μείωσης απαλλοτριώσεων στη δεξιά πλευρά της οδού πρόσβασης 	
<p>Μειονεκτήματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δυσκολία στη ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων, ειδικά σε περιπτώσεις κύκλου μικρής διαμέτρου • Επιβάλλει την ενδεχόμενη ανάγκη αύξησης των απαλλοτριώσεων στην αριστερή πλευρά της οδού πρόσβασης 	

Σχήμα 2.5-3: Άξονας οδού πρόσβασης δεξιά από το κέντρο του κόμβου

2.6 Γωνίες μεταξύ Σκελών

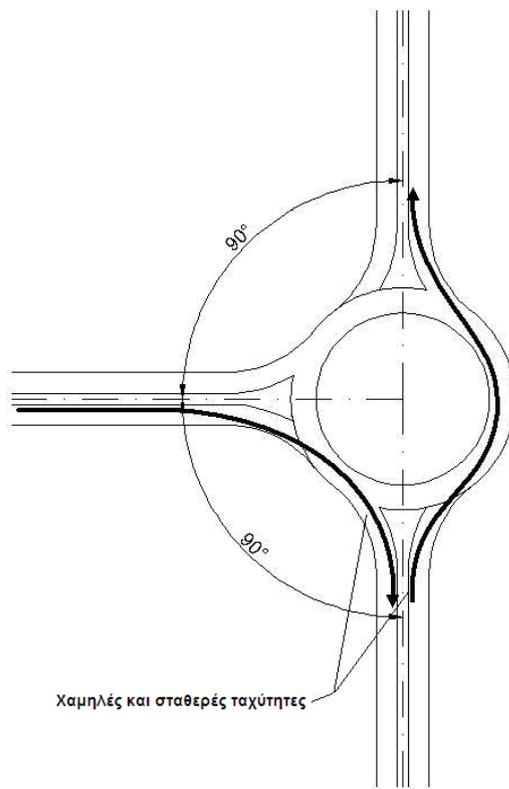
Η διάταξη Κ³ μειώνει τις εμπλοκές σε κατάσταση σύγκρουσης και την επικινδυνότητά τους, ενώ διευκολύνει τη ροή των οχημάτων, αυτό όμως δεν εξαλείφει την ανάγκη για έλεγχο στη γωνία που σχηματίζουν μεταξύ τους οι κλάδοι πρόσβασης. Μεγάλες γωνίες μεταξύ σκελών οδηγούν σε υψηλότερες ταχύτητες κίνησης και στην τάση των οδηγών για αναζήτηση της πιο σύντομης διαδρομής επί του δακτυλίου διασχίζοντας και λωρίδες που δεν αντιστοιχούν στην ακολουθητέα πορεία εξόδου τους από τον κόμβο. Αντίστοιχα πολύ μικρές γωνίες κάνουν δύσκολη την κίνηση βαρέων οχημάτων.

Οι διαδοχικοί κλάδοι θα πρέπει να σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία κατά το δυνατόν περίπου 90°.

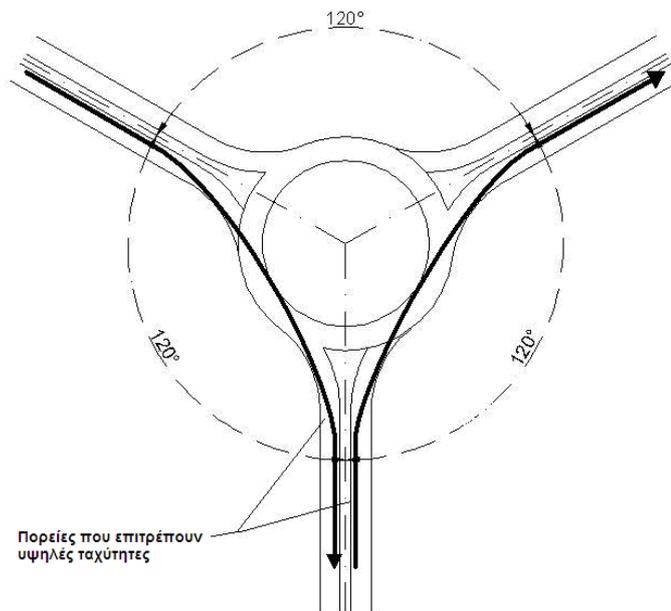
Για την επίτευξη του στόχου ρύθμισης της ταχύτητας, οι κόμβοι με γωνίες μεταξύ οδών πρόσβασης πολύ μεγαλύτερες από 90° απαιτούν μεγαλύτερες διαμέτρους κύκλου.

Σε περιπτώσεις κόμβων με 3 σκέλη είναι προτιμότερη η διάταξη «Τ», δηλαδή συμβολή υπό γωνία 90° του ενός σκέλους στα άλλα δυο (βλ. Σχήμα 2.6-1) από τη διάταξη «Υ» (βλ. Σχήμα 2.6-2). Εφόσον η διάταξη «Υ» προκύπτει ως υποχρεωτική, τότε συνιστάται η εφαρμογή των, ενδεχομένως δυνατών, τροποποιήσεων για την καλύτερη ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων. Τέτοιες τροποποιήσεις μπορεί να είναι:

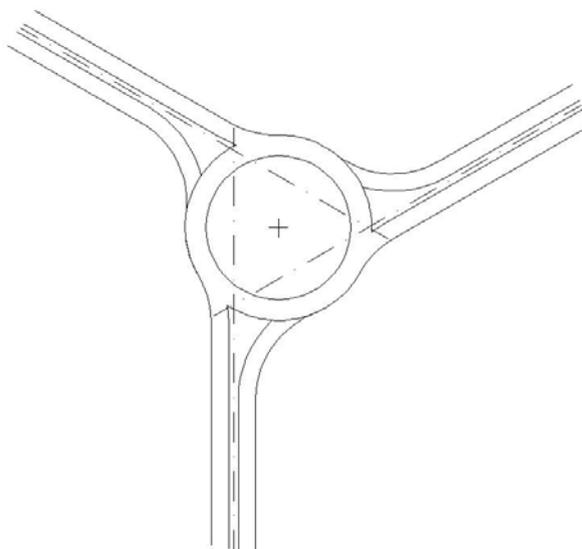
- η αλλαγή της διαμέτρου του δακτυλίου κυκλοφορίας
- η μείωση του πλάτους και των ακτινών καμπής των κλάδων πρόσβασης κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας
- η μετατόπιση του άξονα των κλάδων πρόσβασης προς τα αριστερά σε σχέση με το κέντρο του κόμβου, όπως δείχνεται στο Σχήμα 2.6-3.



Σχήμα 2.6-1: Τυπική διαμόρφωση κόμβου 3-σκελή μορφής T (Προτιμώμενη διάταξη)



Σχήμα 2.6-2: Τυπική διαμόρφωση κόμβου 3-σκελή μορφής Y (Μη προτιμώμενη διάταξη)



Σχήμα 2.6-3: Τροποποίηση σκελών πρόσβασης κόμβου 3-σκελή μορφής Υ
(Μετατόπιση άξονα σκελών προς τα αριστερά ως προς το κέντρο του κόμβου)

2.7 Είσοδοι Δακτυλίου Κυκλοφορίας

Ο σχεδιασμός της εισόδου στο δακτύλιο κυκλοφορίας πρέπει να επιτρέπει την ομαλή μετάβαση των οχημάτων, ενώ με την κατάλληλη γεωμετρική διαμόρφωση να ρυθμίζει την ταχύτητα εισόδου.

Το πλάτος του κλάδου στην περιοχή εισόδου, όταν αυτός έχει μια λωρίδα, πρέπει να κυμαίνεται από 4 έως 5 m. Η τυπική διάταση είναι 4,5 m, ενώ πρέπει να αποφεύγεται πολύ πλατύτερη λωρίδα, προκειμένου να αποθαρρύνονται οι οδηγοί στην τάση τους για δημιουργία παράλληλων στοίχων (βλ. Σχήμα 2.7-1).

Στις περιπτώσεις κόμβων με είσοδο μίας λωρίδας, οι καμπές μίας ενιαίας ακτίνας είναι ικανοποιητικές, ενώ οι κόμβοι με είσοδο δύο λωρίδων ενδεχομένως απαιτούν καμπές συνδυασμού ακτινών. Σε αστικούς Κ³ μίας λωρίδας οι ακτίνες εισόδου πρέπει να είναι στο εύρος των 15 έως 30 m.

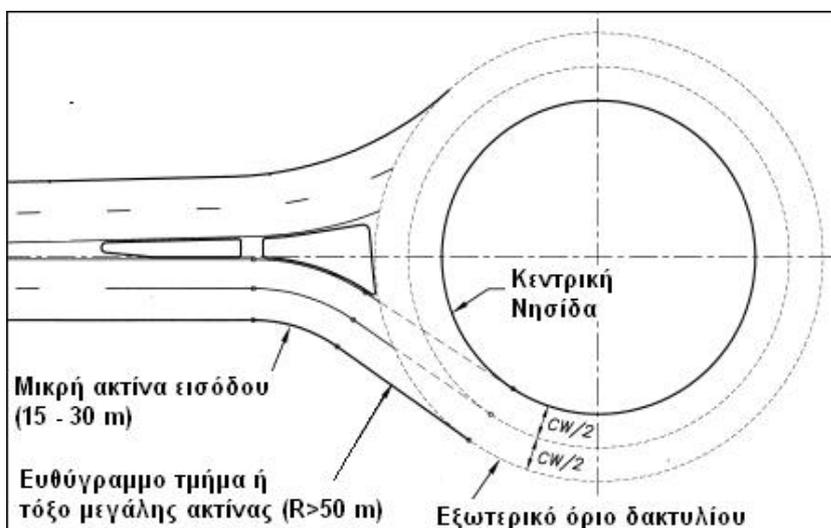




Σχήμα 2.7-1: Τυπική μορφή εισόδου

Σε κάθε περίπτωση, η αλληλουχία των καμπών στον κλάδο εισόδου και μέχρι την είσοδο στο δακτύλιο κυκλικής κυκλοφορίας δεν πρέπει να οδηγεί σε διαφορές ταχυτήτων από τμήμα σε τμήμα μεγαλύτερες των 20 km/h. Διαφορετικά, συνιστώνται ειδικές γεωμετρικές επεμβάσεις για τη σχετική ρύθμιση της ταχύτητας.

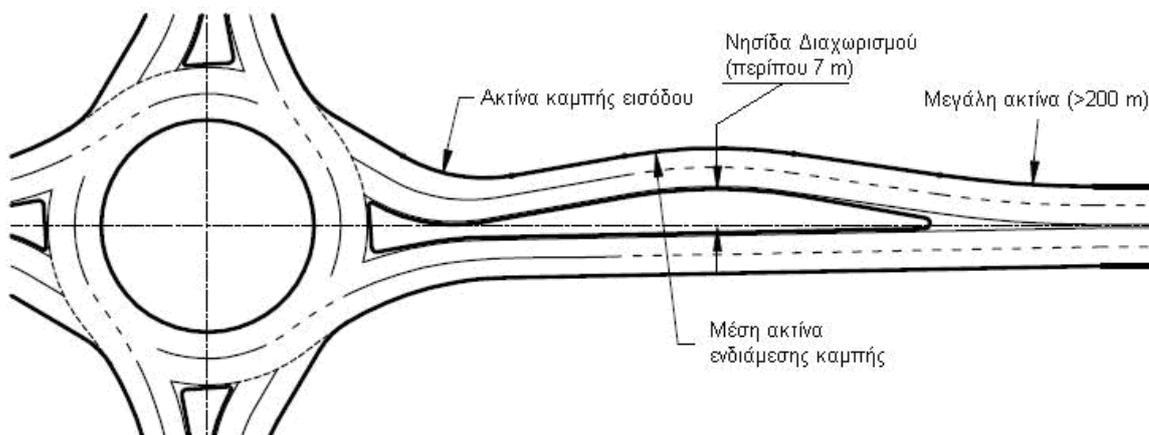
Σε κόμβους με εισόδους δυο ή περισσότερων λωρίδων, για την επιτυχή καθοδήγηση των οχημάτων στη σωστή λωρίδα επί του δακτυλίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευθύγραμμο τμήμα ή τόξο μεγάλης ακτίνας για τη συναρμογή μεταξύ των τόξων της εισόδου και του δακτυλίου (βλ. Σχήμα 2.7-2). Αυτή η περίπτωση αναφέρεται πιο διεξοδικά στην §2.9, για τον έλεγχο της πορείας των οχημάτων.



Σχήμα 2.7-2: Ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα ή τόξο μεγάλης ακτίνας μεταξύ εισόδου και δακτυλίου

Για την ομαλή μείωση της ταχύτητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο, συνιστάται ο σχεδιασμός χάραξης με θλάση προς την αριστερή πλευρά της κίνησης (βλ. Σχήμα 2.7-3). Αυτή η

διαμόρφωση συνήθως απαιτείται σε περιπτώσεις κόμβων που βρίσκονται σε οδούς υψηλών ταχυτήτων ($V \geq 70$ km/h).



Σχήμα 2.7-3: Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου για μείωση ταχύτητας

Η επιτρεπόμενη αλληλουχία ακτινών των καμπών του κλάδου πρόσβασης, εφόσον πρόκειται για περιοχές υψηλών ταχυτήτων, καθορίζεται από το αντίστοιχο διάγραμμα των ΟΜΟΕ-Χ, βλ. §7.2.3.

Όταν ο σχεδιασμός χρειάζεται να αντιμετωπίσει το φαινόμενο της εμπλοκής των τροχιών μεγάλων φορτηγών κατά την είσοδο, τότε πρέπει να χρησιμοποιούνται ακτίνες κατάλληλου μεγέθους, π.χ. $R \geq 30$ m. Όμως, είναι σημαντικό το μέγεθος της ακτίνας R να εμποδίζει τη δυνατότητα ανάπτυξης υπερβολικής ταχύτητας, κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Μία καλή τεχνική λύση είναι η διαμόρφωση διαχωριστικής νησίδας, με διαγράμμιση του οδοστρώματος μεταξύ των δυο λωρίδων στην είσοδο, που παρέχει χώρο για τη διέλευση του σώματος των φορτηγών, χωρίς να εμπλέκονται οι τροχιές αυτών με άλλα οχήματα (βλ. Εικόνα 2.7-1).

Οι συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού εισόδου, ανά κατηγορία Κ³, αναφέρονται στον επόμενο πίνακα. Αναλυτικότερη αναφορά για τις ταχύτητες επί του δακτυλίου κυκλοφορίας γίνεται στην §4.4.

Πίνακας 2.7-1: Συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού ανάλογα της κατηγορίας του Κ³

#	Κατηγορία Κ ³	Ταχύτητα [km/h]
1	Κομβίδιο	25 – 30
2	Αστικός Συνεπτυγμένος	25 – 30
3	Αστικός 1 Λωρίδας	30 – 40
4	Υπεραστικός 1 Λωρίδας	40 – 50
5	Αστικός 2 Λωρίδων	40 – 50
6	Υπεραστικός 2 Λωρίδων	50

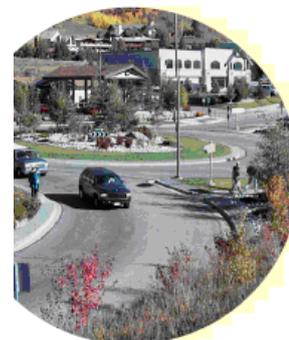


Εικόνα 2.7-1: Παράδειγμα διαμόρφωσης εισόδου για διέλευση μεγάλων φορτηγών

2.8 Έξοδοι Δακτυλίου Κυκλοφορίας

Οι ακτίνες στις θέσεις εξόδου από το δακτύλιο επιτρέπεται να είναι σημαντικά μεγαλύτερες από την ακτίνα του δακτυλίου, σε αντίθεση με τις θέσεις εισόδου, όπου η γεωμετρία πρέπει να διασφαλίζει χαμηλή λειτουργική ταχύτητα.

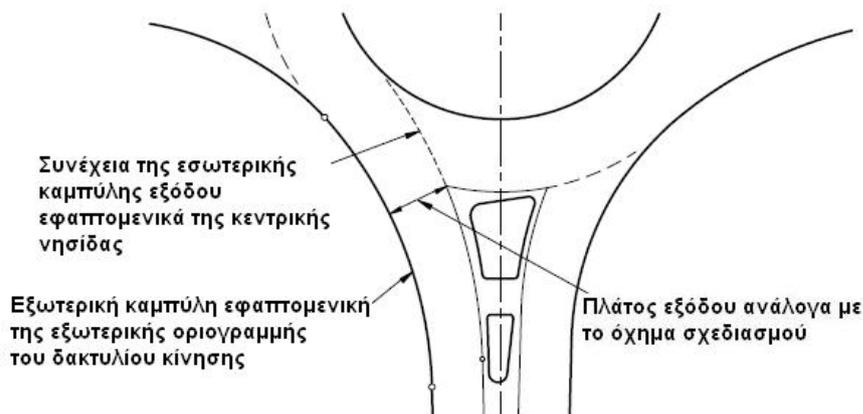
Κατά το σχεδιασμό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, η απόσταση ορατότητας στάσης για τους οδηγούς, ενώ για τους πεζούς ο χρόνος που χρειάζονται να αποφασίσουν και να διασχίσουν το οδόστρωμα. Ο πεζός χρειάζεται να ερμηνεύει το σκοπό του κάθε οδηγού που βρίσκεται στο δακτύλιο (δηλαδή, αν θα εξέλθει του δακτυλίου ή θα συνεχίσει την κυκλική πορεία) και αντίστοιχα να εκτιμά το χρόνο που χρειάζεται ο ίδιος για να διασχίσει τον κλάδο εξόδου στην υπόψη πρόσβαση.



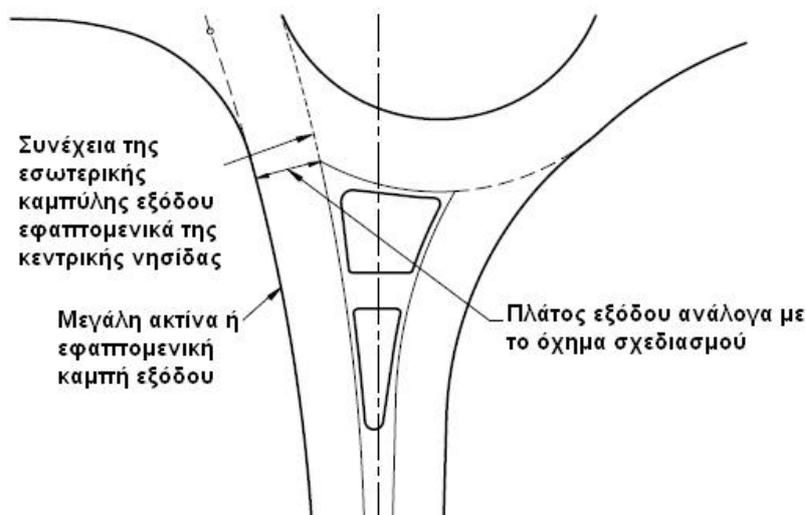
Με χαμηλές ταχύτητες εξόδου των οχημάτων, η πρόθεση των οδηγών γίνεται αντιληπτή στον πεζό νωρίτερα. Αντίστοιχα, η παρουσία πεζού ενώπιον της πεζοδιάβασης γίνεται από τους οδηγούς νωρίτερα. Εάν μειώνεται η ταχύτητα οχήματος πριν από την είσοδο στο δακτύλιο, ενώ η εξωτερική διάμετρος του δακτυλίου είναι μικρότερης ακτίνας, τα οχήματα τείνουν να κινούνται στο δακτύλιο βραδύτερα, ταυτόχρονα αν ο πεζός είναι καθαρά ορατός (όπως συμβαίνει σε μια ευθύγραμμη έξοδο), είναι εύλογο ότι οι οδηγοί δεν προτιμούν να επιταχύνουν με τον πεζό ενόψει, καθώς αρχίζουν την πορεία τους προς την έξοδο.

Κατά την έξοδο θα πρέπει να προσφέρεται στον οδηγό ομαλή μετάβαση από το δακτύλιο στον κλάδο εξόδου της πρόσβασης. Οι γενικές αρχές σχεδιασμού, για δύο περιπτώσεις

διάταξης του κλάδου εξόδου ως προς το κέντρο του κόμβου, απεικονίζονται στα δυο επόμενα Σχήματα 2.8-1 και 2.8-2.



Σχήμα 2.8-1: Έξοδος με άξονα οδού διερχόμενο από το κέντρο του κόμβου

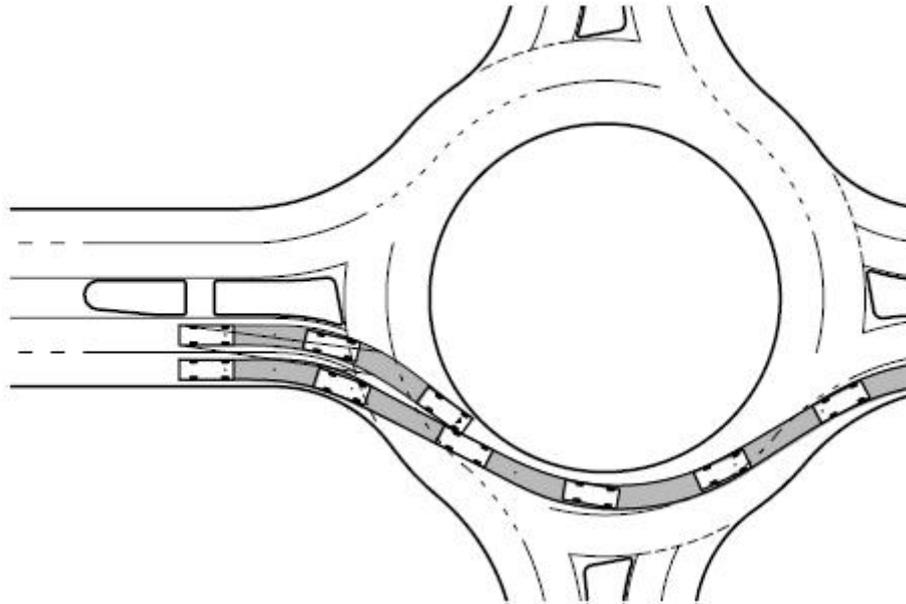


Σχήμα 2.8-2: Έξοδος με άξονα οδού διερχόμενο αριστερά του κέντρου του κόμβου

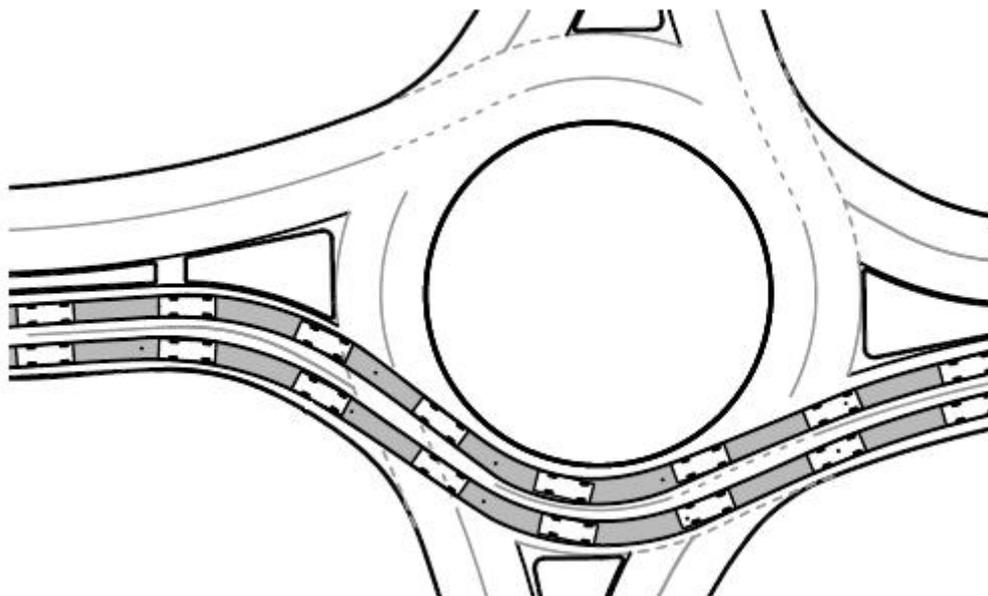
2.9 Έλεγχος Πορείας Οχημάτων

Η διάταξη της εισόδου, της εξόδου και των λωρίδων κυκλοφορίας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην καθοδήγηση των οχημάτων στις σωστές πορείες. Είναι επιθυμητό να μην υπάρχει επικάλυψη πορειών, ούτε κατά την παράλληλη κίνηση οχημάτων με ίδια προέλευση και προορισμό, ούτε κατά τη διασταύρωση οχημάτων με διαφορετικές πορείες (π.χ. ευθεία κίνηση με αριστερόστροφη ή δεξιόστροφη). Μια προβληματική διάταξη δείχνεται στο επόμενο Σχήμα 2.9-1.

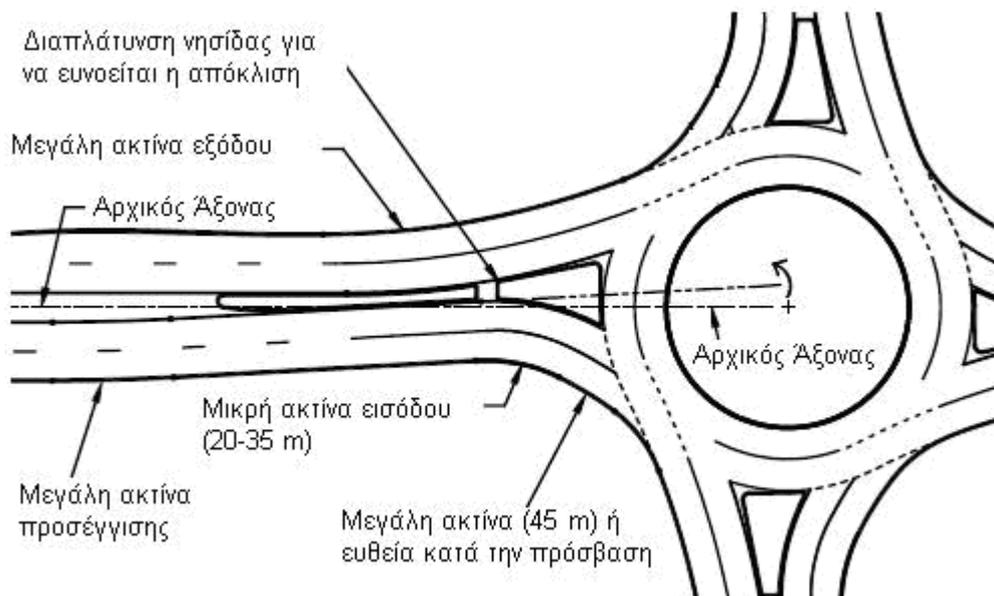
Τρόποι βελτίωσης της γεωμετρίας, ώστε να υπάρχει σωστή καθοδήγηση στις πορείες των οχημάτων, παρουσιάζονται στα επόμενα Σχήματα 2.9-2 και 2.9-3.



Σχήμα 2.9-1: Προβληματική διάταξη και επικάλυψη πορειών οχημάτων



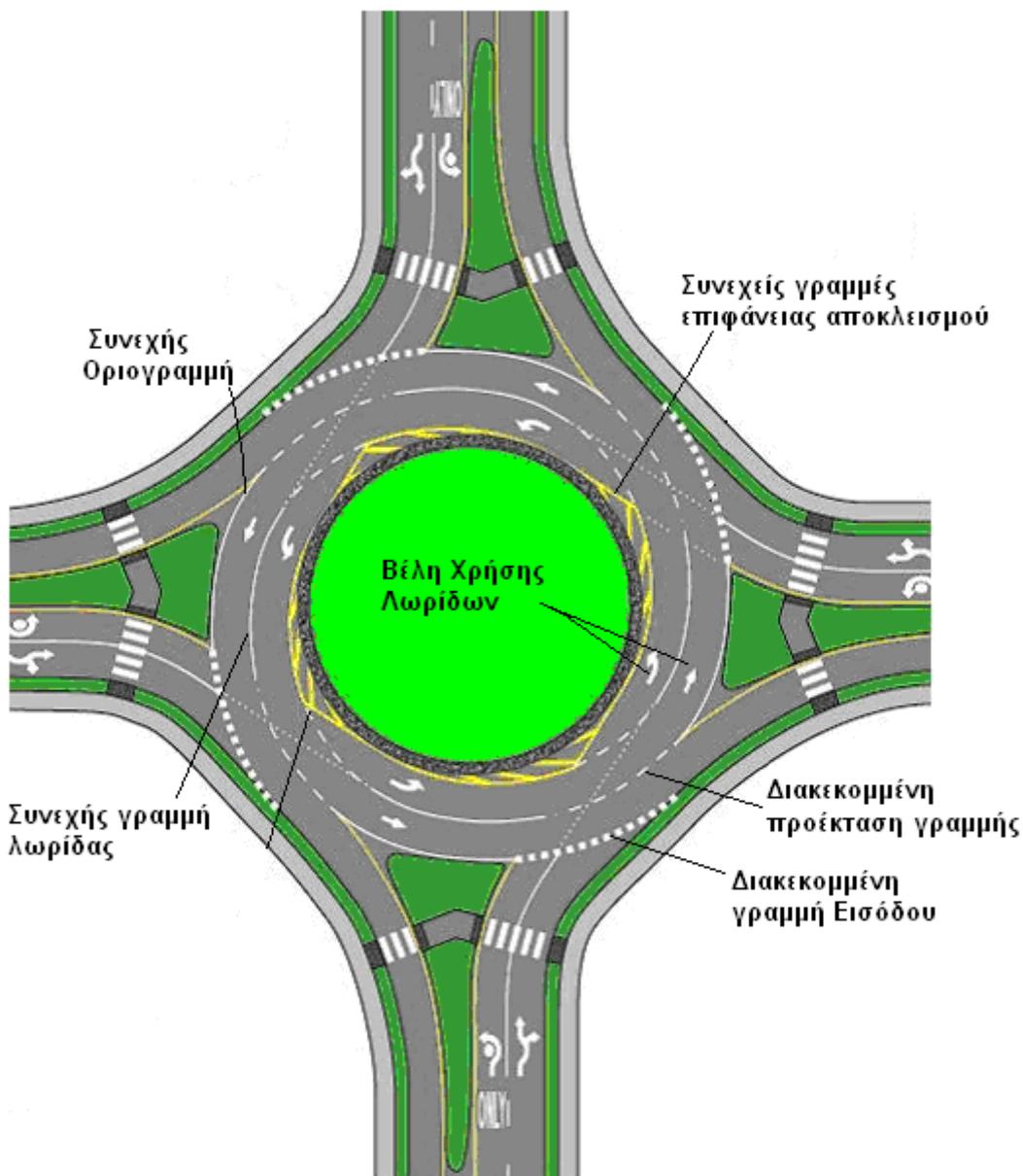
Σχήμα 2.9-2: Βελτιωμένη διάταξη και παράλληλη πορεία οχημάτων



Σχήμα 2.9-3: Εκκεντρότητα και σύνθετα τόξα ρύθμισης πορείας οχημάτων

2.10 Σπειροειδής Λειτουργία Δακτυλίου Κυκλοφορίας (Σπειροειδής Κ³)

Ανάλογα με τις ανάγκες, μπορεί να απαιτείται διαφορετικός αριθμός λωρίδων στους κλάδους εισόδου από ότι στους κλάδους εξόδου, ενώ αντίστοιχα μπορεί να προσαρμοστούν και οι λωρίδες επί του δακτυλίου κυκλοφορίας. Με την ειδική διαμόρφωση σπειροειδούς μορφής Κ³ (βλ. Σχήμα 2.10-1) εξαλείφονται οι αλλιώς απαιτούμενες (από τα οχήματα) αλλαγές λωρίδας επί του δακτυλίου κυκλοφορίας, καθώς κάθε λωρίδα αυτού δίνει προορισμό σε συγκεκριμένη λωρίδα εξόδου. Με την απαγόρευση της αλλαγής λωρίδας επί του δακτυλίου, που ρυθμίζεται με κατάλληλη οριζόντια (βλ. Σχήματα 2.10-1 και 3.1-2) και κατακόρυφη σήμανση μειώνεται ο αριθμός των σχετικών σημείων εμπλοκής. Οι επιφάνειες αποκλεισμού, που χρησιμοποιούνται κατά τη δημιουργία μιας νέας λωρίδας επί του δακτυλίου, θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να μην προκαλείται θλάση στην πορεία των οχημάτων, τα οποία εισέρχονται από την εσωτερική λωρίδα της αμέσως προηγούμενης πρόσβασης.



Σημείωση:

Ο κόμβος αναπτύσσεται στη διασταύρωση δυο 2-ιχνων οδών, ενώ στις εισόδους του δακτυλίου κυκλοφορίας προβλέπεται προσθήκη δεύτερης λωρίδας για βελτίωση της λειτουργίας.

Σχήμα 2.10-1: Υπόδειγμα διάταξης σπειροειδούς δακτυλίου κυκλοφορίας (turbo-K³)

2.11 Διαμόρφωση Αποκλειστικών Λωρίδων Δεξιάς Στροφής

Σε περίπτωση Κ³ με δακτύλιο κυκλοφορίας μίας λωρίδας, όπου παρουσιάζονται υψηλοί φόρτοι δεξιά στρεφόντων οχημάτων από μια είσοδο προς την αμέσως επόμενη έξοδο, ενδέχεται να χρειάζεται αποκλειστική λωρίδα δεξιάς στροφής (παρακαμπτήριο κλάδος). Η χρήση παρακαμπτηρίου κλάδου δεξιάς στροφής μπορεί να αντιμετωπίσει ζητήματα αυξημένης ζήτησης δεξιά στρεφουσών κινήσεων, αλλά και ασφαλείας έναντι πεζών και ποδηλατών. Επιπλέον, αυτή η παραλλαγή εφαρμόζεται για την αποφυγή εξ αρχής της κατασκευής δακτυλίου κυκλοφορίας δύο λωρίδων. Η άμεση εφαρμογή παρακαμπτηρίου κλάδου δεξιάς στροφής μπορεί να μεταθέσει την ανάγκη δακτυλίου 2 λωρίδων για πολύ αργότερα ή και να την απαλείψει, ανάλογα με την εξέλιξη της ζήτησης.

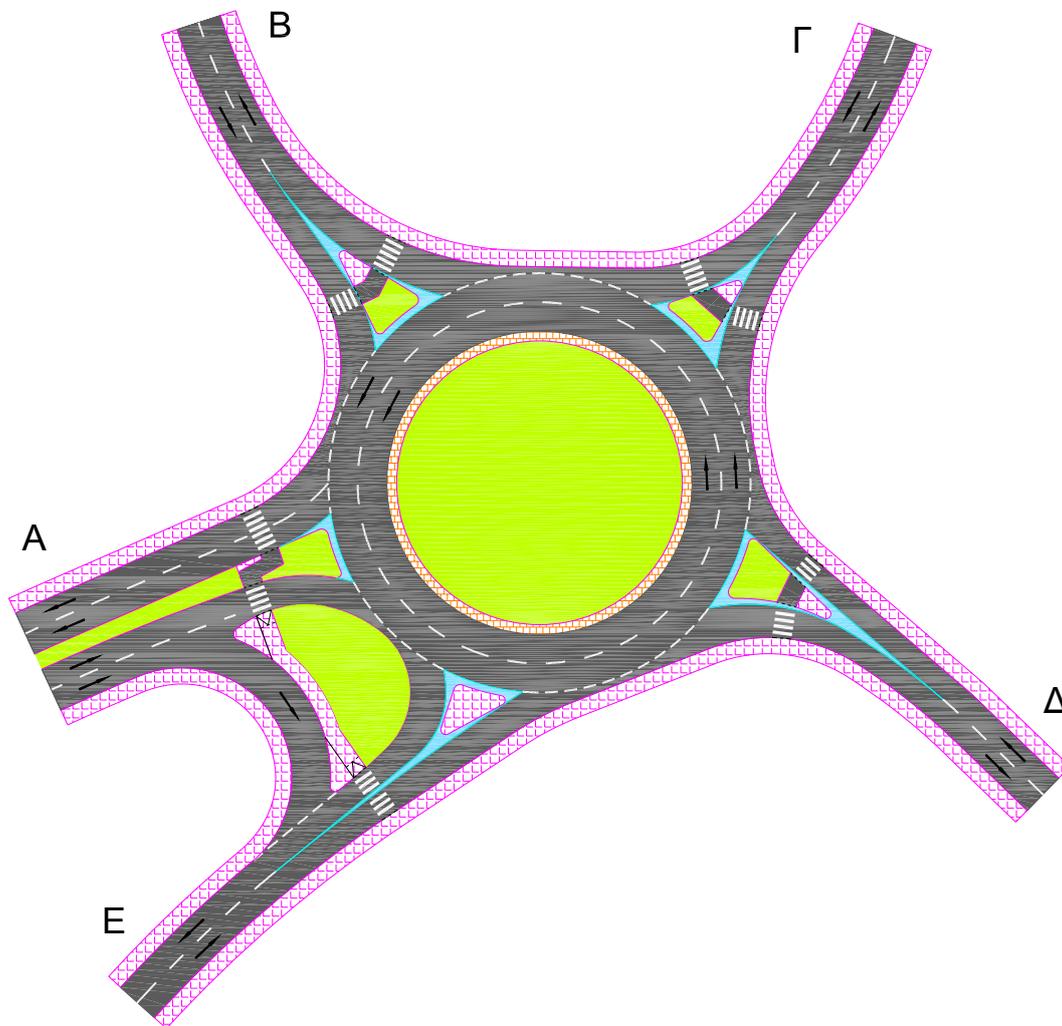


Κλάδος παράκαμψης του δακτυλίου (για απευθείας δεξιά στροφή από μια είσοδο προς την αμέσως επόμενη έξοδο) θα πρέπει να εφαρμόζεται όταν ο δεξιά στρέφων φόρτος είναι υψηλός και ειδικότερα όταν αυτός εξυπηρετεί φόρτο με σημαντικό ποσοστό (συνιστάται για φόρτο $\geq 10\%$) σε μεγάλα φορτηγά οχήματα. Το κριτήριο για την επιλογή του χρόνου κατασκευής (δηλαδή εξαρχής ή σε μελλοντικό στάδιο) κλάδου παράκαμψης του δακτυλίου καθορίζεται από τη χρονική απαίτηση λειτουργίας τέτοιου κλάδου, ως εξής:

- Εάν ο προβλεπόμενος φόρτος, μέσα σε 10 έτη από την έναρξη λειτουργίας του κόμβου, απαιτεί παρακαμπτήριο κλάδο, τότε αυτός πρέπει να κατασκευάζεται εξαρχής.
- Εάν παρακαμπτήριο κλάδος απαιτείται μετά από τα πρώτα 10 έτη λειτουργίας του κόμβου, τότε θα προβλέπεται στη ζώνη απαλλοτρίωσης ο απαιτούμενος χώρος, ο οποίος θα διαμορφώνεται κατάλληλα, χωρίς φύτευση μεγάλων δένδρων, ώστε να μη χρειαστεί αυτά να κοπούν, και γενικότερα λαμβάνοντας υπόψη το προσωρινό των κατασκευών της όποιας διαμόρφωσης αποφασίζεται.
- Όταν η είσοδος στο δακτύλιο, λόγω φόρτου, διαμορφώνεται με 2 λωρίδες, τότε εξετάζεται αν μπορεί ο φόρτος της στρέφουσας κίνησης να εξυπηρετηθεί από μια λωρίδα συνεχούς ροής προς την αμέσως επόμενη έξοδο. Αν ναι, και εφόσον η ροή που προέρχεται από την προηγούμενη είσοδο, χρειάζεται μόνο 1 λωρίδα για την εξεταζόμενη έξοδο, ενώ η εν λόγω έξοδος είναι κλάδος οδού με 2+2Λ, τότε πρέπει να προτιμάται η κατασκευή κλάδου παράκαμψης του δακτυλίου.

Ο παρακαμπτήριο κλάδος γίνεται επίσης απαραίτητος και στην περίπτωση όπου, π.χ. υπάρχουν περισσότερα από 5 σκέλη στον κόμβο, ενώ όπου για αναγκαστικούς λόγους ο δακτύλιος κυκλοφορίας έχει σχετικά μικρή ακτίνα. Σε αυτή την περίπτωση, η είσοδος με την έξοδο είναι τόσο κοντά, ώστε η άμεση στροφή από την πρώτη στη δεύτερη δεν είναι

δυνατό να εκτελεσθεί από βαρέα φορτηγά μέσω του δακτυλίου κυκλοφορίας (βλ. επόμενο Σχήμα 2.11-1).



Αποκλειστική δεξιά στροφή μεταξύ των σκελών Α και Ε

Υπόμνημα:

-  Νησίδες πρασίνου (τοπιοτεχνίας)
-  Πεζοδρόμιο, εφόσον απαιτείται
-  Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας, εφόσον απαιτείται
-  Επιφάνειες αποκλεισμού

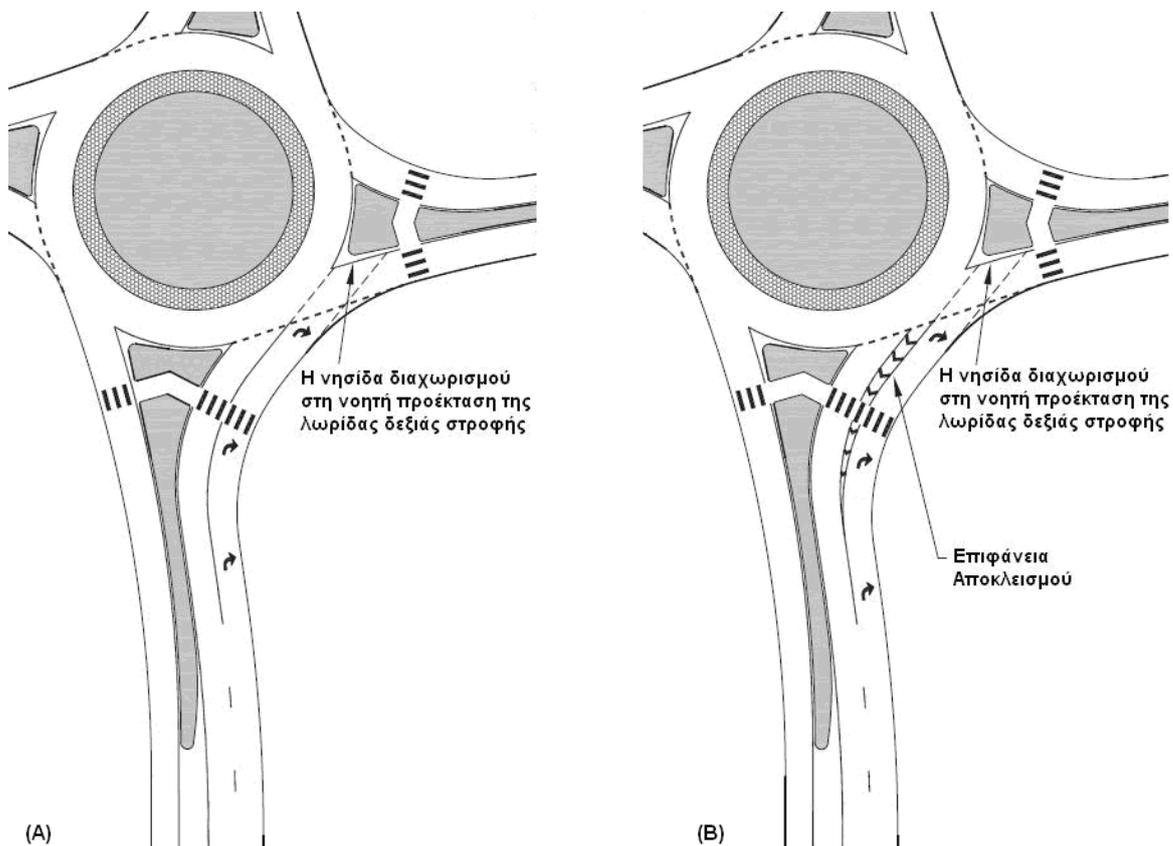
Οι γραμμές διαχωρισμού των λωρίδων είναι ενδεικτικές

Σχήμα 2.11-1: Εφαρμογή παρακαμπτήριου κλάδου αποκλειστικής δεξιάς στροφής

Για το σχεδιασμό αποκλειστικών λωρίδων δεξιάς στροφής προτείνονται οι ακόλουθες εναλλακτικές.

α. Προσθήκη παράλληλης λωρίδας δεξιάς στροφής μέχρι την περίμετρο του δακτυλίου

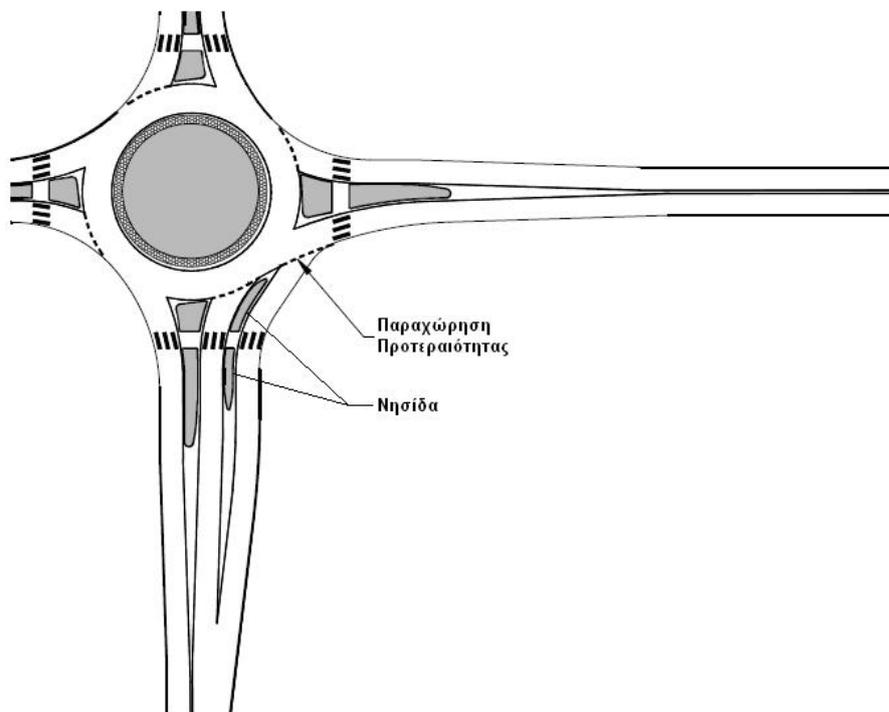
Σε αυτή την περίπτωση δημιουργούνται δύο λωρίδες λίγο πριν από την είσοδο του κλάδου στο δακτύλιο, όμως η συνέχεια της δεξιάς διακόπτεται στη γραμμή εισόδου, ενώ στην προέκτασή της βρίσκεται η νησίδα διαχωρισμού της επόμενης πρόσβασης. Αυτή η διαμόρφωση περιορίζει στο ελάχιστο τον απαιτούμενο επιπλέον χώρο σε σχέση με την τυπική μορφή κόμβου μιας λωρίδας, ενώ η παρουσία της νησίδας διαχωρισμού (επί του επόμενου σκέλους) στη νοητή προέκταση αυτής λειτουργεί ως επισήμανση ότι η επιπλέον λωρίδα στην είσοδο είναι αποκλειστικής χρήσης για δεξιά στροφή. Για την κατάλληλη διοχέτευση της κυκλοφορίας και την αποφυγή, λόγω σύγχυσης ή σκοπιμότητας, χρήσης αυτής της λωρίδας και για την ευθεία κίνηση, μπορεί επιπλέον να σχεδιαστεί διαγραμμισμένη επιφάνεια αποκλεισμού. Στην έξοδο της δεξιάς λωρίδας τοποθετείται σήμανση παραχώρησης προτεραιότητας (βλ. Σχήμα 2.11-2).



Σχήμα 2.11-2: Παράλληλη λωρίδα δεξιάς στροφής που σταματά στην περίμετρο του δακτυλίου κίνησης, χωρίς επιφάνεια αποκλεισμού (βλ. Α) και με επιφάνεια αποκλεισμού (βλ. Β)

β. Χρήση υπερυψωμένης νησίδας για το διαχωρισμό της λωρίδας δεξιάς στροφής

Η διαγραμμισμένη επιφάνεια αποκλεισμού, που αναφέρεται στην προηγούμενη εναλλακτική, αντικαθίσταται από μη υπερβατή νησίδα, η οποία διαχωρίζει δομικά τις πορείες των οχημάτων τουλάχιστον 10-15 m προ της γραμμής εισόδου στο δακτύλιο. Παραμένει η σημαση παραχώρησης προτεραιότητας για τους οδηγούς που εισέρχονται στον επόμενο κλάδο εξόδου από τη λωρίδα δεξιάς στροφής (βλ. Σχήμα 2.11-3).

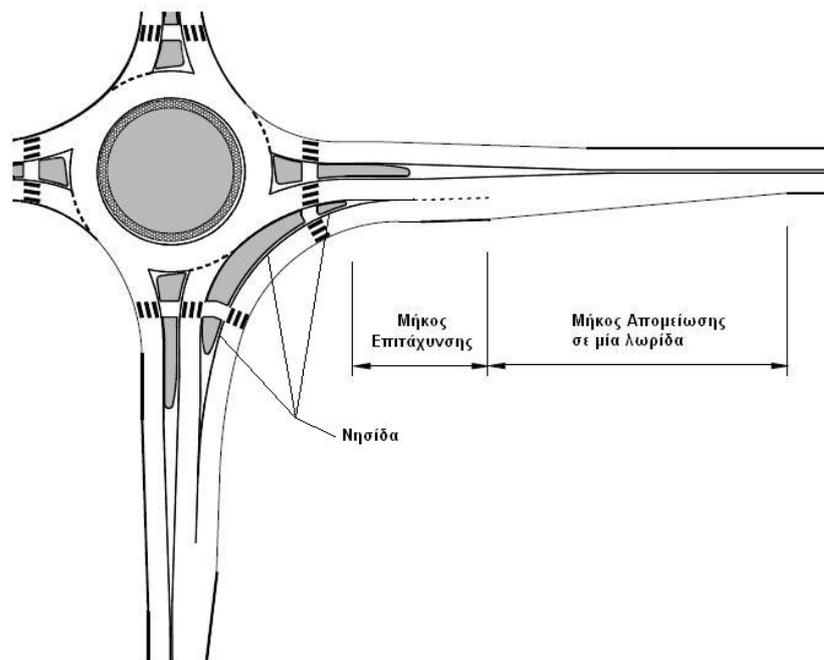


Σχήμα 2.11-3: Χρήση νησίδας διαχωρισμού λωρίδας δεξιάς στροφής

γ. Χρήση παρακαμπτηρίου κλάδου άμεσης δεξιάς στροφής

Μια παραλλαγή της προηγούμενης διαμόρφωσης του Σχήματος 2.11-3 είναι αυτή όπου, η δεξιά στροφή διαχωρίζεται πλήρως με επέκταση της διαχωριστικής νησίδας και στη συνέχεια, εφόσον ο κλάδος εξόδου είναι μιας λωρίδας, προστίθεται λωρίδα επιτάχυνσης. Με αυτό τον τρόπο διευκολύνονται, η κίνηση βαρέων οχημάτων που στρίβουν δεξιά και η συγχώνευση των οχημάτων με το κυρίως ρεύμα κυκλοφορίας του κλάδου εξόδου. Αυτή η διαμόρφωση απαιτεί περισσότερο χώρο και έχει υψηλότερο κόστος κατασκευής. Όμως αυτή, εμποδίζοντας την εσφαλμένη χρήση της λωρίδας δεξιάς στροφής για όσους από τους οδηγούς θα ήθελαν να συνεχίσουν κινούμενοι ευθεία, επί του δακτυλίου κυκλοφορίας (βλ. Σχήμα 2.11-4), βελτιώνει εξαιρετικά την οδική ασφάλεια.

Σημειώνεται ότι, ανάλογα με τους φόρτους, μπορεί να σβήνει η λωρίδα εγγύς της διαχωριστικής νησίδας, αντί της λωρίδας αποκλειστικής δεξιάς στροφής.



Το μήκος επιτάχυνσης ορίζεται ανάλογα με τους αναμενόμενους φόρτους από 80 έως 115 m, ενώ το αντίστοιχο μήκος απομείωσης του πλάτους της λωρίδας (taper) από 40 έως 60 m.

Σχήμα 2.11-4: Παρακαμπτήριος κλάδος δεξιάς στροφής, με λωρίδα επιτάχυνσης

2.12 Υψομετρική Διαμόρφωση και Αποχέτευση Καταστρώματος Κ³

Όταν ο κόμβος αναπτύσσεται σε σχεδόν οριζόντιο έδαφος λαμβάνονται ειδικά μέτρα για την αποχέτευση του καταστρώματος του δακτυλίου. Συνιστάται ολόκληρος ο δίσκος του κόμβου να διαμορφώνεται με κλίση 0,5 έως 1,0%, ώστε να διασφαλίζεται η καθοδήγηση της απορροής προς συγκεκριμένη θέση φυσικού ή τεχνητού αποδεκτή. Ταυτόχρονα ελέγχεται ότι η ελάχιστη κλίση κατά μήκος των τυχόν πλευρικών ρείθρων διασφαλίζει τον αυτοκαθαρισμό αυτών από φερτά συντρίμματα, ο οποίος μπορεί να επιτυγχάνεται με την αναπτυσσόμενη ταχύτητα ροής εντός των ρείθρων.

Όταν το ανάγλυφο του εδάφους δεν προσφέρει τη δυνατότητα εφαρμογής των προαναφερόμενων ήπιων κλίσεων, τότε ο Κ³ επιτρέπεται να κατασκευάζεται ως με σταθερή μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση 4% κατά μήκος δύο κάθετων μεταξύ τους διαμέτρων και κατά προτίμηση μόνο στη μια εξ' αυτών, αν είναι δυνατό. Γενικά, δεν παρατηρούνται προβλήματα σχεδιασμού σε κόμβους που κατασκευάζονται σε έδαφος με κλίση μικρότερη από 3%.

Οι κλάδοι πρόσβασης δεν επιτρέπεται να έχουν κατά μήκος κλίση μεγαλύτερη από 2,5%, τουλάχιστον σε μήκος 12 m (επιθυμητό 20 m) από την περίμετρο του δακτυλίου. Στις εξόδους η κλίση μπορεί να είναι ελαφρά μεγαλύτερη, με μέγιστη τιμή 4%.

Αν απαιτούνται εκτεταμένες επεμβάσεις για την υψομετρική διαμόρφωση του κόμβου, τότε συνιστάται αυτές να γίνονται κατά προτεραιότητα στους κλάδους πρόσβασης, ώστε η περιοχή του δακτυλίου κυκλοφορίας να έχει καλύτερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά.

2.13 Κράσπεδα – Οδόστρωμα – Νησίδες – Ορατότητα

2.13.1 Κράσπεδα

Τα κράσπεδα κατασκευάζονται ως υπερβατά, μη υπερβατά, ή καθόλου, ανάλογα με τη θέση τους (κεντρική νησίδα, νησίδες διαχωρισμού, εξωτερική περίμετρος δακτυλίου), όπως καθορίζεται στον επόμενο Πίνακα 2.13.1-1, λαμβάνοντας υπόψη την περιοχή στην οποία αναπτύσσεται ο κόμβος (αστική, υπεραστική).

Πίνακας 2.13.1-1: Είδος κρασπέδου ανάλογα με την περιοχή του κόμβου

#	Θέση κρασπέδου	Είδος κρασπέδου	
		Αστική περιοχή	Υπεραστική περιοχή
1	Περίμετρος κυκλικής νησίδας	Υπερβατό	Υπερβατό
2	Νησίδες διαχωρισμού στις προσβάσεις	Υπερβατό	Μη-υπερβατό [υπερβατό ⁽¹⁾]
3	Εξωτερική περίμετρος δακτυλίου	Μη-υπερβατό	Άνευ κρασπέδου

(1) Εφόσον η συμβάλλουσα οδός δεν έχει κατά μήκος κεντρική νησίδα, αλλά μόνο στην περιοχή της πρόσβασης διαμορφώνεται τριγωνοειδής νησίδα διαχωρισμού, τότε αυτή περιβάλλεται με υπερβατό κράσπεδο

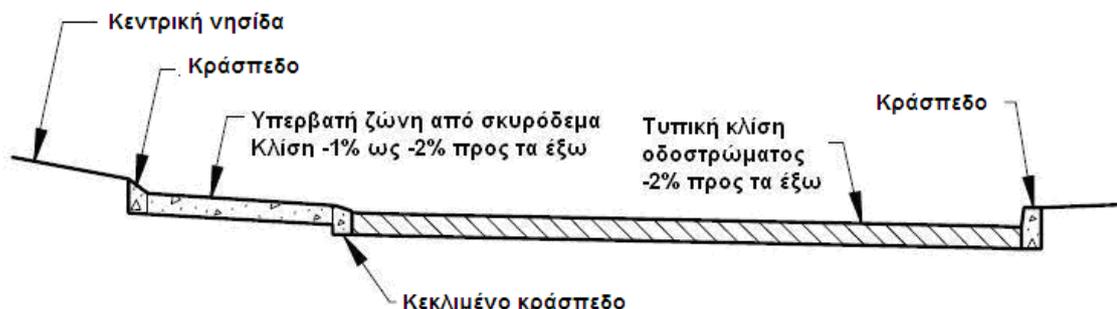
Σε αστικές περιοχές, στην εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου, τα κράσπεδα, περιλαμβάνονται και των τμημάτων των νησίδων διαχωρισμού, συνδυάζονται και με την κατασκευή ρείθρου. Στο ρείθρο συγκεντρώνεται κατ' ελάχιστον η απορροή από το οδόστρωμα του δακτυλίου. Το πλάτος του ρείθρου δεν επιτρέπεται να βρίσκεται μέσα στο πλάτος του δακτυλίου. Ενδέχεται να επιτρέπεται και εξωτερική μικρή απορροή προς το ρείθρο από πλευρικά πρανή, με την προϋπόθεση ότι το βάθος της ροής, που θα αναπτύσσεται, δεν υπερβαίνει τα 10 cm. Μεγαλύτερη απορροή από εξωτερικές επιφάνειες συνιστάται να συλλέγεται με ανοικτούς ή και κλειστούς αγωγούς με σχάρες στην περίμετρο του πεζοδρομίου ή της ζώνης φύτευσης. Το ρείθρο διαμορφώνεται με εγκάρσια κλίση 8% προς το κράσπεδο, με πλάτος τουλάχιστον 0,25 ή 0,50 m, αντίστοιχα σε δακτύλιο κυκλοφορίας 1 λωρίδας ή 2 λωρίδων. Εφόσον απαιτείται από την ποσότητα απορροής, το πλάτος του ρείθρου μπορεί να κατασκευάζεται με πλάτος >0,50 m, με τραπεζοειδή διατομή και με εγκάρσια κλίση $u:\beta \leq 1:3$ στην εξωτερική παρειά της, τηρώντας την υποχρέωση μέγιστου βάθους ροής 10 cm.

2.13.2 Οδόστρωμα

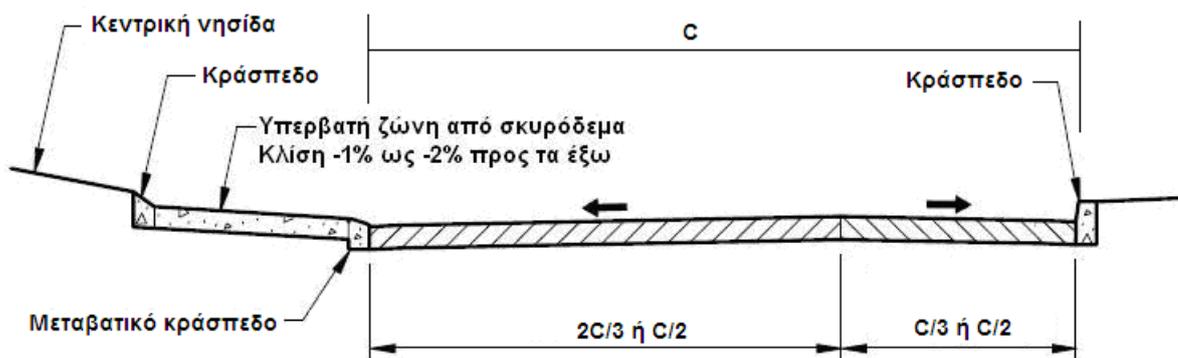
Σε περιπτώσεις κόμβου με δακτύλιο κυκλοφορίας μίας λωρίδας συνηθίζεται η διαμόρφωση μονοκλινούς οδοστρώματος, με κλίση 2 έως 2,5% προς την εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου. Σε κόμβους με δακτύλιο δύο λωρίδων συνιστάται η κατασκευή δικλινούς οδοστρώματος, με σημείο αλλαγής της επίκλισης στα 2/3 ή το 1/2 του πλάτους του δακτυλίου, μετρούμενο από την εσωτερική περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας. Αυτές οι δύο διαμορφώσεις απεικονίζονται στα Σχήματα 2.13.2-1 και 2.13.2-2. Σε δακτυλίους με περισσότερες από δυο λωρίδες πρέπει να εφαρμόζεται πάντα η δικλινής επιφάνεια κυκλοφορίας.

Τα φρεάτια υδροσυλλογής θα πρέπει να τοποθετούνται στην εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου του κόμβου και σε κάθε περίπτωση ανάντη των πεζοδιαβάσεων. Αντίστοιχα σε περίπτωση απορροής προς την κεντρική νησίδα, τα φρεάτια, που τοποθετούνται στην εσωτερική περίμετρο του δακτυλίου, θα πρέπει να συνδέονται κατάλληλα με το σύστημα

απορροής της περιφέρειας, ώστε τελικά η ροή στους αγωγούς να οδηγείται προς την εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας.



Σχήμα 2.13.2-1: Μονοκλινές οδόστρωμα, με υπερβατή ζώνη στην κεντρική νησίδα



Σχήμα 2.13.2-2: Δικλινές οδόστρωμα, με υπερβατή ζώνη στην κεντρική νησίδα, εφαρμόζεται σε δακτύλιο με 2 ή 3 λωρίδες κυκλοφορίας

2.13.3 Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας

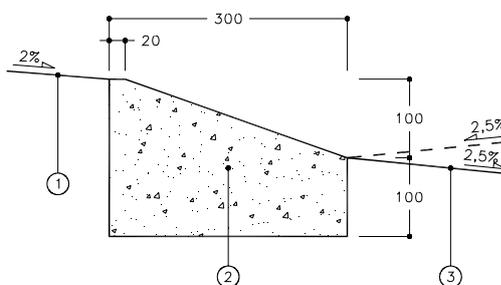
Η υπερβατή ζώνη για τη διευκόλυνση των βαρέων οχημάτων απαιτεί κατάλληλη διαμόρφωση. Η εγκάρσια κλίση αυτής της ζώνης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2% (βλ. Σχήματα 2.13.2-1 και 2.13.2-2), ώστε να μην κινδυνεύουν τα φορτία των φορτηγών από μετατοπίσεις. Μεταξύ της υπερβατής ζώνης και της κανονικής επιφάνειας κυκλοφορίας του δακτυλίου υπάρχει μεταβατικό (υπερβατό) κράσπεδο για να αποθαρρύνεται η χρήση της υπερβατής ζώνης από τα υπόλοιπα οχήματα. Για λόγους αποφυγής φθοράς στα ελαστικά των οχημάτων, το μεταβατικό (υπερβατό) κράσπεδο θα πρέπει να προσφέρει μια σχετικά ομαλή μετάβαση από το κανονικό οδόστρωμα προς την υπερβατή ζώνη. Η συνιστώμενη τυπική μορφή του υπερβατού κρασπέδου στην περίμετρο της υπερβατής ζώνης παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.13.3-2.

Η επιστροφή της επιφάνειας της υπερβατής ζώνης συνιστάται να γίνεται από υλικά με έντονη χρωματική αντίθεση σε σχέση με το οδόστρωμα. Ενδείκνυται η επιστροφή με κυβόλιθους κοκκινόχρωμους ή δυο χρωμάτων ενός ανοιχτόχρωμου και ενός σκούρου (κόκ-

κινου ή μαύρου) που θα σχηματίζουν μια εικόνα με βέλη, τα οποία υποδεικνύουν την κατεύθυνση κυκλοφορίας (βλ. Εικόνα 2.13-1).



Σχήμα 2.13.3-1: Ειδική επίστρωση υπερβατής ζώνης



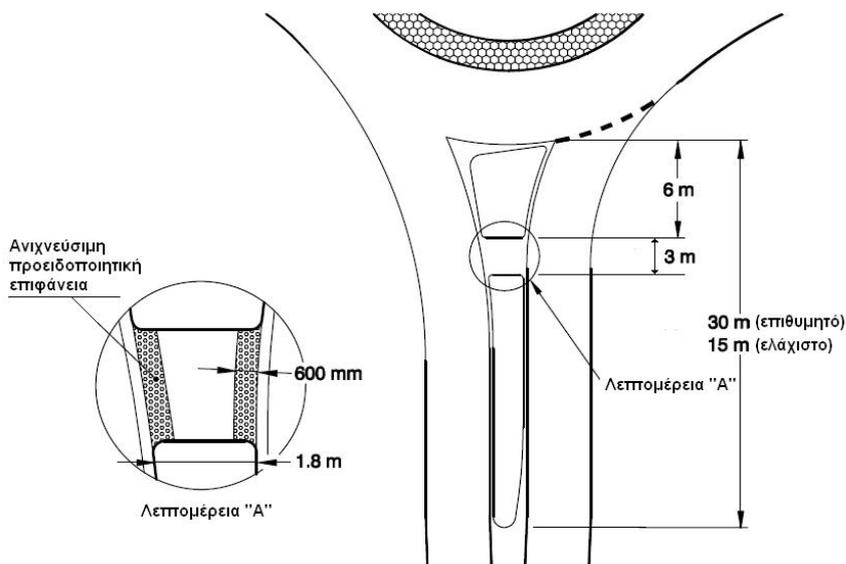
- (1) Επιφάνεια υπερβατής ζώνης δακτυλίου
- (2) Υπερβατό κράσπεδο
- (3) Επιφάνεια δακτυλίου κυκλοφορίας

Σχήμα 2.13.3-2: Τυπική διατομή μεταβατικού (υπερβατού) κρασπέδου

2.13.4 Νησίδια διαχωρισμού

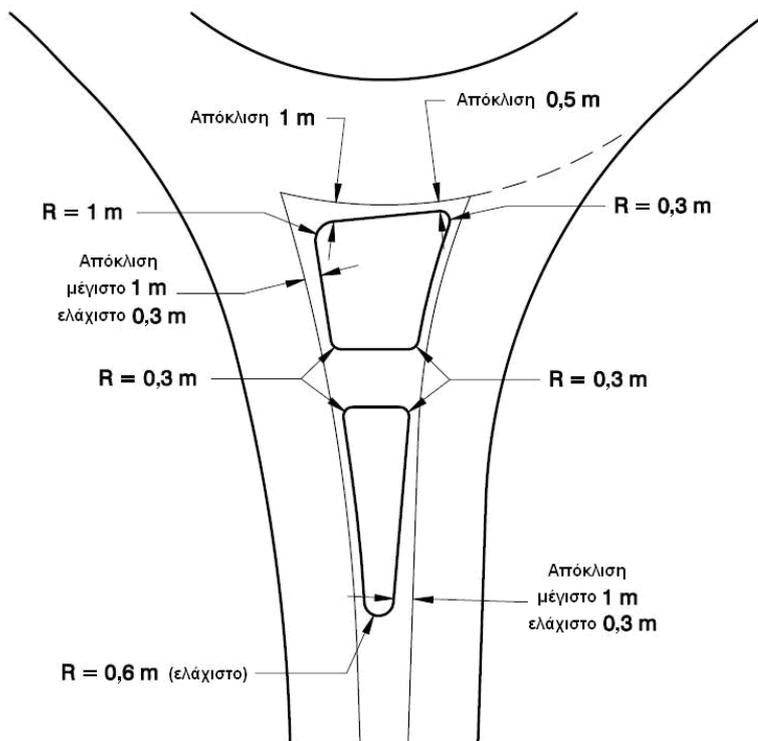
Στους Κ³ προτείνεται οι πεζοδιαβάσεις να περνούν εγκάρσια της νησίδας διαχωρισμού των δύο ρευμάτων κυκλοφορίας κάθε σκέλους του κόμβου. Το συνολικό μήκος της νησίδας διαχωρισμού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 m, αν και το επιθυμητό είναι τα 30 m. Σε περιοχές υψηλών ταχυτήτων θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα κατασκευής νησίδας μήκους 45 m, σε συνδυασμό με καμπυλοειδή διαμόρφωση του οδοστρώματος του κλάδου προσέγγισης (βλ. Σχήμα 2.7-3). Στην περίπτωση ανάγκης χωροθέτησης πεζοδιαβάσεων αυτή διακόπτεται σε απόσταση τουλάχιστον 6 m, από την εξωτερική οριογραμμή του δακτυλίου κυκλοφορίας, για λόγους ευκολότερης διέλευσης και προστασίας πεζών, ποδηλάτων και ΑμΕΑ.

Οι λεπτομέρειες σχεδιασμού των εν λόγω νησίδων διαχωρισμού παρουσιάζονται στα Σχήματα 2.13.4-1 και 2.13.4-2, που ακολουθούν.



Παρατήρηση: Το πλάτος με τις φολιδωτές πλάκες μπορεί να περιορίζεται στα 400 mm

Σχήμα 2.13.4-1: Σχεδιασμός νησίδας – Διακοπή πεζοδιάβασης



Οι αναγραφόμενες αποκλίσεις «μέγιστη 1 m» και «ελάχιστη 0,3 m» εφαρμόζονται αντίστοιχα στο σημείο αρχής και τέλους της νησίδας κατά την έννοια της προσερχόμενης κυκλοφορίας.

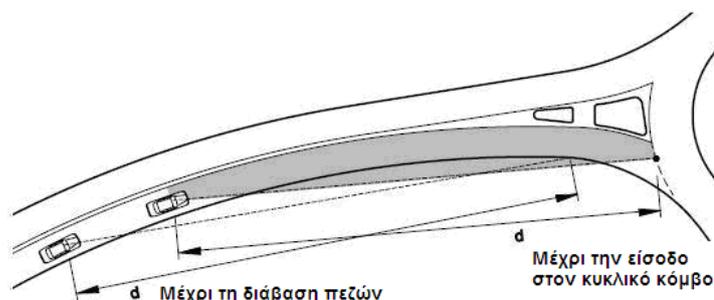
Σχήμα 2.13.4-2: Λεπτομέρεια σχεδιασμού γωνιών τριγωνοειδούς νησίδας

2.14 Ορατότητα

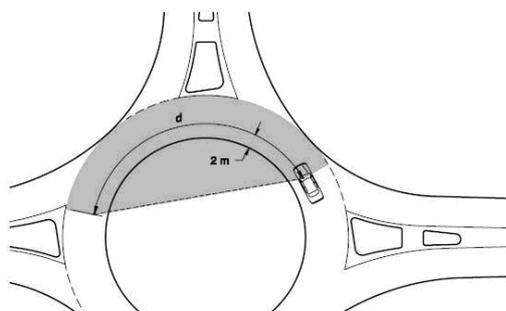
Οι οδηγοί θα πρέπει (με την κατάλληλη σήμανση και τη δυνατότητα κατόπτευσης) να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τη διάταξη του ακολουθεί στην πορεία τους, να εκτιμήσουν πιθανές αιτίες για στάση, να αποφασίσουν το χειρισμό που θα πραγματοποιήσουν και να εκτελέσουν την απόφασή τους. Για αυτή τη διαδικασία θα πρέπει να παρέχεται επαρκής απόσταση ορατότητας για στάση, που θα καλύπτει τους απαιτούμενους χρόνους αντίδρασης και στάσης, καθ' όλη τη διάρκεια κίνησης προς, εντός και από τον Κ³.

Σε Κ³ απαιτείται η τήρηση των ελάχιστων αποστάσεων ορατότητας για στάση:

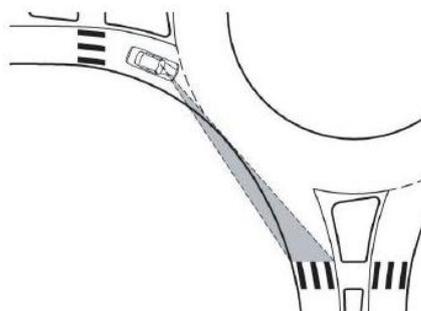
- κατά την προσέγγιση του κόμβου (βλ. Σχήμα 2.14-1)
- κατά την κυκλική πορεία επί του δακτυλίου (βλ. Σχήμα 2.14-2)
- κατά την προσέγγιση της διάβασης πεζών στην έξοδο (βλ. Σχήμα 2.14-3)



Σχήμα 2.14-1: Μήκη ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον Κ³



Σχήμα 2.14-2: Μήκος ορατότητας για στάση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας



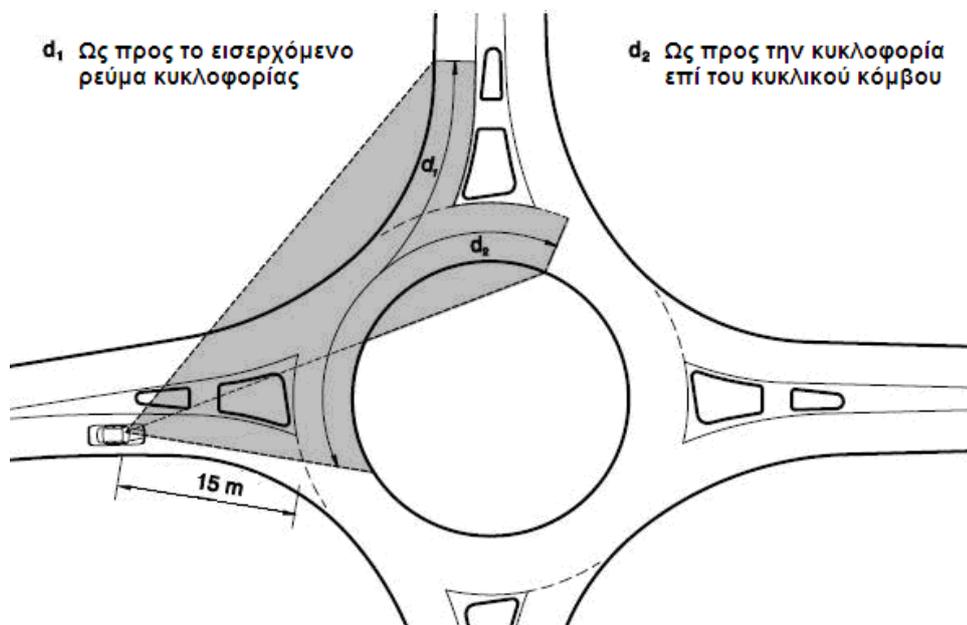
Σχήμα 2.14-3: Μήκος ορατότητας για στάση μέχρι τη διάβαση πεζών της εξόδου

Για τις αποστάσεις ορατότητας, ανάλογα με την ταχύτητα κίνησης του οχήματος, μπορεί να χρησιμοποιείται, ενδεικτικά, ο επόμενος πίνακας. Η απόσταση υπολογίζεται με χρόνο αντίληψης-αντίδρασης 2,5 s και επιβράδυνση 3,4 m/s².

Πίνακας 2.14-1: Απόσταση ορατότητας ανάλογα με ταχύτητα κίνησης

Ταχύτητα [km/h]	15	25	30	40	50
Απόσταση Ορατότητας [m]	20	30	40	50	60

Ο οδηγός, κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας, θα πρέπει να έχει πλήρη θέαση των επερχομένων οχημάτων, με τα οποία ενδέχεται να εμπλακεί σε σύγκρουση. Το ελεύθερο οπτικών εμποδίων πεδίο, προκειμένου να αναγνωρίζονται τα επερχόμενα οχήματα παρουσιάζεται με τη μορφή των τριγώνων ορατότητας στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 2.14-4: Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας

Οι δύο επιφάνειες που καθορίζουν το απαιτούμενο πεδίο ορατότητας θα πρέπει να εξετάζονται ανεξάρτητα και από τη σύνθεση αυτών να προκύπτει η τελική επιφάνεια. Το κοινό σκέλος των δύο τριγώνων ορατότητας θα πρέπει να περιορίζεται σε μήκη της τάξης των 15 m, ώστε να αποθαρρύνεται η υπερβολική ταχύτητα κατά την προσέγγιση και είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Αυτό βοηθά τη δυνατότητα στάσης σε περίπτωση διάβασης πεζού, ενώ και ρυθμίζει την ταχύτητα κίνησης επί του δακτυλίου κυκλοφορίας αμέσως μετά. Εδώ, το ύψος εμποδίου ορίζεται στο 1,0 m, όπως και το ύψος οφθαλμών του οδηγού.

Το μήκος των τόξων d_1 και d_2 , (βλ. Σχήμα 2.14-4), υπολογίζεται με βάση τις ταχύτητες κίνησης των επερχομένων οχημάτων, από τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$d_1 = 1,468 \cdot V_{\text{οχημάτων, εισερχόμενων}} \cdot t_c$$

$$d_2 = 1,468 \cdot V_{\text{οχημάτων, επί του δακτυλίου}} \cdot t_c$$

[Εξισώσεις 2.14-1]

όπου:

d_1 [m] : μήκος ορατότητας για το σκέλος εισόδου

d_2 [m] : μήκος ορατότητας για την κίνηση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας

V_i [km/h] : ταχύτητα σχεδιασμού της επερχόμενης κυκλοφορίας

t_c [s] : κρίσιμο χρονικό διάκενο αποδοχής για είσοδο, εκτιμώμενο στα 5 s

Η απόσταση d_1 προς το σκέλος εισόδου, αφορά στην αμέσως προηγούμενη είσοδο κατά τη φορά κίνησης του κόμβου. Η ταχύτητα των επερχόμενων εξ' αυτής οχημάτων, υπολογίζεται ως ο μέσος όρος της ταχύτητας κίνησης επί του κλάδου εισόδου και της ταχύτητας κίνησης επί του δακτυλίου.

Η απόσταση d_2 προς την κίνηση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας, αφορά στα οχήματα που κινούνται επί του δακτυλίου ήδη πριν από την αμέσως προηγούμενη είσοδο, με βάση τη φορά κίνησης στον κόμβο. Η ταχύτητα αυτής της κίνησης μπορεί να υπολογισθεί με βάση την ακτίνα της στροφής R_4 , που εκτελούν τα αριστερά στρέφοντα οχήματα.



Το κρίσιμο χρονικό διάκενο αποδοχής για είσοδο ορίζεται, ως ο χρόνος που γενικά απαιτείται, ώστε ένα όχημα να εισέλθει με ασφάλεια στο επερχόμενο ρεύμα κυκλοφορίας. Εδώ, το κρίσιμο χρονικό διάκενο εισόδου θεωρείται ότι είναι 5 s, αλλά ενδέχεται να υπολογισθεί διαφορετικά, ανά περιοχή, μετά από κατάλληλη μελέτη που λαμβάνει υπόψη τις επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά συμπεριφοράς των οδηγών.

Με την παραδοχή χρονικού διακένου 5 s και τη χρήση των προηγούμενων εξισώσεων 2.14-1 προκύπτουν οι ακόλουθες τιμές για τα μήκη των σκελών των τριγώνων ορατότητας.

Πίνακας 2.14-2: Ελάχιστα μήκη πλευρών τριγώνων ορατότητας

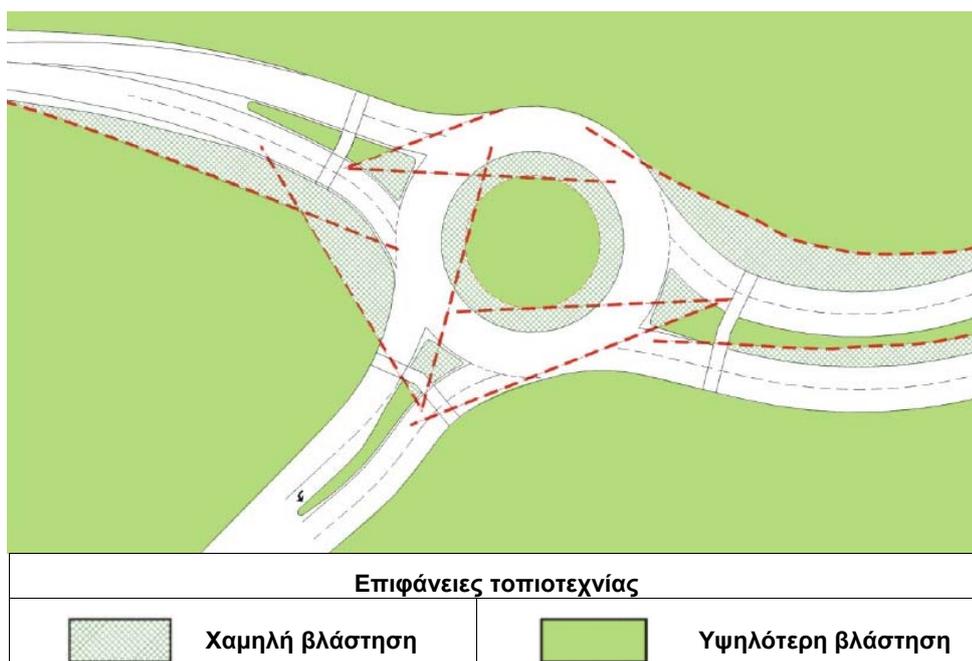
Ταχύτητα επερχόμενης κυκλοφορίας [km/h]	20	25	30	35	40
Απόσταση ορατότητας [m]	28	35	42	49	56

Στο τέλος του υπολογισμού όλων των απαραίτητων αποστάσεων και επιφανειών ορατότητας θα πρέπει να διαμορφωθεί ένα ενιαίο σχέδιο σύνθεσής τους. Έτσι προκύπτει ένα σχεδιάγραμμα των επιφανειών στις οποίες υπάρχει δυνατότητα διαμόρφωσης περιβάλλοντος με χαμηλά ή και υψηλά οπτικά εμπόδια, όπως φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 2.14-5.

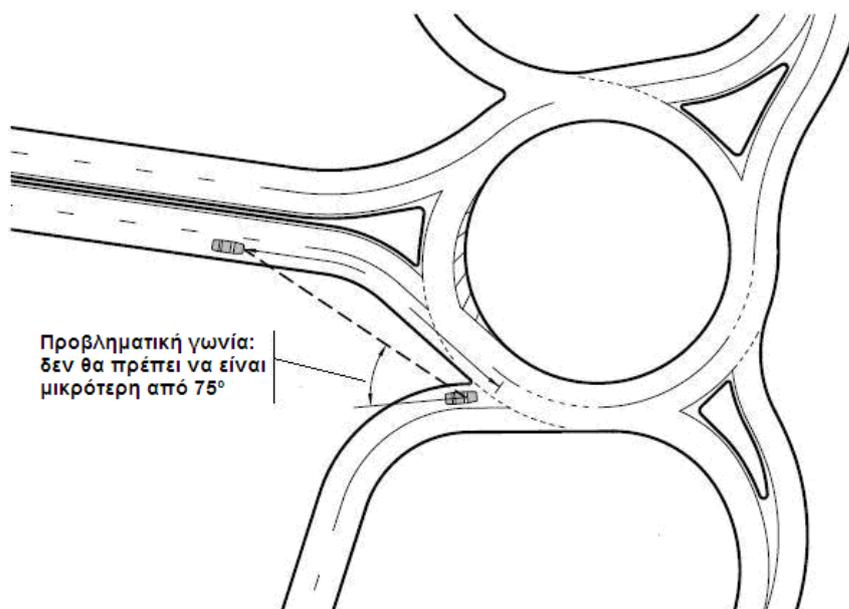
Η γωνία εισόδου στον Κ³ θα πρέπει να διαμορφώνεται κατάλληλα και για λόγους ορατότητας, πέραν των αναγκών για ρύθμιση της ταχύτητας, άνεση και ασφάλεια στην κίνηση. Οι πολύ μικρές γωνίες δυσκολεύουν τους οδηγούς, επειδή χρειάζεται να στρέψουν πολύ την κεφαλή τους για να κατοπτρεύσουν τα οχήματα που εισέρχονται από την αμέσως επόμενη πρόσβαση. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι ο οδηγός μπορεί να κατοπτρεύσει (χωρίς υπερβολική προσπάθεια) πεδίο γωνίας μέχρι 112°, που σχηματίζεται από τον άξονα του οχήματος προς τα αριστερά του. Μια προβληματική και μια διορθωμένη περίπτωση Κ³ ως προς τη γωνία πρόσβασης απεικονίζονται στα επόμενα Σχήματα 2.14-6 και 2.14-7.

Η απαιτούμενη ορατότητα μεταξύ των κινήσεων, που αποτελούν εν δυνάμει αιτία ατυχημάτων, πρέπει να διασφαλίζεται σε κάθε περίπτωση, με ό,τι αυτό συνεπάγεται από άποψη, τόσο γεωμετρικού σχεδιασμού, όσο και δέσμευσης και διατήρησης ελεύθερης ζώνης από στοιχεία που εμποδίζουν την ορατότητα.

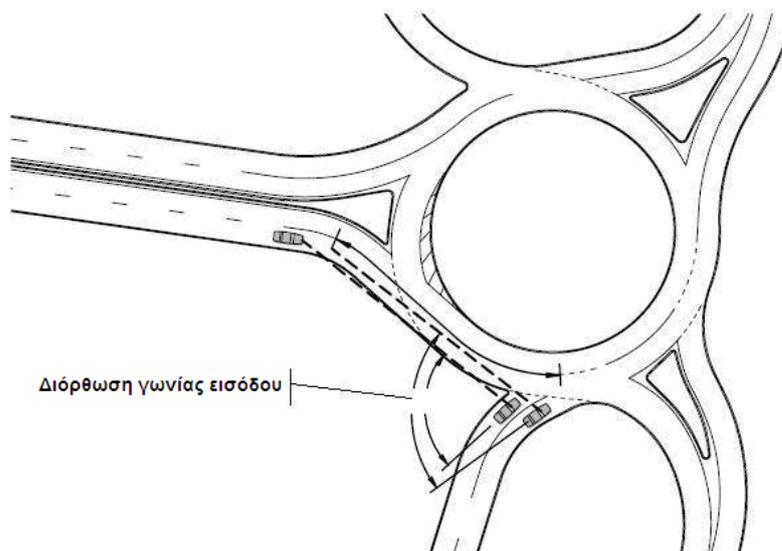
Η τοποθέτηση πινακίδων P-1 του ΚΟΚ δεν απαλλάσσει από την υποχρέωση (το Μελετητή και την Υπηρεσία) για τη διάθεση επαρκούς ελεύθερης ζώνης, ώστε να υπάρχει η ελάχιστη απαιτούμενη ορατότητα, προκειμένου να καλύπτεται και η περίπτωση κατά την οποία ένας οδηγός παραβιάζει τις ρυθμιστικές πινακίδες.



Σχήμα 2.14-5: Παράδειγμα σύνθεσης επιφανειών ορατότητας σε Κ³



Σχήμα 2.14-6: Προβληματική γωνία εισόδου (<75°)

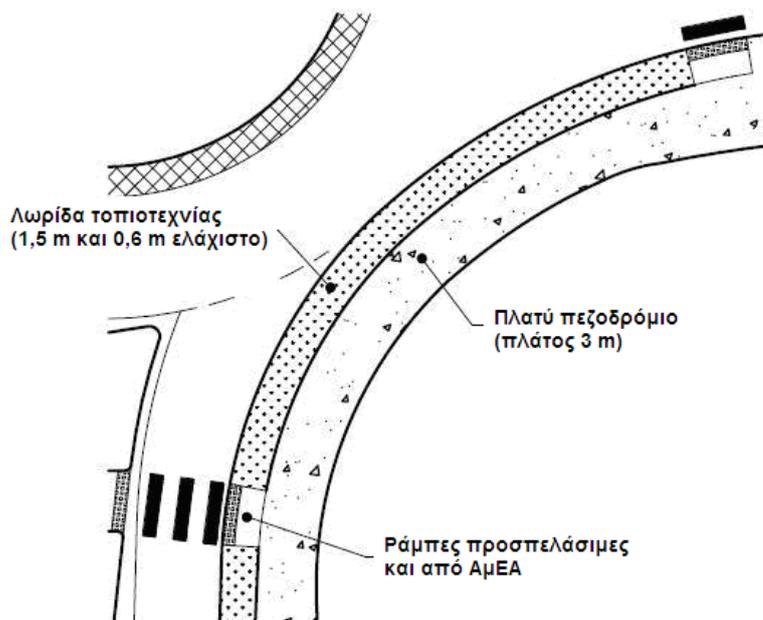


Σχήμα 2.14-7: Διορθωμένη γωνία εισόδου (>75°)

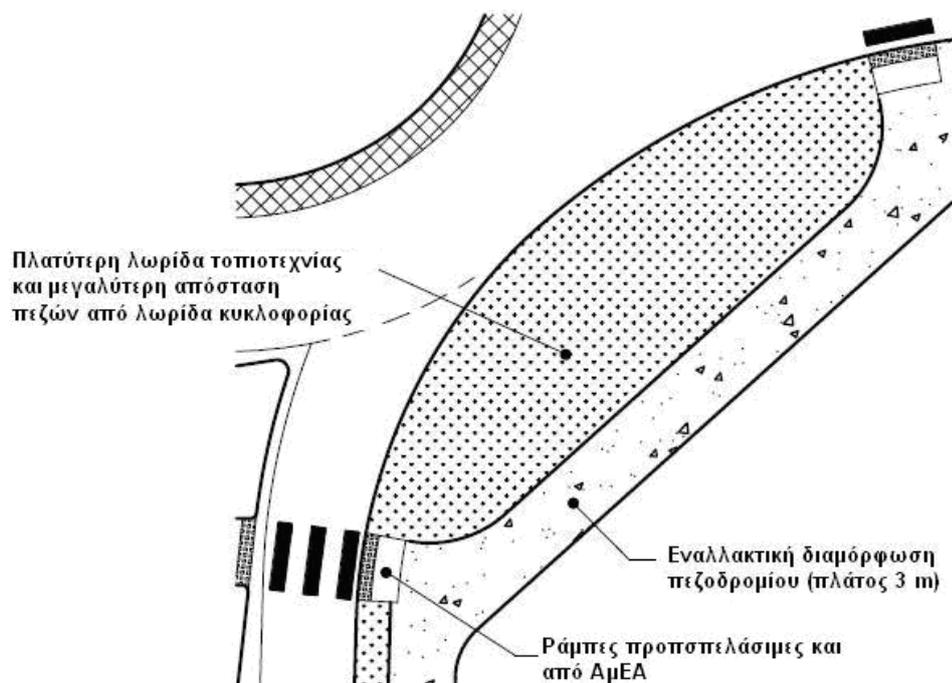
2.15 Πεζοδιαβάσεις

Οι πεζοδιαβάσεις στην περιοχή του Κ³ θα πρέπει να προσφέρουν άνετη και ασφαλή μετακίνηση των πεζών. Οι διαβάσεις θα πρέπει να τοποθετούνται σε ικανή απόσταση από τα άκρα των λωρίδων κυκλοφορίας, ώστε να παρεμβάλλεται χώρος για την τοποθέτηση παρόδιας σήμανσης, τη συσσώρευση χιονιού κατά τον εκχιονισμό της οδού και το ανεμπόδιο πέρασμα του πρόσθιου προβόλου των οχημάτων. Επιπλέον, η παρεμβολή της λωρίδας με τοπιοτεχνία εμποδίζει τους πεζούς να κινηθούν εύκολα εγκάρσια στις λωρίδες του Κ³ από σημεία εκτός των διαγραμμισμένων διαβάσεων πεζών.

Το πεζοδρόμιο θα πρέπει να έχει πλάτος τουλάχιστον 3,0 m και να απέχει από το άκρο του οδοστρώματος του δακτυλίου κυκλοφορίας τουλάχιστον 0,6 m, ή καλύτερα περισσότερο από 1,5 m (βλ. επόμενα Σχήματα 2.15-1, 2.15-2 και Εικόνα 2.15-3).



Σχήμα 2.15-1: Διαμόρφωση πεζοδρομίου στην περίμετρο του Κ³ (προτιμότερη είναι αυτή του επόμενου σχήματος)



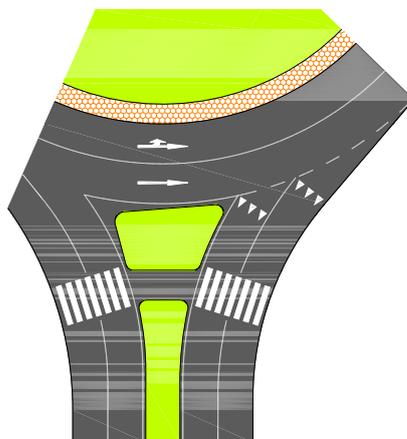
Σχήμα 2.15-2: Διαμορφώσεις πεζοδρομίου με μεγαλύτερες διαστάσεις στην περιφέρεια του Κ³ (προτιμώμενη διαμόρφωση, εφόσον υπάρχει χώρος)



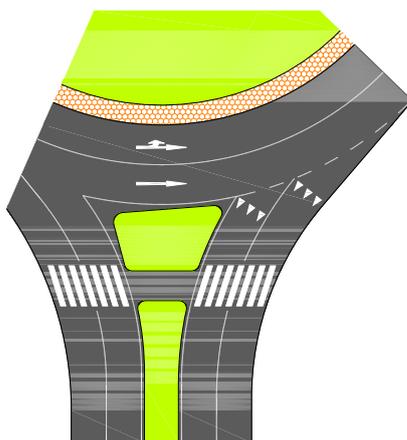
Εικόνα 2.15-1: Λωρίδα τοπιοτεχνίας μεταξύ λωρίδας κυκλοφορίας και περιμετρικού πεζοδρομίου

Οι διαβάσεις εγκάρσια στους κλάδους πρόσβασης θα πρέπει να τοποθετούνται και να διαστασιολογούνται με τρόπο που να ευνοούν την άνετη και ασφαλή διέλευση των πεζών. Εν γένει, όταν οι διαβάσεις βρίσκονται μακριά από την περίμετρο του Κ³, τότε οι πεζοί ωθούνται σε επιλογή διαδρομής εκτός διαβάσεων με σκοπό τη συντομότερη μετακίνησή τους. Η τοποθέτηση των πεζοδιαβάσεων επηρεάζει επίσης το σημείο συσσώρευσης οχημάτων προ του κόμβου.

Γενικά, συνιστάται οι διαβάσεις να τοποθετούνται σε αποστάσεις πολλαπλάσιες του μέσου μήκους οχήματος από την περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας. Ιδανικά, αυτή η απόσταση θα πρέπει να καλύπτει το μήκος τουλάχιστον ενός τυπικού μικρού επιβατηγού οχήματος και της απόστασής του από το όχημα που ακολουθεί, δηλαδή συνολικά περίπου 6 m. Δυο διαφορετικές διατάξεις για τις εγκάρσιες πεζοδιαβάσεις παρουσιάζονται στα επόμενα σχήματα. Η κεντρική νησίδα συνιστάται να διακόπτεται και η πεζοδιάβαση να διέρχεται ισόπεδα, αντί να κατασκευάζονται ράμπες. Επίσης, στο σημείο εκείνο η νησίδα θα πρέπει να έχει πλάτος τουλάχιστον 2 m (min 1,8 m), ώστε να παρέχει καταφύγιο προστασίας σε πεζούς και ΑμΕΑ κατά την αναμονή τους, πριν να διασχίσουν και το οδόστρωμα της άλλης κατεύθυνσης κυκλοφορίας. Στην οριζόντια σήμανση καλό είναι να προστίθεται και το σήμα παραχώρησης προτεραιότητας (βλ. Πρότυπα στο Παράρτημα Η των ΟΜΟΕ-ΙΚ).



Σχήμα 2.15-3: Πεζοδιαβάσεις κάθετες στις οριογραμμές του κλάδου (επιτυγχάνουν μικρότερη διανυόμενη απόσταση από τον πεζό επί του οδοστρώματος, προτιμώμενη διάταξη).



Σχήμα 2.15-4: Πεζοδιαβάσεις ευθυγραμμισμένες κάθετα στον κεντρικό άξονα του κλάδου (μη προτιμώμενη διάταξη).

2.16 Οδοφωτισμός σε Κ³

Ο φωτισμός των Κ³ θα πρέπει να προσφέρει τη δυνατότητα σε όλους τους χρήστες να αναγνωρίζουν τη διάταξη του κόμβου, καθώς και την παρουσία και πορεία των υπολοίπων χρηστών. Λόγω της καμπύλης τροχιάς και της συνεχούς αλλαγής στη διεύθυνση των οχημάτων, η αποτελεσματικότητα των προβολέων των οχημάτων είναι μειωμένη, καθιστώντας τον οδοφωτισμό εξαιρετικά κρίσιμης σημασίας.

Γενικά, συνιστώνται τα ακόλουθα:

- Ο συνολικός φωτισμός του κόμβου θα πρέπει να είναι περίπου ίσος με το άθροισμα των επιπέδων φωτισμού των συμβαλλουσών οδών
- Αν δεν υπάρχει συνεχής φωτισμός στις οδούς πρόσβασης θα πρέπει να παρέχεται κατά μήκος αυτών μεταβατικός φωτισμός για να επιτρέπει την ομαλή προσαρμογή του οδηγού κατά την πρόσβαση στον Κ³

- Η διασφάλιση επαρκούς φωτισμού στην κορυφή της νησίδας διαχωρισμού, σε όλα τα σημεία εμπλοκής, όπου η κυκλοφορία εισέρχεται στο ρεύμα κυκλικής κίνησης και σε όλα τα σημεία όπου η κυκλοφορία αποχωρίζεται προς την έξοδο
- Η διασφάλιση επαρκούς φωτισμού στις πεζοδιαβάσεις και στις τυχόν περιοχές συγχώνευσης των ποδηλάτων με την κυκλοφορία των οχημάτων
- Η λήψη προληπτικών μέτρων, ώστε να μην προκαλείται όχληση από το φωτισμό σε γειτνιάζουσες ιδιοκτησίες
- Η διασφάλιση επαρκούς φωτισμού των υπερυψωμένων νησίδων

Σε Κ³ με κυκλοφορία πεζών, οι απαιτήσεις για φωτισμό είναι αυξημένες. Για ασφαλική επιφάνεια, ανάλογα με τους φόρτους πεζών και την περιοχή, συνιστώνται τα επίπεδα φωτισμού του επόμενου πίνακα.

Πίνακας 2.16-1: Επίπεδα φωτισμού ανάλογα της κατάταξης συμβαλλομένων οδών και κατηγορίας περιοχής πεζών

Λειτουργική κατάταξη συμβαλλομένων οδών	Μέσο επίπεδο φωτισμού στο οδόστρωμα, ανάλογα με την κατηγορία περιοχής πεζών						E _{μέση} /E _{ελάχιστη}
	Υψηλή		Μέση		Χαμηλή		
	cd/m ²	Lux	cd/m ²	Lux	cd/m ²	Lux	
Κύρια/Κύρια	3,4	34,0	2,6	26,0	1,8	18,0	3:1
Κύρια/Συλλεκτήρια	2,9	29,0	2,2	22,0	1,5	15,0	3:1
Κύρια/Τοπική	2,6	26,0	2,0	20,0	1,3	13,0	3:1
Συλλεκτήρια/Συλλεκτήρια	2,4	24,0	1,8	18,0	1,2	12,0	4:1
Συλλεκτήρια/Τοπική	2,1	21,0	1,6	16,0	1,0	10,0	4:1
Τοπική/Τοπική	1,8	18,0	1,4	14,0	0,8	8,0	6:1

Πίνακας 2.16-2: Κατηγορίες περιοχών πεζών

Κατηγορία	Πλήθος πεζών σε μέση ετήσια ώρα αιχμής σκότους (συνήθως 18:00-19:00)
Υψηλή	Περισσότεροι από 100
Μέση	Από 11 έως και 100
Χαμηλή	Λιγότεροι από 11

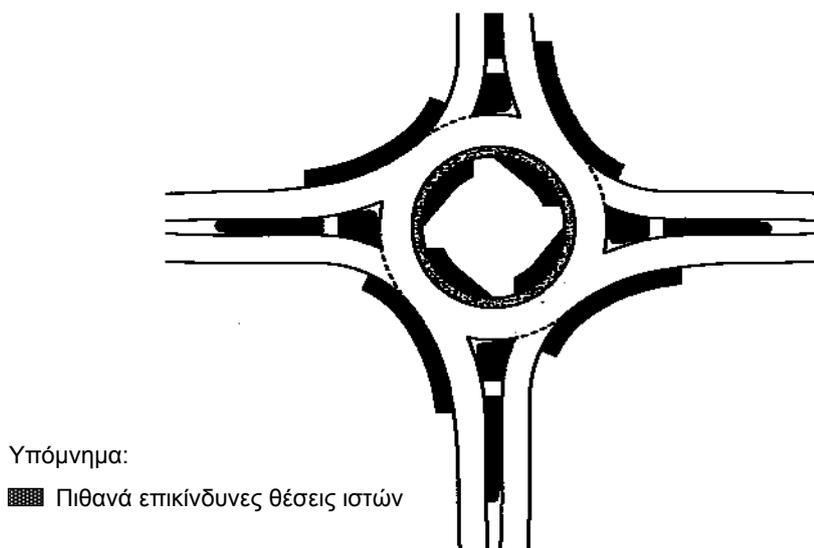
Είναι επιθυμητό να χρησιμοποιούνται όσο το δυνατόν λιγότεροι στύλοι φωτισμού προκειμένου να περιορίζονται τα σταθερά εμπόδια. Συνήθως αυτό επιτυγχάνεται με χρήση υψηλών στύλων και φωτιστικά τύπου Cobra με μεγάλη ισχύ. Σε περιπτώσεις μεγάλων φόρτων πεζών ενδέχεται να απαιτείται επιπλέον φωτισμός με πρόσθετους στύλους χαμηλού ύψους. Σχετικά μεγέθη παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.16-3.

Πίνακας 2.16-3: Τύποι στύλων φωτισμού, ισχύς και ύψος κεφαλής

Τύπος Διάταξης Φωτισμού	Τυπική ισχύς λαμπτήρων	Σύνηθες ύψος ανάρτησης κεφαλής
Τύπου Cobra	75 – 400 W, HPS	9 – 15 m
Βραχέως προβόλου	75 – 200 W, HPS	4 – 6 m
Υψηλός ιστός	400 – 1000 W, HPS	15 – 30 m

HPS: Υψηλής Πίεσης Νατρίου

Οι στύλοι οδοφωτισμού μπορεί να τοποθετούνται κυρίως στην περίμετρο ή το κέντρο το κόμβου, εκτός των κρίσιμων επιφανειών που δείχνονται στο Σχήμα 2.16-5. Τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των διατάξεων περιγράφονται ως πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στον Πίνακα 2.13-4. Οι απαιτούμενοι ιστοί γύρω από το δακτύλιο κυκλοφορίας πρέπει να τοποθετούνται στα 3,0 m από την περίμετρο. Για παράδειγμα, σε περίμετρο διαμέτρου 58 m, εγκατάσταση 4 φωτιστικών τύπου Cobra, με λαμπτήρες HPS 400 W και ύψος ανάρτησης 12 m, αποδίδουν μέση τιμή φωτισμού 26 Lux με ομοιομορφία 3:1.

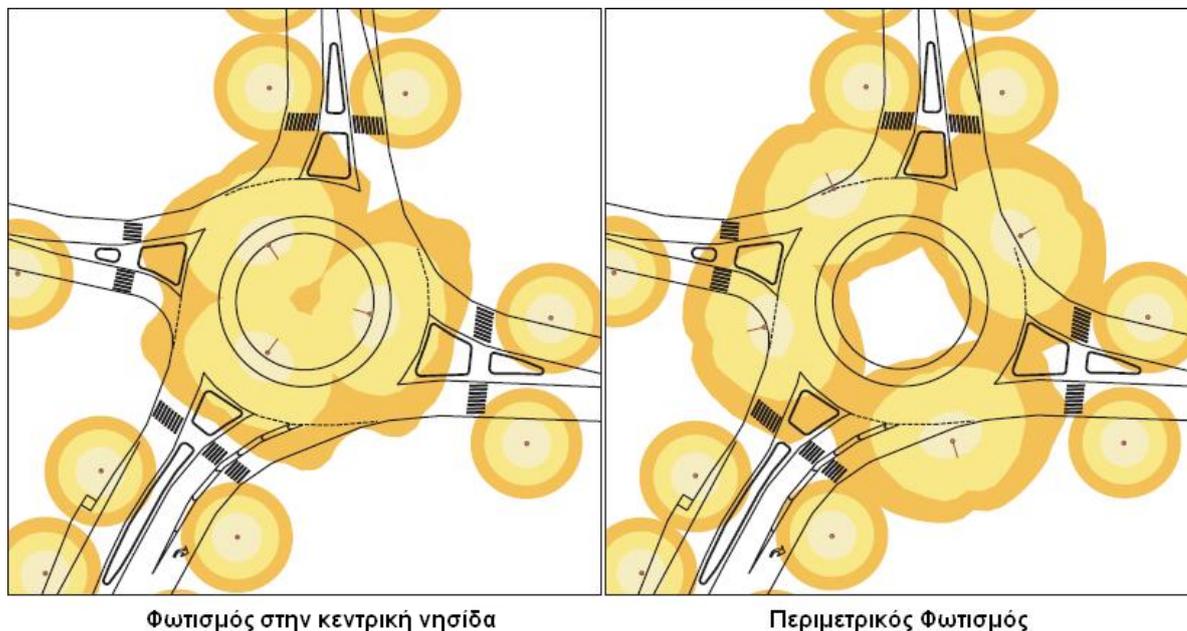


Σχήμα 2.16-5: Κρίσιμες επιφάνειες για τοποθέτηση ιστών οδοφωτισμού (οι στύλοι πρέπει να τοποθετούνται πίσω από αυτές)

Πίνακας 2.16-4: Πλεονεκτήματα/Μειονεκτήματα εναλλακτικών διατάξεων φωτισμού

Διάταξη	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Περιμετρικός Φωτισμός	<ul style="list-style-type: none"> • Καλύτερος φωτισμός στις κρίσιμες περιοχές διάβασης πεζών και ποδηλατών • Συνέχεια φωτισμού στις λωρίδες κυκλοφορίας και καλή οπτική καθοδήγηση στο δακτύλιο κυκλοφορίας • Οι προειδοποιητικές πινακίδες εισόδου εμφανίζονται καθαρά, καθώς φωτίζονται από μπροστά • Η συντήρηση των εγκαταστάσεων είναι ευκολότερη, λόγω της θέσης τους πίσω από τα κράσπεδα 	<ul style="list-style-type: none"> • Ο φωτισμός είναι ασθενέστερος στην κεντρική νησίδα, γεγονός που μπορεί να περιορίζει την αναγνώριση του κόμβου από μακριά • Απαιτούνται περισσότεροι στύλοι οδοφωτισμού για να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο φωτισμού με μια κεντρική διάταξη • Ενδεχομένως να απαιτηθεί η τοποθέτηση στύλων οδοφωτισμού σε κρίσιμες περιοχές εμπλοκών
Κεντρικός Φωτισμός	<ul style="list-style-type: none"> • Ευνοείται η αναγνώριση του κόμβου από μακριά • Απαιτούνται γενικά λιγότεροι στύλοι οδοφωτισμού για να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο μιας περιμετρικής διάταξης • Η θέση του στύλου οδοφωτισμού στην κεντρική νησίδα βρίσκεται μακριά από κρίσιμες περιοχές εμπλοκής, με εξαίρεση τους κόμβους μικρής διαμέτρου • Οι πινακίδες σήμανσης εξόδου εμφανίζονται καθαρά, καθώς φωτίζονται από μπροστά 	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν μπορεί να επιτευχθεί ικανοποιητικός φωτισμός, χωρίς τη χρήση επιπλέον φωτισμού στους κλάδους προσέγγισης • Ο φωτισμός είναι ασθενέστερος σε κρίσιμες περιοχές διάβασης πεζών και ποδηλατών • Οι πινακίδες στις εισόδους φωτίζονται από πίσω και δεν προβάλλουν καθαρά • Απαιτείται κατασκευή διαδρόμου πρόσβασης στη βάση του κεντρικού στύλου για λόγους συντήρησης • Υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος λόγω θάμβωσης • Ο κεντρικός στύλος επηρεάζει την τοπιοτεχνία της κεντρικής νησίδας • Ίσως είναι ακατάλληλη η τοποθέτηση υψηλών στύλων σε αστικές περιοχές, ειδικά όταν μπορεί να ενοχλούνται εγγύς κατοικίες

Μια φωτομετρική απεικόνιση των δύο διατάξεων παρουσιάζεται στο επόμενο Σχήμα 2.15-6. Οι έγχρωμες περιοχές υποδεικνύουν τις φωτιζόμενες επιφάνειες πέριξ των στύλων οδοφωτισμού.



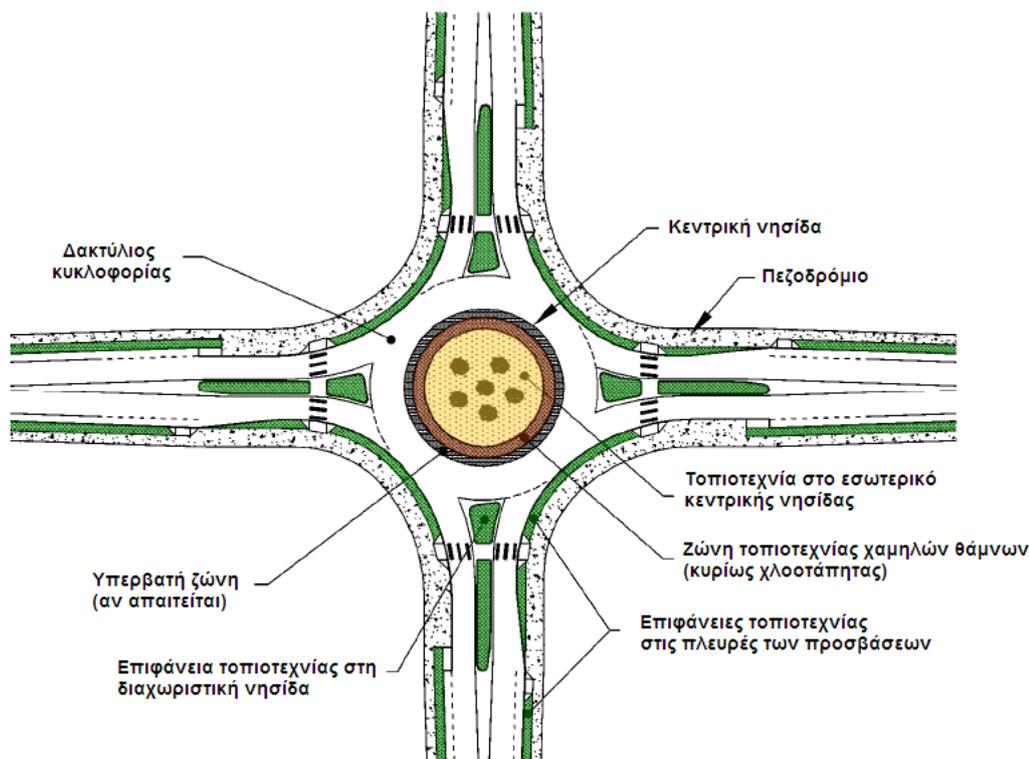
Σχήμα 2.16-6: Φωτομετρική απεικόνιση επιφανειών ανάλογα με διάταξη στύλων

2.17 Αισθητική

Η κατασκευή των Κ³ συνδέεται, τόσο με τη βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών και της οδικής ασφάλειας, όσο και με την αισθητική αναβάθμιση της περιοχής. Η δημιουργία ελεύθερων χώρων για τοπιοτεχνία είναι από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρέχουν οι Κ³ στην προαγωγή της αισθητικής. Οι περιοχές που προσφέρονται για τοπιοτεχνία παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.17-1.

Η τοπιοτεχνία στην κεντρική νησίδα μπορεί να βελτιώνει την ασφάλεια του κόμβου, προσδίδοντας σε αυτόν την έννοια του τοπίου, εξαναγκάζοντας τη διέλευση με χαμηλές ταχύτητες, διακόπτοντας ταυτόχρονα και τη θάμβωση μεταξύ των οχημάτων που κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Τα στοιχεία της τοπιοτεχνίας πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα, ώστε να παρέχονται οι απαιτούμενες αποστάσεις ορατότητας (βλ. §2.14). Αντιστρόφως, πρέπει να επιλέγονται στρατηγικές θέσεις για τα στοιχεία της τοπιοτεχνίας, ώστε να περιορίζεται το λογικά υπερβάλλον μέγεθος του ελεύθερου πεδίου ορατότητας και να επιβάλλεται η μείωση των ταχυτήτων.

Η τοπιοτεχνία θα πρέπει να γίνεται με τρόπο που να μην εμποδίζει την ορατότητα για τα οχήματα, τους ποδηλάτες και τους πεζούς. Ενδεικτικά, στο επόμενο Σχήμα 2.17-2, παρουσιάζεται μια τομή κατά τη διάμετρο της κεντρικής νησίδας, ενώ πραγματικά παραδείγματα παρουσιάζονται στις επόμενες εικόνες



Σχήμα 2.17-1: Περιοχές που προσφέρονται για αισθητική διαμόρφωση τοπίου



Σχήμα 2.17-2: Τυπική τοπιοτεχνία κεντρικής νησίδας με πρόβλεψη για ορατότητα



Εικόνες 2.17-1: Παραδείγματα τοπιοτεχνίας σε Κ³

Στην πρώτη εικόνα της δεύτερης σειράς αξίζει να σημειωθεί η διακοπή του περιμετρικού κρασπέδου της κεντρικής νησίδας, προκειμένου τα όμβρια από το οδόστρωμα του δακτυλίου κυκλοφορίας να απορρέουν προς την επιφάνεια του πρασίνου

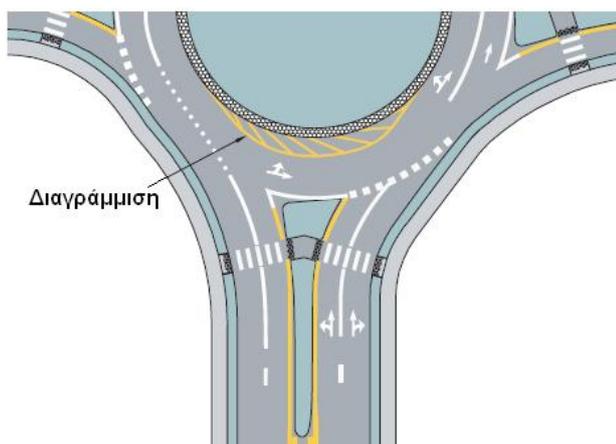
2.18 Ειδικές Διαμορφώσεις Κόμβων Κυκλικής Κίνησης

Εκτός από τις τυπικές περιπτώσεις σχεδιασμού, που αναφέρονται στις προηγούμενες παραγράφους, ο μελετητής ενθαρρύνεται να προσαρμόζει το σχεδιασμό του κόμβου στις ανάγκες κατά περίπτωση, υπό την προϋπόθεση ότι τηρούνται οι γενικές αρχές σχεδιασμού που ισχύουν για όλους τους Κ³. Η διαφοροποίηση από τις τυπικές περιπτώσεις μπορεί να έγκειται στον αριθμό των λωρίδων, στη γεωμετρία του δακτυλίου και των κλάδων, αλλά και στη χρήση των λωρίδων ως αποκλειστικές ή κοινόχρηστες.

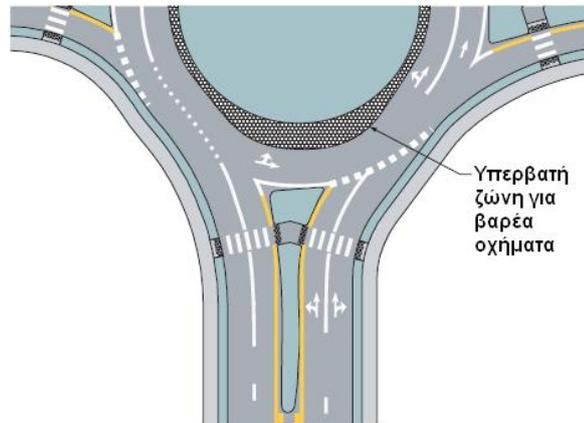
Ορισμένα υποδείγματα ειδικών διαμορφώσεων με την οριζόντια σήμανση παρουσιάζονται στα επόμενα Σχήματα 2.18-1 έως και 2.18-14. Στα εν λόγω σχήματα φαίνεται ότι ακόμη δεν έχουν υιοθετηθεί τα παραστατικά βέλη (χρήσης λωρίδων).



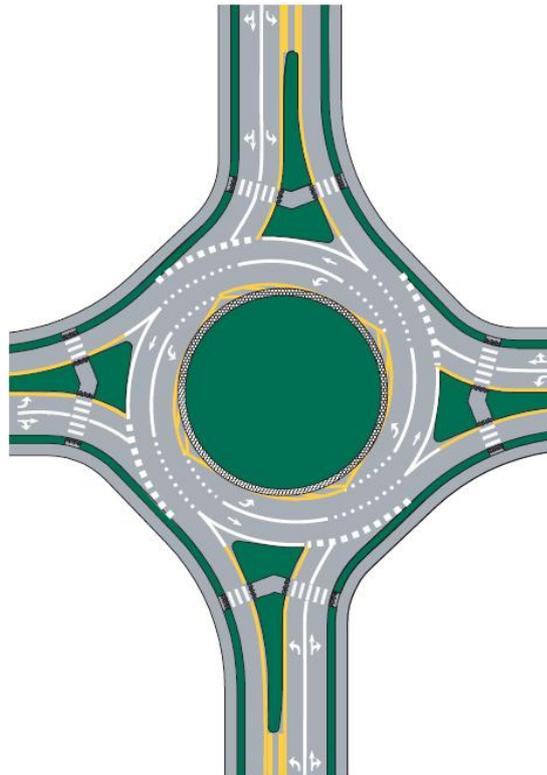
Σχήμα 2.18-1: Συνδυασμός κλάδων με μία και δύο λωρίδες και κοινόχρηστες λωρίδες στους κλάδους δύο λωρίδων (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



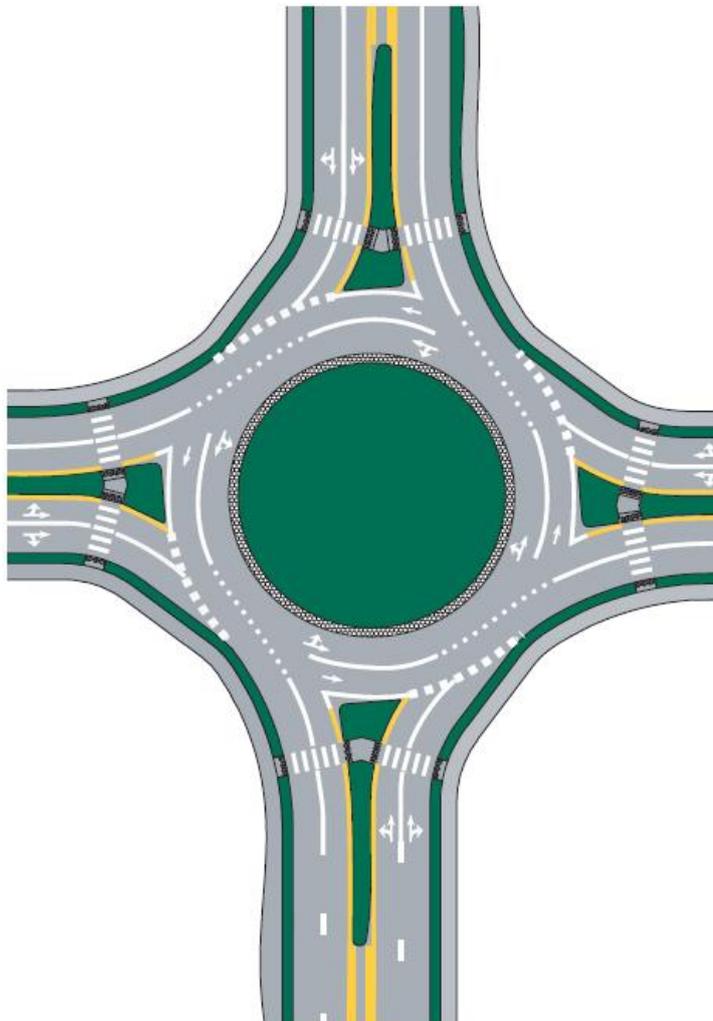
Σχήμα 2.18-2: Συνδυασμός σκελών με μία και δύο λωρίδες, κοινόχρηστες λωρίδες στους κλάδους δύο λωρίδων και διαγράμμιση κατά το μήκος μεταβολής του αριθμού λωρίδων επί του δακτυλίου (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



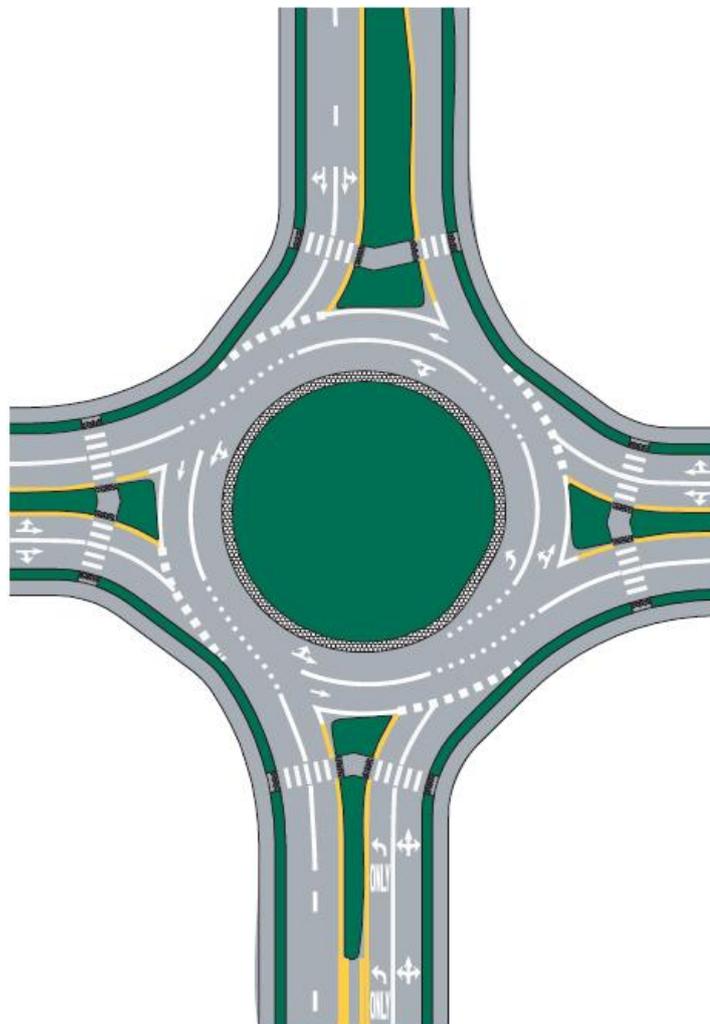
Σχήμα 2.18-3: Συνδυασμός κλάδων με μία και δύο λωρίδες, κοινόχρηστες λωρίδες στους κλάδους δύο λωρίδων και εξογκωμένη υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας κατά το μήκος της μεταβολής του αριθμού λωρίδων επί του δακτυλίου (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



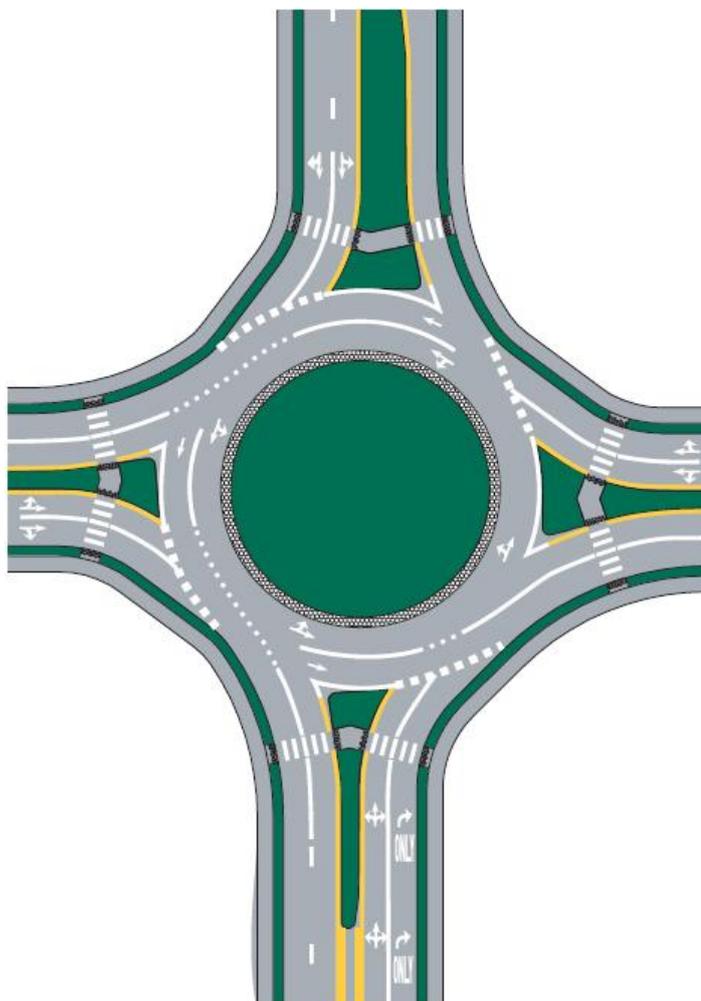
Σχήμα 2.18-4: Προσβάσεις δύο λωρίδων και έξοδοι μιας λωρίδας σε διάταξη σπειροειδούς δακτυλίου (turbo Κ³) (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



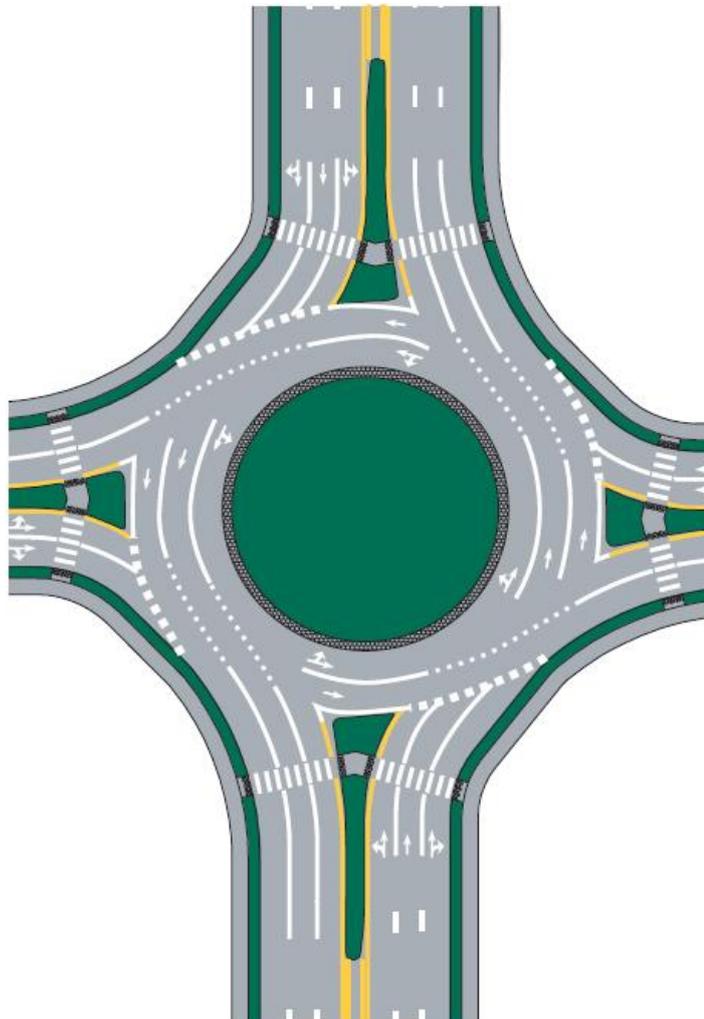
Σχήμα 2.18-5: Προσβάσεις δύο λωρίδων με κοινόχρηστες λωρίδες και έξοδοι δύο λωρίδων (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



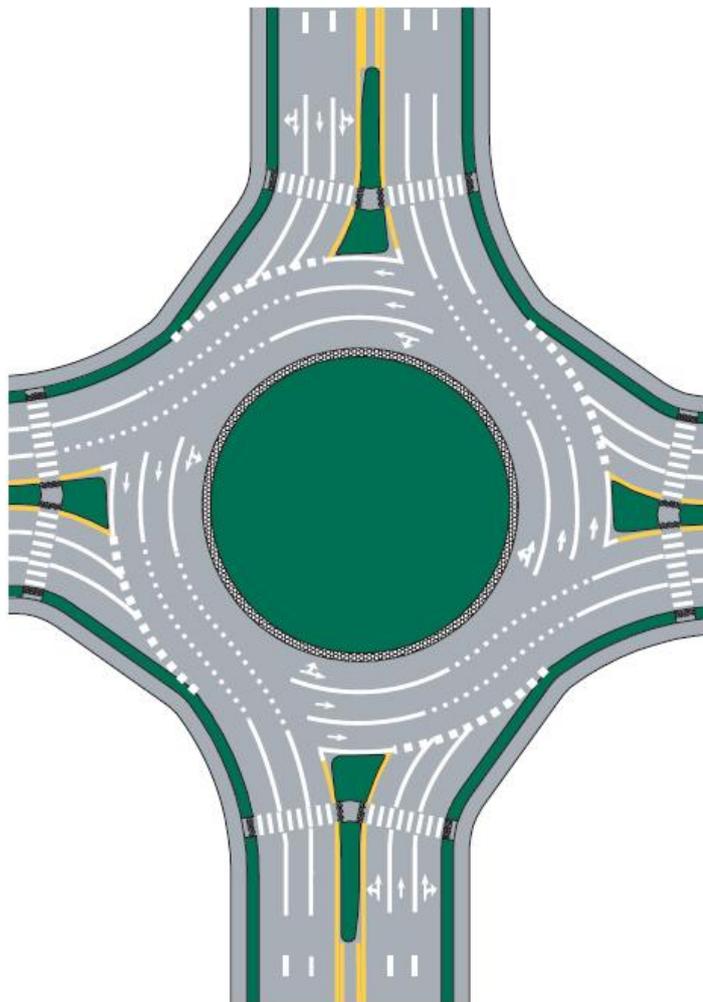
Σχήμα 2.18-6: Προσβάσεις δύο λωρίδων με κοινόχρηστη εξωτερική λωρίδα και εσωτερική λωρίδα αποκλειστικής χρήσης και έξοδοι μίας και δύο λωρίδων (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



Σχήμα 2.18-7: Προσβάσεις δύο λωρίδων με κοινόχρηστη εσωτερική λωρίδα και εξωτερική λωρίδα αποκλειστικής χρήσης και έξοδοι μίας και δύο λωρίδων (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



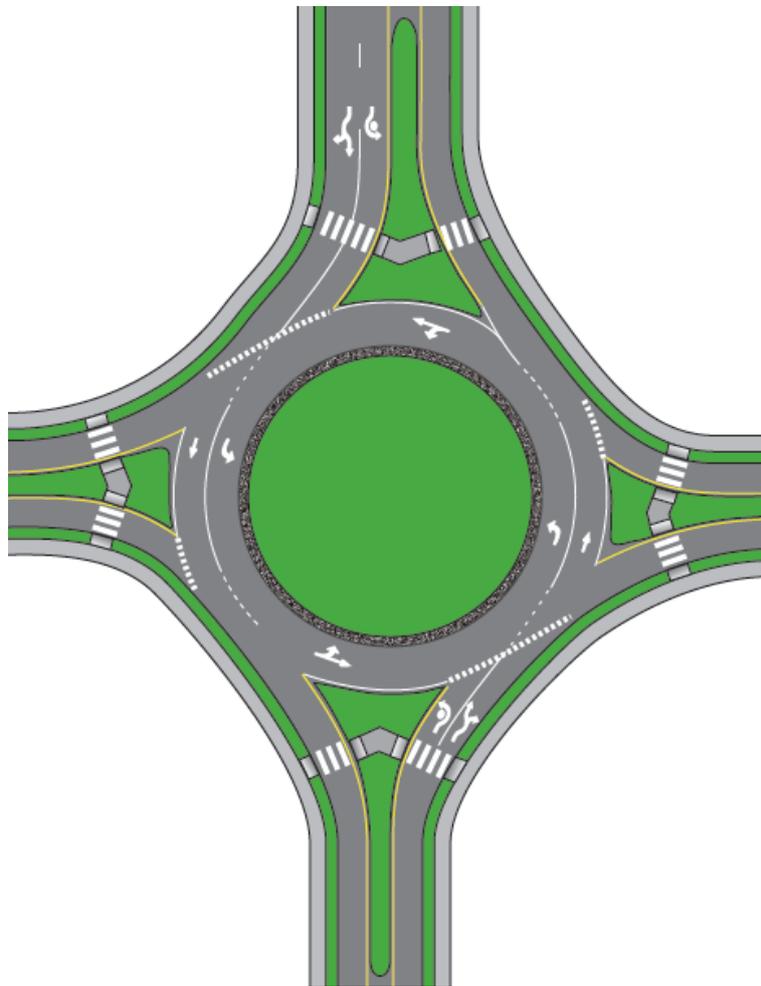
Σχήμα 2.17-8: Προσβάσεις τριών και δύο λωρίδων με κοινόχρηστες εξωτερικές λωρίδες, μεταβαλλόμενος αριθμός λωρίδων δακτυλίου και έξοδοι δύο και τριών λωρίδων (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



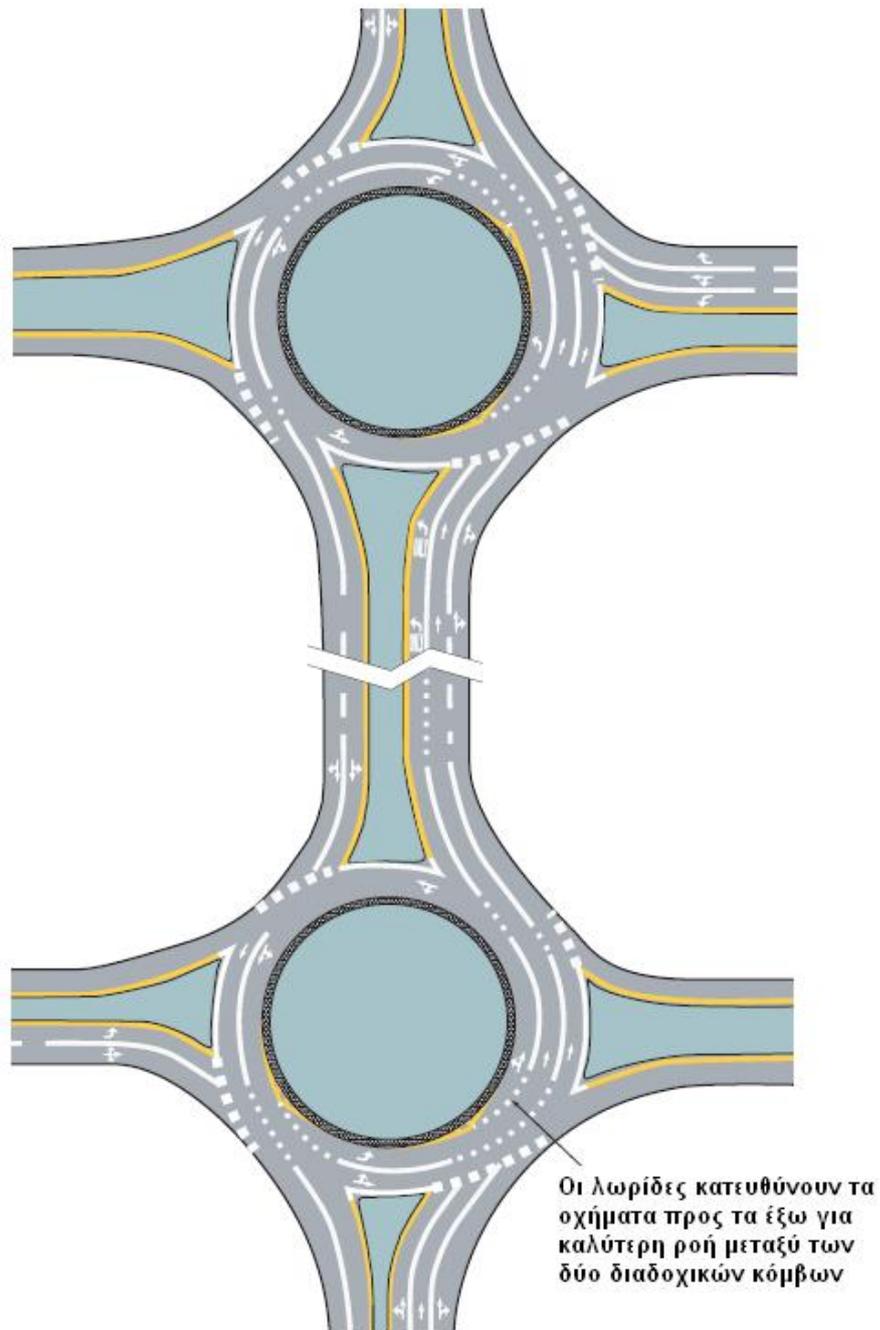
Σχήμα 2.18-9: Προσβάσεις τριών λωρίδων με κοινόχρηστες εξωτερικές λωρίδες, δακτύλιος τριών λωρίδων και έξοδοι τριών λωρίδων (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



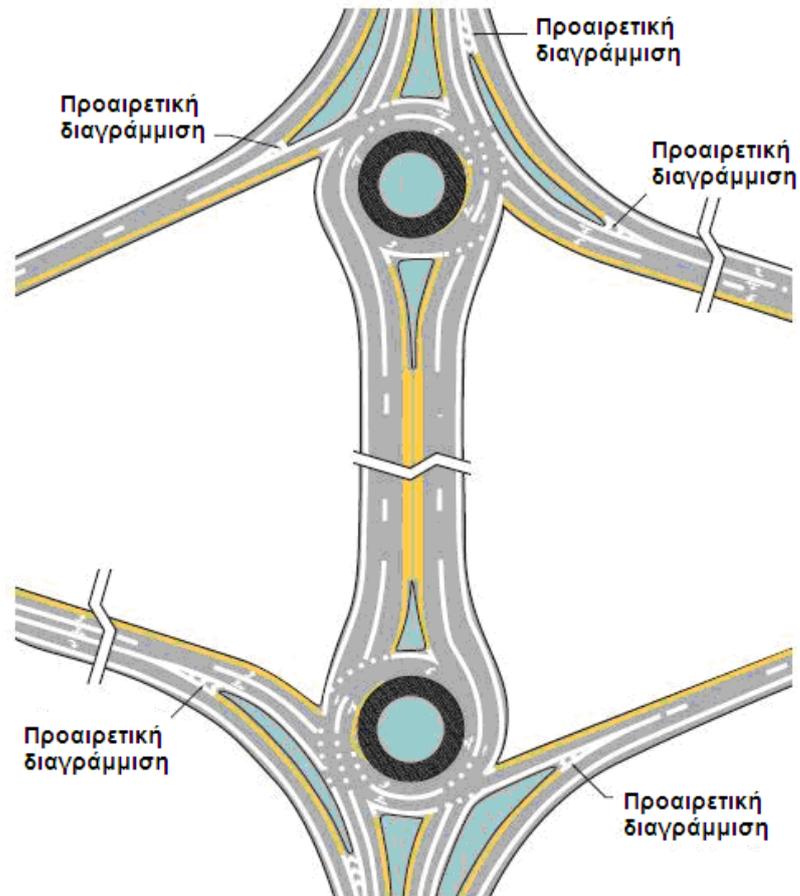
Σχήμα 2.18-10: Προσβάσεις τριών λωρίδων με κοινόχρηστες τη μεσαία και την εξωτερική λωρίδα, εσωτερική λωρίδα αποκλειστικής χρήσης, δακτύλιο τριών λωρίδων και έξοδοι δύο λωρίδων (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



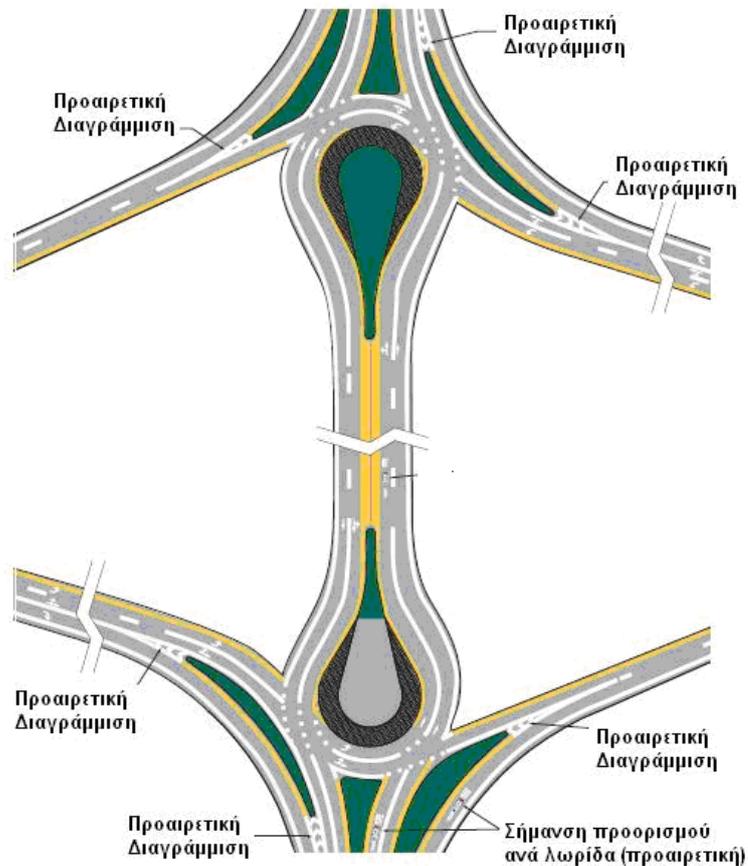
Σχήμα 2.18-11: Κόμβος μεταξύ κύριας και δευτερεύουσας οδού
(είσοδοι 2 λωρίδων και έξοδοι 1 λωρίδας στην κύρια οδό και είσοδοι 1 λωρίδας και έξοδοι 2 λωρίδων στη δευτερεύουσα οδό)



Σχήμα 2.18-12: Παράδειγμα επάλληλων Κ³ (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



Σχήμα 2.18-13: Παράδειγμα διαδοχικών Κ³ σε ισόπεδες διασταυρώσεις ανισόπεδου κόμβου (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)



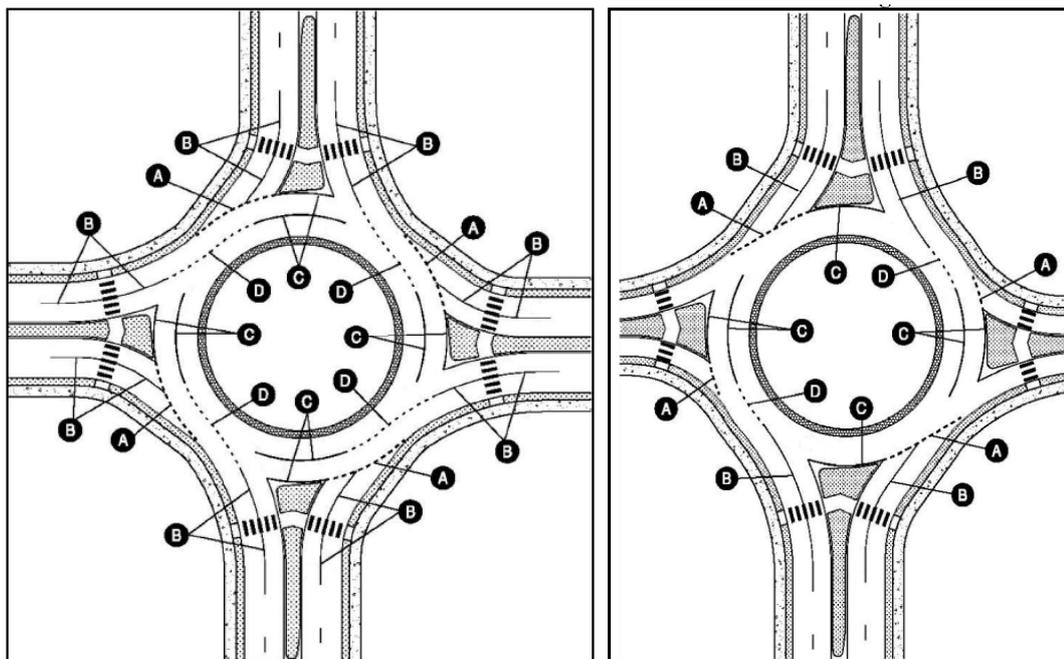
Σχήμα 2.18-14: Παράδειγμα διαμόρφωσης διπλής σταγόνας στις ισόπεδες διασταυρώσεις ανισόπεδου κόμβου μορφής ρόμβου (σημείωση: να θεωρηθεί ότι οι κίτρινες διαγραμμίσεις είναι λευκού χρώματος, και ότι τα συμβατικά βέλη στο οδόστρωμα των προσβάσεων θα αντικατασταθούν με εκείνα του Σχήματος 3.1-3)

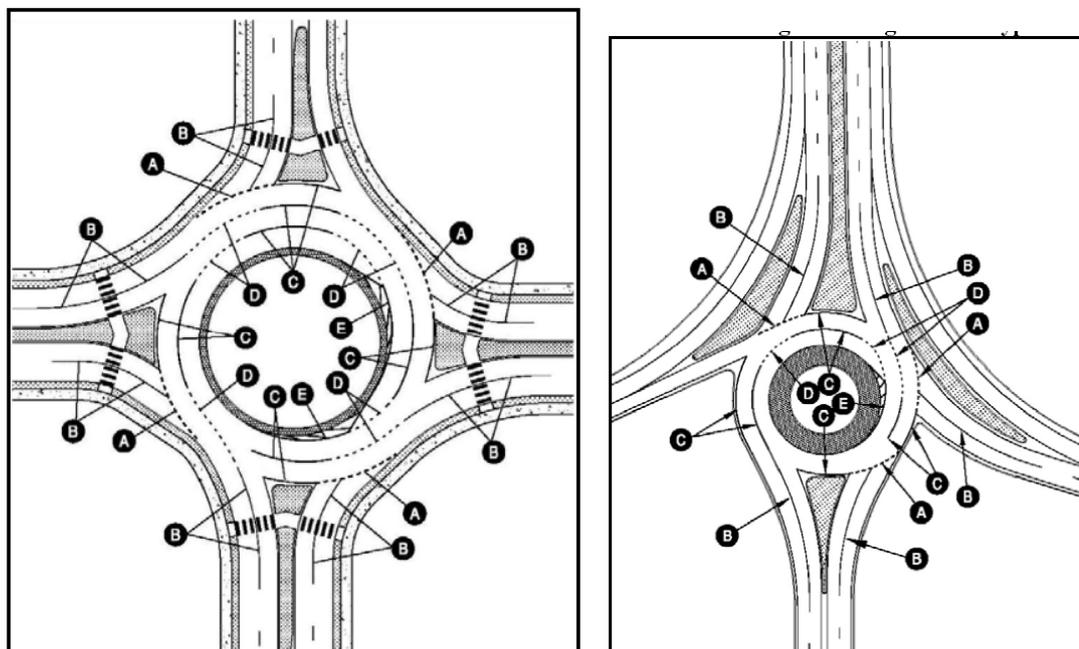
3. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ

Η παρουσία των Κ³ προαναγγέλλεται (με κατακόρυφη σήμανση) σε οδηγούς, πεζούς και ποδηλάτες και στη συνέχεια αυτοί καθοδηγούνται στη σωστή πορεία με τον απαιτούμενο συνδυασμό κατακόρυφης και οριζόντιας σήμανσης.

3.1 Οριζόντια Σήμανση

Με τη χρήση βελών χρήσης λωρίδων ανά προορισμό και της διαμήκου διαγράμμισης διαχωρισμού λωρίδων και κατευθύνσεων κυκλοφορίας επιτυγχάνεται η ασφαλής διευθέτηση της κυκλοφορίας στον Κ³. Γενικά, οι απλές συνεχείς γραμμές προβλέπονται ώστε να αποθαρρύνονται οι οδηγοί σε αλλαγές μεταξύ λωρίδων. Μια τυπική περίπτωση οριζόντιας σήμανσης παρουσιάζεται στο επόμενο Σχήμα 3.1-1.





Υπόμνημα

- (Α) Διακεκομμένη γραμμή πάχους 20 cm με αναλογία γραμμή/διακοπή = 1,50/1,50 m
- (Β) Συνεχής γραμμή πάχους 10 cm και ελάχιστου μήκους 15 m ή μέχρι το άκρο της καμπύλης
- (C) Συνεχής γραμμή πάχους 10 cm
- (D) Διακεκομμένη γραμμή πάχους 10 cm με αναλογία γραμμή/διακοπή=1,50/1,50 m

Σχήμα 3.1-1: Τυπική περίπτωση οριζόντιας διαγράμμισης Κ³

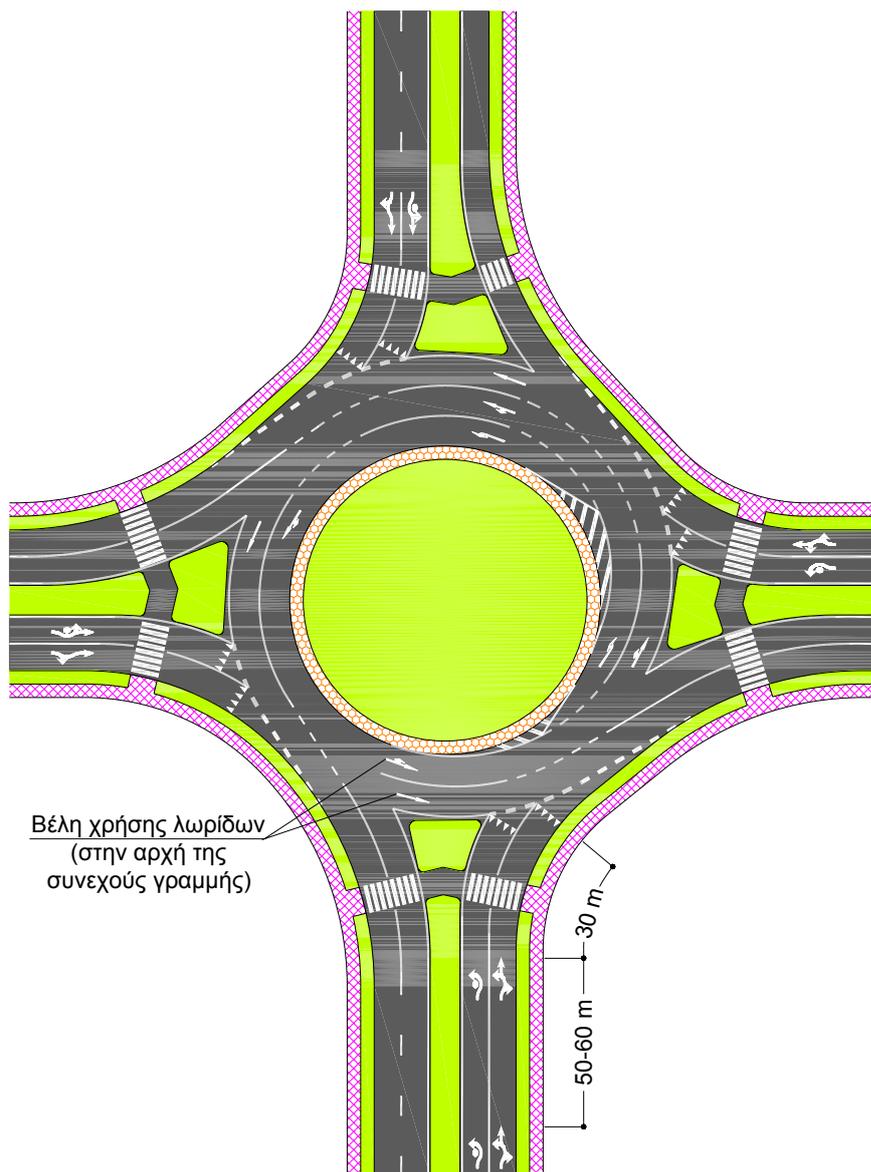
Η τοποθέτηση των βελών χρήσης λωρίδων γίνεται σε κατάλληλα σημεία, ώστε οι οδηγοί να ειδοποιούνται έγκαιρα για τους κανόνες χρήσης του κόμβου και επαναλαμβάνονται όπου κρίνεται απαραίτητο. Τα βέλη που βρίσκονται κοντά στο δακτύλιο κυκλοφορίας τοποθετούνται σε απόσταση 30 m από την περιμέτρό του, μετρούμενα κατά μήκος του άξονα του κλάδου πρόσβασης. Τοποθετούνται, επίσης, βέλη σε απόσταση 50 – 60 m από τα προηγούμενα. Οι θέσεις των βελών παρουσιάζονται στο επόμενο Σχήμα 3.1-2.

Προαιρετικά, μπορεί να τοποθετηθούν επαναληπτικά βέλη σε απόσταση 5 m από την περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας.

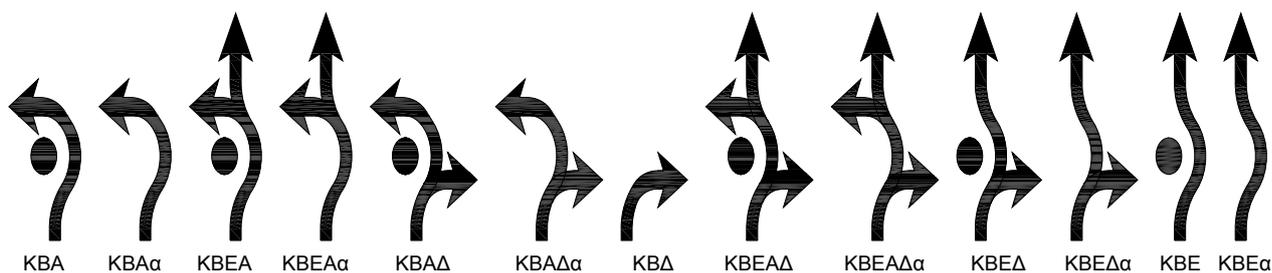
Τα βέλη χρήσης λωρίδων είναι σημαντικό να μην προκαλούν σύγχυση, ειδικά στην περίπτωση των αριστερών λωρίδων. Έχουν σημειωθεί αρκετές περιπτώσεις κατά τις οποίες ο οδηγός εκλαμβάνει τα συμβατικά βέλη (βλ. Σχήμα 2.18-1) προς τα αριστερά ως υπόδειξη για δυνατότητα αριστερής στροφής αμέσως μετά το τέλος της νησίδας διαχωρισμού. Για αυτό το λόγο θα εφαρμόζονται οι βελτιωμένες εκδοχές των βελών χρήσης λωρίδων (βλ. Σχήμα 3.1-3), που υποδεικνύουν το πέρασμα της κεντρικής νησίδας ως προϋπόθεση για την αριστερή στροφή. Τα πρότυπα κατασκευαστικά σχέδια των εν λόγω βελτιωμένων βελών παρουσιάζονται στις ΟΜΟΕ-ΙΚ, Παράρτημα Η.

Επισημαίνεται ότι οι μορφές ΚΒΔ, ΚΒΔΕα και ΚΒΕ εφαρμόζονται μόνο στις εξωτερικές λωρίδες σε κλάδο πρόσβασης με 2 ή περισσότερες λωρίδες. Τα βέλη στοιχίζονται στο μέσον κάθε λωρίδας, ενώ η βάση τους πρέπει να βρίσκεται στην ίδια γραμμή που θα είναι κάθετη στις οριογραμμές κυκλοφορίας.

Σε περίπτωση Κ³ μορφής σπειροειδούς δακτυλίου κυκλοφορίας (turbo Κ³) εφαρμόζεται ειδική διαγράμμιση.

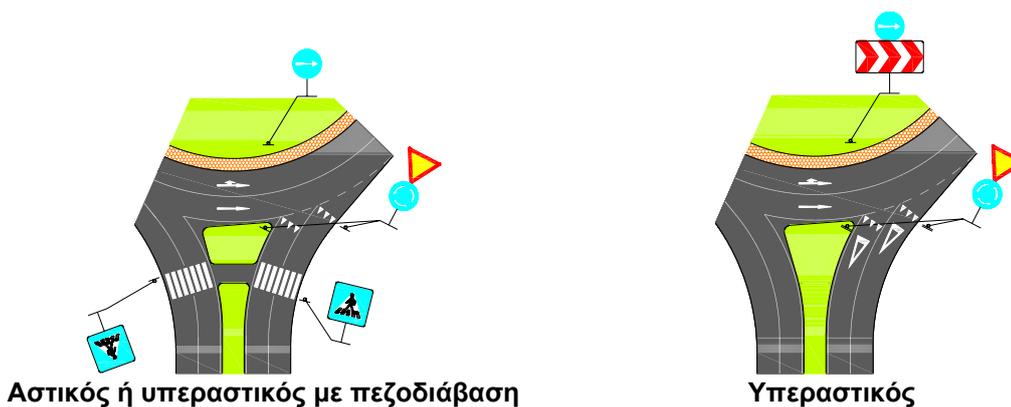


Σχήμα 3.1-2: Τυπική οριζόντια σήμανση με βέλη χρήσης λωρίδων



Σχήμα 3.1-3: Βελτιωμένη σήμανση με βέλη υποδεικνυόμενης χρήσης λωρίδων ανάλογα με τον προορισμό (βλ. ΟΜΟΕ-ΙΚ, Παράρτημα Η)

Η διαγράμμιση των πεζοδιαβάσεων θα πρέπει να είναι ορατή και αναγνωρίσιμη από τους οδηγούς. Συνιστώνται οι διαγραμμίσεις τύπου Ζέβρας, με τις γραμμές να ευθυγραμμίζονται με τη ροή της κυκλοφορίας. Η τυπική διαμόρφωση πεζοδιάβασης παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.15-3.



Σχήμα 3.1-4: Οριζόντια σήμανση σε πρόσβαση Κ³

3.2 Μέτρα Ρύθμισης Ταχύτητας Προσέγγισης

Για την αποτελεσματικότερη ρύθμιση (μείωση) της ταχύτητας προσέγγισης στον Κ³ μπορεί να εφαρμόζονται ειδικές προειδοποιητικές διαγραμμίσεις κάθετα στην πορεία του οχήματος (βλ. Σχήμα 3.2-1).

Πλησιάζοντας στον κόμβο, οι γραμμές έχουν συνεχώς μειούμενη απόσταση μεταξύ τους και ήπια ανάγλυφη κατασκευή (από κατάλληλο υλικό οριζόντιας σήμανσης), ώστε να καθιστούν σαφή την ανάγκη για μείωση ταχύτητας, τόσο με τη θέαση τους, όσο και με τις επαναλαμβανόμενες δονήσεις και το θόρυβο που προκαλούν κατά τη διέλευση των τροχών των οχημάτων.

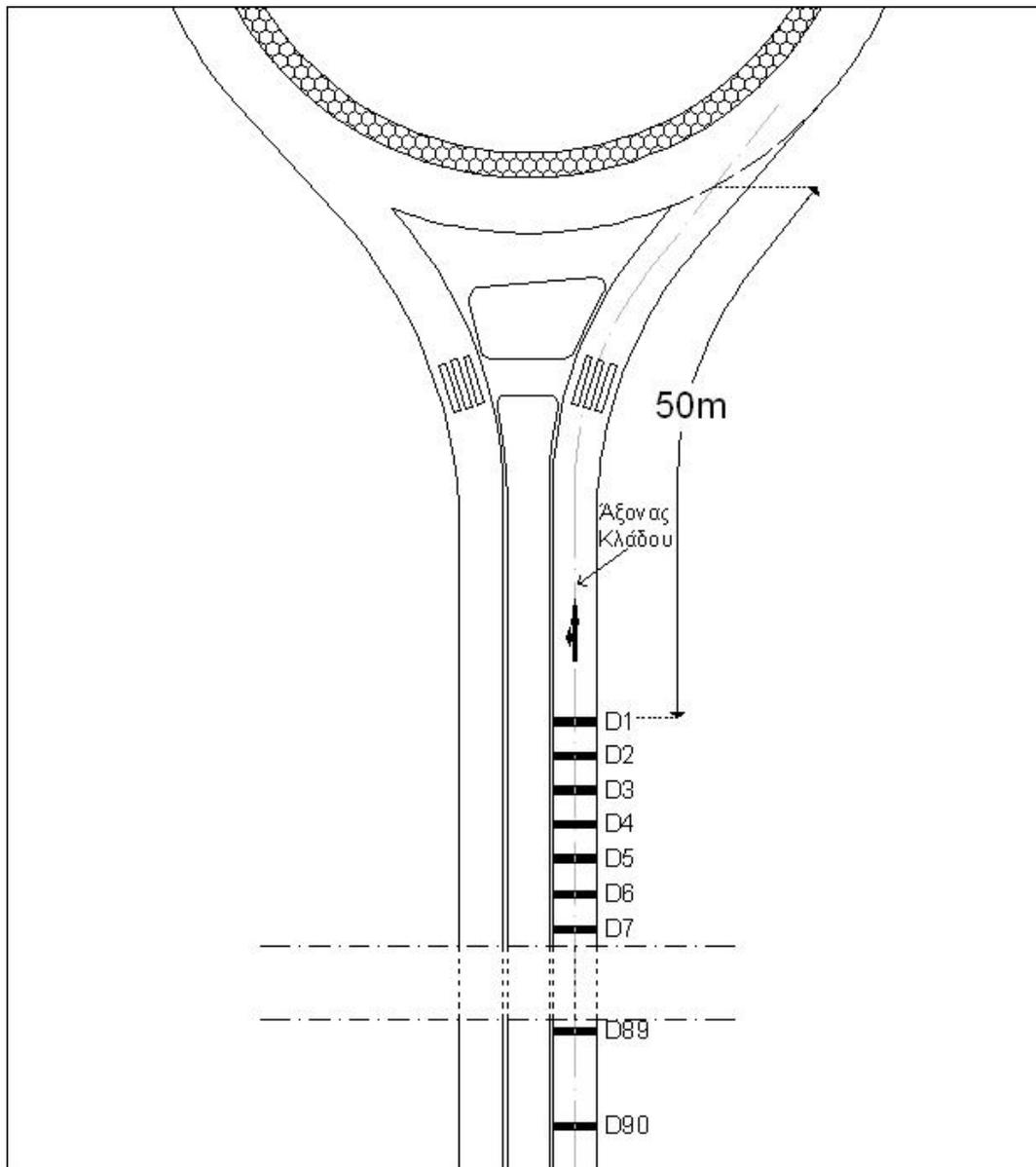
Η πρώτη γραμμή τοποθετείται σε απόσταση 50 m από την εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας, μετρούμενη κατά μήκος του άξονα του κλάδου.

Σε περιπτώσεις που η πρόσβαση στον Κ³ αποτελεί το πέρας αυτοκινητοδρόμου τοποθετούνται 90 επάλληλες γραμμές, ενώ όταν αυτή είναι σε οδό κατώτερης κατηγορίας ο αριθ-

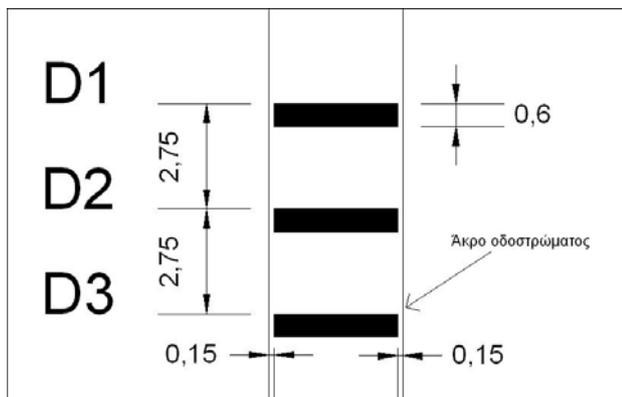
μός των γραμμών αρκεί να περιοριστεί σε 45. Το πλάτος αυτών των γραμμών είναι 600 mm και η τοποθέτηση γίνεται κάθετα στον άξονα του κλάδου εισόδου στον Κ³.

Για λόγους απορροής των όμβριων, τα άκρα των διαγραμμίσεων θα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 150 mm από τα άκρα του οδοστρώματος. Η απόσταση αυτή μπορεί να αυξηθεί στα 750 mm, αν εντοπίζεται σημαντικό πρόβλημα απορροής.

Η τοποθέτηση των λωρίδων υλοποιείται όπως δείχνεται στα Σχήματα 3.2-1 και 3.2-2, καθώς και οι πίνακες που ακολουθούν.



Σχήμα 3.2-1: Εγκάρσια προειδοποιητική διαγράμμιση μείωσης ταχύτητας σε κλάδο πρόσβασης Κ³



Σχήμα 3.2-2: Διαστασιολόγηση επάλληλων λωρίδων διαγράμμισης για την προτροπή μείωσης ταχύτητας

Πίνακας 3.2-1: Αποστάσεις διαγραμμίσεων σε πρόσβαση αυτοκινητοδρόμου [m]

# Γραμμής	Απόσταση από την D1								
D1	0,00	D21	60,10	D41	133,75	D61	224,70	D81	338,15
D2	2,75	D22	63,45	D42	137,85	D62	229,80	D82	344,65
D3	5,50	D23	66,80	D43	142,00	D63	234,90	D83	351,35
D4	8,25	D24	70,15	D44	146,15	D64	240,10	D84	358,30
D5	11,05	D25	73,60	D45	150,40	D65	245,40	D85	365,50
D6	13,90	D26	77,05	D46	154,65	D66	250,70	D86	373,20
D7	16,80	D27	80,55	D47	158,95	D67	256,10	D87	380,90
D8	19,70	D28	84,10	D48	163,35	D68	261,50	D88	388,60
D9	22,60	D29	87,65	D49	167,75	D69	267,00	D89	396,25
D10	25,55	D30	91,30	D50	172,25	D70	272,60	D90	403,95
D11	28,55	D31	94,95	D51	176,75	D71	278,20		
D12	31,60	D32	98,65	D52	181,30	D72	283,90		
D13	34,65	D33	102,40	D53	185,95	D73	289,60		
D14	37,70	D34	106,15	D54	190,60	D74	295,45		
D15	40,80	D35	110,00	D55	195,35	D75	301,30		
D16	43,95	D36	113,85	D56	200,10	D76	307,25		
D17	47,15	D37	117,75	D57	204,90	D77	313,30		
D18	50,35	D38	121,70	D58	209,80	D78	319,35		
D19	53,55	D39	125,65	D59	214,70	D79	325,55		
D20	56,80	D40	129,70	D60	219,70	D80	331,75		

Σημείωση: οι αποστάσεις μετρώνται από την πρώτη λωρίδα

Πίνακας 3.2-2: Αποστάσεις διαγραμμίσεων σε δευτερεύουσες οδούς [m]

Αριθμός Γραμμής	Απόσταση από την D1						
D1	0,00	D11	30,20	D31	67,20	D41	170,00
D2	2,75	D12	33,55	D32	71,35	D42	176,70
D3	5,55	D13	37,00	D33	75,60	D43	183,90
D4	8,45	D14	40,50	D34	79,90	D44	191,60
D5	11,35	D15	44,05	D35	84,30	D45	199,30
D6	14,35	D16	47,70	D36	139,80		
D7	17,40	D17	51,45	D37	145,50		
D8	20,50	D18	55,30	D38	151,35		
D9	23,70	D19	59,20	D39	157,40		
D10	26,90	D20	63,15	D40	163,60		

Σημείωση: οι αποστάσεις μετρώνται από την πρώτη λωρίδα

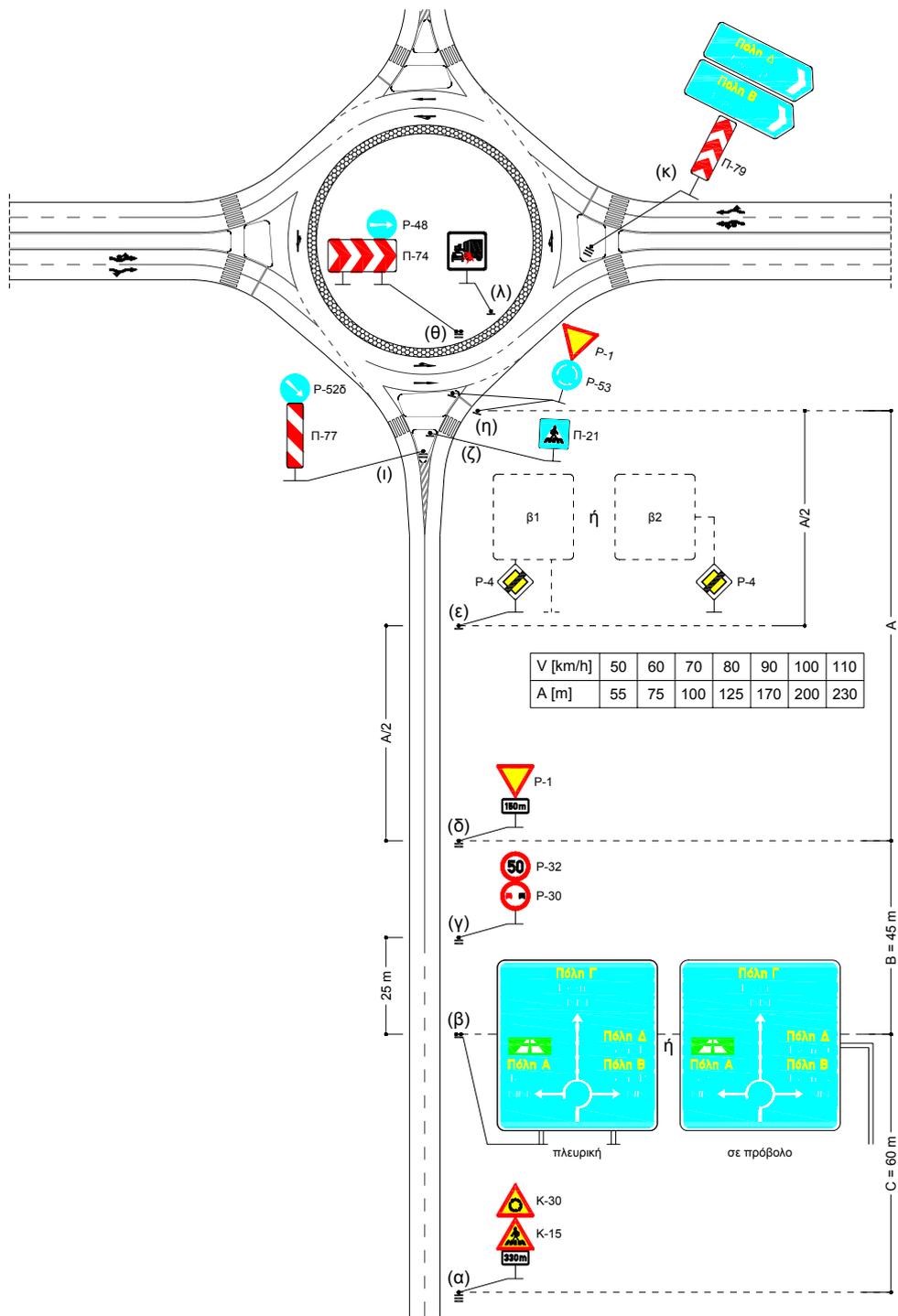
3.3 Κατακόρυφη Σήμανση

Η κατακόρυφη σήμανση σε Κ³ διακρίνεται σε δύο γενικές κατηγορίες που είναι:

- Πινακίδες ρυθμιστικές του ΚΟΚ (είδος κόμβου, παρουσία πεζοδιάβασης, κανόνες προτεραιότητας)
- Πινακίδες πληροφοριακές για τις πορείες ανά προορισμό

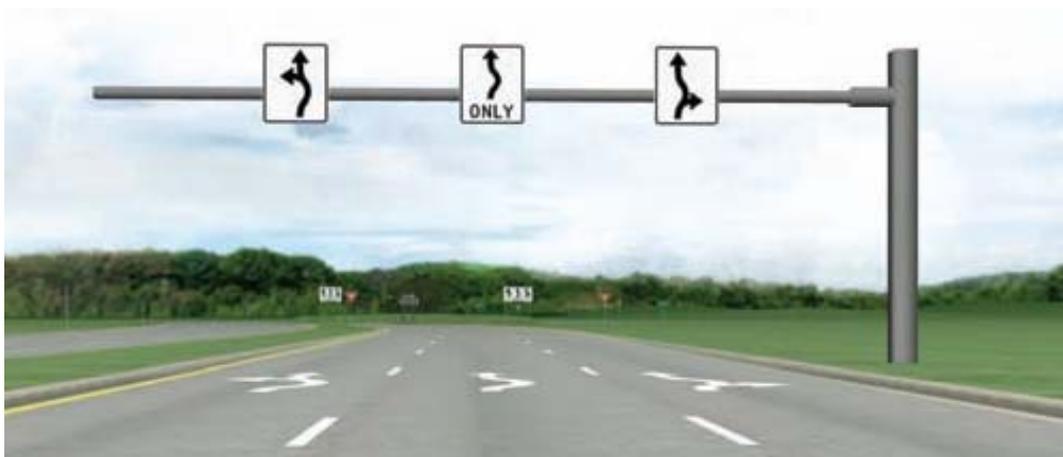
Οι λεπτομερείς οδηγίες και υποδείγματα ανά κατηγορία Κ³ παρουσιάζονται στις ΟΜΟΕ-ΚΣΟ, ενώ χαρακτηριστικό υπόδειγμα παρουσιάζεται στο επόμενο Σχήμα 3.3-2, για κόμβο με δακτύλιο κυκλοφορίας 2 λωρίδων.

Στην περίπτωση σημαντικών αρτηριών, με δυο ή περισσότερες λωρίδες ανά κατεύθυνση, μετά από την πινακίδα προαναγγελίας (βλ. Σχήμα 3.3-1) του Κ³, συνιστάται η εγκατάσταση των πινακίδων που δείχνονται στα Σχήματα 3.3-2 και 3.3-3. Η εφαρμογή της οριζόντιας σήμανσης σε προσβάσεις Κ³ ακολουθεί τα υποδείγματα του Σχήματος 3.1-4.



(βλ. υπόμνημα στις ΟΜΟΕ-ΚΣΟ, Παράρτημα Α, Σχήμα Α2.1-2)

Σχήμα 3.3-1: Κατακόρυφη σήμανση σε προσβάσεις Κ³ μιας ή δυο λωρίδων

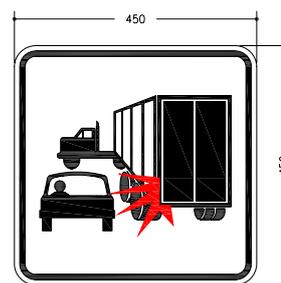


Σχήμα 3.3-2: Ενδεικτική κατακόρυφη σήμανση χρήσης λωρίδων σε πρόβολο



Σχήμα 3.3-3: Ενδεικτική κατακόρυφη σήμανση χρήσης λωρίδων σε πλευρικές πινακίδες

Όταν ένας Κ³, με δυο ή περισσότερες λωρίδες στο δακτύλιο κυκλοφορίας, προβλέπεται να εξυπηρετεί μεγάλα οχήματα και συγκεκριμένα του είδους «φορηγό ρυμουλκό με ημιρυμουλκούμενο», όπως συνήθως συμβαίνει σε περιοχές ΒΙΠΕ ή ΒΙΠΑ, συνιστάται να τοποθετείται η συνημμένη πινακίδα. Η πινακίδα υποδεικνύει τον κίνδυνο σύγκρουσης με το ρυμουλκούμενο μέρος του φορτηγού.



4. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η απόφαση για την υλοποίηση ενός Κ³ επιβάλλεται να συνοδεύεται από μια λεπτομερή εκτίμηση της απόδοσής του σε επίπεδο λειτουργίας. Δηλαδή, απαιτείται η εκτίμηση της Στάθμης Εξυπηρέτησης στο έτος σχεδιασμού του έργου, που είναι το 20^ο έτος από την έναρξη λειτουργίας του κόμβου (σε υπεραστικό οδικό δίκτυο απαιτείται ΣΕ-Γ ή ανώτερη, ενώ σε αστικό ΣΕ-Δ ή ανώτερη). Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό να παρακολουθείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα η λειτουργικότητα ενός υπάρχοντος Κ³ για να εξετάζεται η ενδεχόμενη ανάγκη παρεμβάσεων.

Η ανάλυση χωρητικότητας, καθυστερήσεων και ταχυτήτων μπορεί να γίνει μέσω ειδικών λογισμικών πακέτων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, που εκτελούν προσομοίωση σε μικροσκοπικό επίπεδο, με τη χρήση σχέσεων αλληλεπίδρασης οχημάτων. Σε κάθε περίπτωση, ο Μελετητής πρέπει να προσδιορίζει με βάση τους εκτιμώμενους φόρτους στο έτος σχεδιασμού και με τη βοήθεια εξισώσεων ενσωματωμένων σε φύλλο Excel, προκειμένου να σχηματισθεί μια γενική εικόνα, καθώς και τα αναμενόμενα για κάθε πρόσβαση του κόμβου 5 λειτουργικά μεγέθη που είναι, η χωρητικότητα εισόδου, ο λόγος εξυπηρετούμενου φόρτου προς χωρητικότητα, η μέση καθυστέρηση ανά ΜΕΑ, η ΣΕ και το μήκος ουράς για το 95% των περιπτώσεων.

4.1 Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή κυκλοφοριακών δεδομένων για Κ³ γίνεται με παρόμοιο τρόπο με την περίπτωση ενός τυπικού ισόπεδου κόμβου. Συλλέγονται δεδομένα φόρτων στρεφουσών κινήσεων ανά κλάδο πρόσβασης και μετατρέπονται σε μονάδες επιβατηγών αυτοκινήτων, ανάλογα το ποσοστό βαρέων οχημάτων και του Συντελεστή Ώρας Αιχμής (ΣΩΑ).

Τονίζεται ότι πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, πέραν των τυπικών κινήσεων αριστερά, ευθεία και δεξιά, ενδεχομένως και η κίνηση αναστροφής.

Ο μετρούμενος φόρτος κάθε κίνησης διαιρείται με το ΣΩΑ για την εξαγωγή ωριαίων φόρτων.

$$V_{iy} = \frac{V_{iy}}{PHF} \quad \text{[Εξίσωση 4.1-1]}$$

όπου:

- i : προσανατολισμός
- y : φορά κίνησης
- v_{iy} [οχ/h] : ωριαίος φόρτος
- V_{iy} [οχ/h] : μετρούμενος φόρτος
- PHF : Συντελεστής Ωριαίας Αιχμής (ΣΩΑ)

Στη συνέχεια, γίνεται διαίρεση με το συντελεστή βαρέων οχημάτων f_{HV} , για την εξαγωγή ωριαίων φόρτων σε ΜΕΑ (Μονάδα Επιβατικού Αυτοκινήτου).

$$V_{iy,pce} = \frac{V_{iy}}{f_{HV}}$$

[Εξίσωση 4.1-2]

όπου:

- i : προσανατολισμός
- y : φορά κίνησης
- $V_{i,j,pce}$ [ΜΕΑ/h] : ωριαίος φόρτος
- V_{ij} [οχ/h] : ωριαίος φόρτος
- f_{HV} : Συντελεστής Βαρέων Οχημάτων

Ο συντελεστής βαρέων οχημάτων f_{HV} υπολογίζεται με βάση τους τύπους του εγχειριδίου HCM.

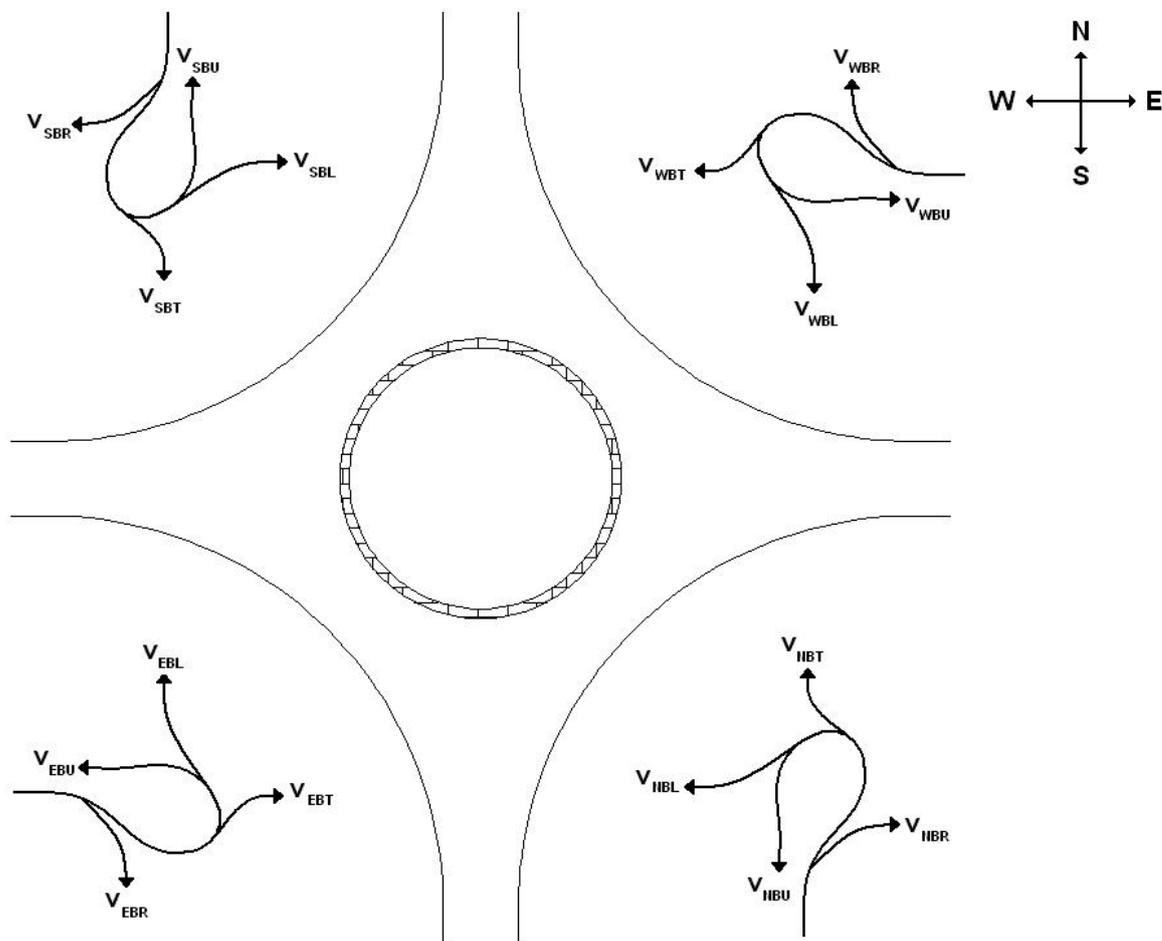
$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)}$$

[Εξίσωση 4.1-3]

όπου:

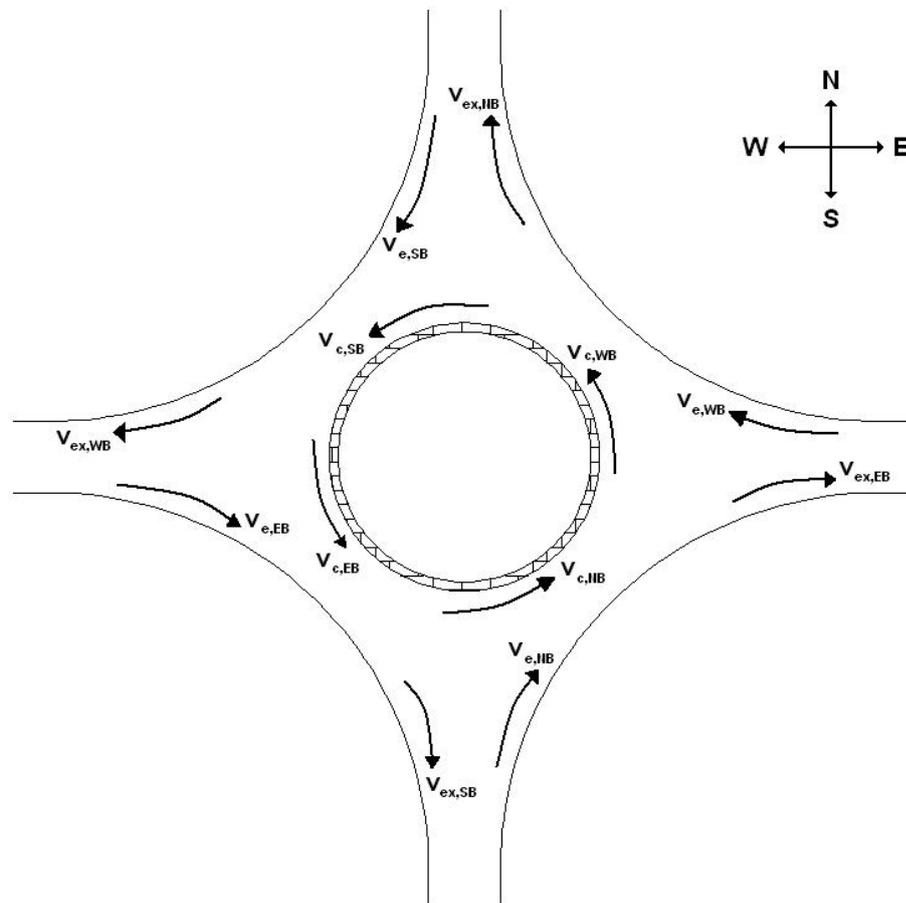
- i : προσανατολισμός
- y : φορά κίνησης
- f_{HV} : συντελεστής βαρέων οχημάτων
- P_T : ποσοστό βαρέων οχημάτων
- E_T : αντιστοιχία βαρέων οχημάτων με ΜΕΑ. Συνιστάται $E_T=2,0$

Για τη λειτουργική ανάλυση του Κ³ είναι απαραίτητο να καθοριστούν οι φόρτοι στις εισόδους και εξόδους, καθώς και επί του δακτυλίου κυκλοφορίας. Η συλλογή δεδομένων γίνεται ανά πρόσβαση και προορισμό. Οι κινήσεις που εκτελούνται σε ένα τυπικό Κ³, με 4 προσβάσεις φαίνονται στο επόμενο Σχήμα 4.1-1.



Σχήμα 4.1-1: Φόρτοι κινήσεων ανά κλάδο εισόδου και κατεύθυνση

Οι φόρτοι που ενδιαφέρουν τη λειτουργική ανάλυση φαίνονται στο Σχήμα 4.1-2, που ακολουθεί.



Σχήμα 4.1-2: Φόρτοι κινήσεων εισόδου, εξόδου και δακτυλίου κυκλοφορίας

Οι εν λόγω φόρτοι προκύπτουν ως συνδυασμός αυτών του σχήματος 4.1-1. Συγκεκριμένα, για το φόρτο εισόδου υπολογίζεται το άθροισμα των φόρτων των κινήσεων της πρόσβασης:

$$V_{e,NB,pce} = V_{NB,U,pce} + V_{NBL,pce} + V_{NBT,pce} + V_{NBR,pce} \quad [\text{MEA/h}] \quad [\text{Εξίσωση 4.1-4}]$$

Ο φόρτος κυκλικής κίνησης υπολογίζεται ως άθροισμα κινήσεων απ' όλες τις προσβάσεις ως εξής:

$$V_{c,NB,pce} = V_{WBU,pce} + V_{SBL,pce} + V_{SBU,pce} + V_{EBT,pce} + V_{EBL,pce} + V_{EBU,pce} \quad [\text{MEA/h}] \quad [\text{Εξίσωση 4.1-5}]$$

Κατ' αναλογία υπολογίζεται και ο φόρτος εξόδου, ως εξής:

$$V_{ex,NB,pce} = V_{NB,U,pce} + V_{WBL,pce} + V_{SBT,pce} + V_{EBR,pce} \quad [\text{MEA/h}] \quad [\text{Εξίσωση 4.1-6}]$$

Μετά τη συλλογή των δεδομένων ακολουθεί η ανάλυσή τους, με διάφορες μεθόδους, ανάλογα με το σκοπό και το μέγεθος της απαιτούμενης διαδικασίας.

Ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει ενδεικτικές περιπτώσεις εφαρμογών και εργαλείων ανάλυσης.

Πίνακας 4.1-1: Εφαρμογές, απαιτούμενοι τύποι και εργαλεία ανάλυσης

Εφαρμογή	Αποτέλεσμα	Δεδομένα Εισαγωγής	Εργαλείο Ανάλυσης
Προκαταρκτική μελέτη	Αριθμός λωρίδων	Κυκλοφοριακοί φόρτοι	Μέθοδος HCM, λογισμικό ντετερμινιστικής ανάλυσης
Προμελέτη σε Κ ³ με 1 ή 2 λωρίδες	Λεπτομερής διαμόρφωση λωρίδων	Κυκλοφοριακοί φόρτοι, γεωμετρία	Μέθοδος HCM, λογισμικό ντετερμινιστικής ανάλυσης
Προμελέτη σε Κ ³ με 3 λωρίδες	Λεπτομερής διαμόρφωση λωρίδων	Κυκλοφοριακοί φόρτοι, γεωμετρία	Λογισμικό ντετερμινιστικής ανάλυσης
Ανάλυση πεζοδιαβάσεων	Καθυστερήσεις οχημάτων, ουρές οχημάτων, ουρές μεταξύ διασταυρώσεων	Φόρτοι οχημάτων και πεζών, σχεδίαση πεζοδιαβάσεων	Μέθοδος HCM, λογισμικό ντετερμινιστικής ανάλυσης, λογισμικό προσομοίωσης
Ανάλυση Συστήματος	Χρόνοι διαδρομής, καθυστερήσεις και ουρές μεταξύ διασταυρώσεων	Κυκλοφοριακοί φόρτοι, γεωμετρία	Μέθοδος HCM, λογισμικό προσομοίωσης
Δημόσια παρουσίαση	Απεικόνιση συνθηκών χωρίς την κατασκευή και προτεινόμενων εναλλακτικών	Κυκλοφοριακοί φόρτοι, γεωμετρία	Λογισμικό προσομοίωσης

4.2 Ανάλυση Χωρητικότητας

Η χωρητικότητα του Κ³ ανά πρόσβαση εξαρτάται από τους διασταυρούμενους φόρτους, την επιθετικότητα των οδηγών και τη γεωμετρία του κόμβου. Γενικά, χρησιμοποιείται η εξίσωση:

$$c_a = \frac{v_c \times e^{-v_c t_c / 3600}}{1 - e^{-v_c t_f / 3600}} \quad [\text{Εξίσωση 4.2-1}]$$

όπου:

c_a [οχ/h] : χωρητικότητα πρόσβασης

v_c [οχ/h] : φόρτος επερχόμενης κίνησης

t_c [s] : κρίσιμο διάκενο αποδοχής για είσοδο στη λωρίδα

t_f [s] : ενδιάμεσος χρόνος αναχώρησης επόμενου οχήματος

Ο καθορισμός των παραμέτρων t_c και t_f γίνεται μετά από ανάλυση των τοπικών συνθηκών και συνηθειών των οδηγών. Συνήθως οι τιμές t_c κυμαίνονται από 3 ως 5 s και οι τιμές t_f από 2 ως 4 s. Η εν λόγω εξίσωση ισχύει για λειτουργία κόμβου μιας λωρίδας.

Με την προϋπόθεση ότι ισχύει η προτεραιότητα των κινούμενων εντός του δακτυλίου κυκλοφορίας, μπορεί να υπολογισθούν πιο συγκεκριμένα χωρητικότητες ανά λωρίδα, για κάθε περίπτωση συνδυασμού αριθμού λωρίδων στην πρόσβαση και στον δακτύλιο.

Για την περίπτωση μίας ή δύο λωρίδων εισόδου και μίας λωρίδας επερχόμενης στον δακτύλιο κυκλοφορίας, η χωρητικότητα ανά λωρίδα εισόδου υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$C_{e,pce} = 1130 \times e^{(-1,0 \times 10^{-3}) V_{c,pce}} \quad [\text{Εξίσωση 4.2-2}]$$

όπου:

$C_{e,pce}$ [ΜΕΑ/h] : κυκλοφοριακή ικανότητα λωρίδας πρόσβασης

$V_{c,pce}$ [ΜΕΑ/h] : φόρτος επερχόμενης κίνησης

Σε περίπτωση δύο λωρίδων επερχόμενης στον δακτύλιο κυκλοφορίας, η εξίσωση τροποποιείται ως εξής:

$$C_{e,pce} = 1130 \times e^{(-0,7 \times 10^{-3}) V_{c,pce}} \quad [\text{Εξίσωση 4.2-3}]$$

όπου:

$C_{e,pce}$ [ΜΕΑ/h] : κυκλοφοριακή ικανότητα λωρίδας πρόσβασης

$V_{c,pce}$ [ΜΕΑ/h] : φόρτος επερχόμενης κίνησης

Σε περίπτωση δύο λωρίδων πρόσβασης και δύο λωρίδων επερχόμενης κυκλικής κίνησης, η εξίσωση τροποποιείται για τη δεξιά και την αριστερή λωρίδα ως εξής:

$$C_{e,R,pce} = 1130 \times e^{(-0,7 \times 10^{-3}) V_{c,pce}} \quad [\text{Εξίσωση 4.2-4}]$$

$$C_{e,L,pce} = 1130 \times e^{(-0,75 \times 10^{-3}) V_{c,pce}} \quad [\text{Εξίσωση 4.2-5}]$$

όπου:

$C_{e,R,pce}$ [ΜΕΑ/h] : κυκλοφοριακή ικανότητα δεξιάς λωρίδας πρόσβασης

$C_{e,L,pce}$ [ΜΕΑ/h] : κυκλοφοριακή ικανότητα αριστερής λωρίδας πρόσβασης

$V_{c,pce}$ [ΜΕΑ/h] : φόρτος επερχόμενης κίνησης

Γενικά, η κυκλοφοριακή ικανότητα της αριστερής λωρίδας πρόσβασης είναι μικρότερη από αυτή της δεξιάς.

Αν υπάρχουν αποκλειστικές λωρίδες δεξιάς στροφής, αντιμετωπίζονται με ξεχωριστή ανάλυση, λαμβάνοντας υπόψη ότι η κίνηση με την οποία αναμένεται εμπλοκή είναι αυτή της εξόδου του επόμενου κλάδου. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται λωρίδα επιτάχυνσης και γίνεται συγχώνευση της δεξιόστροφης κίνησης με την κυρίως ροή εξόδου του επόμενου κλάδου, η ανάλυση διενεργείται ως κλασική περίπτωση συγχώνευσης λωρίδων. Σε περίπτωση χρήσης λωρίδας που τερματίζει πάνω στον επόμενο κλάδο και η συγχώνευση γίνεται στην αρχή της εξόδου, χρησιμοποιούνται οι επόμενες εξισώσεις 4.2-6 και 4.2-7.

Λωρίδα δεξιάς στροφής έναντι εξόδου μίας λωρίδας:

$$C_{\text{αποκλ, R, pce}} = 1130 \times e^{(-0,1 \times 10^{-3}) v_{\text{ex, pce}}} \quad [\text{Εξίσωση 4.2-6}]$$

Λωρίδα δεξιάς στροφής έναντι εξόδου δύο λωρίδων:

$$C_{\text{αποκλ, R, pce}} = 1130 \times e^{(-0,7 \times 10^{-3}) v_{\text{ex, pce}}} \quad [\text{Εξίσωση 4.2-7}]$$

Σημειώνεται ότι οι συντελεστές που περιέχονται στις προηγούμενες εξισώσεις λαμβάνουν υπόψη την παραδοχή ότι, ο συντελεστής αντιστοίχισης βαρέων οχημάτων σε ΜΕΑ, E_T , είναι ίσος με 2. Σε περίπτωση που κάτι τέτοιο δεν ισχύει θα πρέπει να γίνει εκ νέου βαθμονόμηση στις εξισώσεις.

Ο λόγος φόρτου προς χωρητικότητα χρησιμοποιείται ως μέσο για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας του κόμβου κυκλικής κίνησης.

$$x = \frac{V}{c} \quad [\text{Εξίσωση 4.2-6}]$$

όπου:

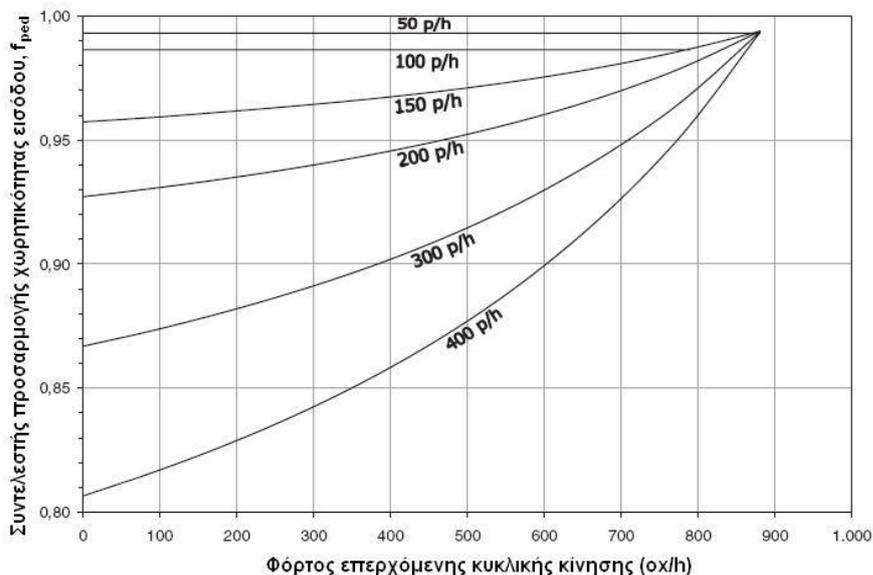
x : λόγος φόρτου προς χωρητικότητα της υπό μελέτη λωρίδας

v [ΜΕΑ/h] : φόρτος λωρίδας

c [ΜΕΑ/h] : κυκλοφοριακή ικανότητα λωρίδας πρόσβασης

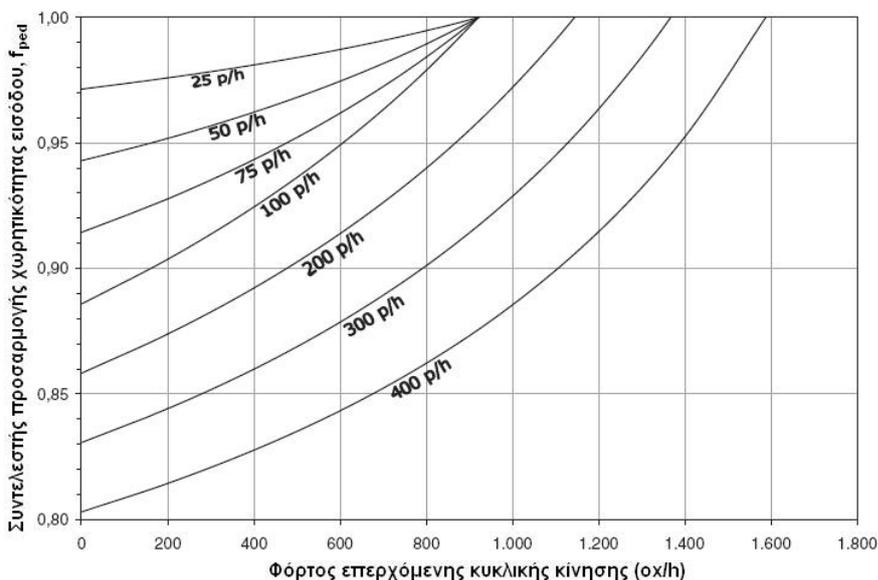
Γενικά ένας λόγος μέχρι 0,85 θεωρείται ικανοποιητικός και δεν αναμένονται σημαντικά προβλήματα λειτουργίας. Για τιμές άνω του 0,85 συνιστάται να εκτελεστεί ανάλυση ευαισθησίας για την επίπτωση μικρών αλλαγών στις καθυστερήσεις και το σχηματισμό ουρών.

Σε περίπτωση που είναι σκόπιμο να συμπεριληφθεί η επίδραση της παρουσίας πεζών στη χωρητικότητα, θα πρέπει να γίνουν τροποποιήσεις στην ποσότητα « c » πριν να εφαρμοστεί η εξίσωση 4.2-6. Με την παραδοχή ότι οι πεζοί έχουν την απόλυτη προτεραιότητα, μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα επόμενα Σχήματα 4.2-1 και 4.2-2, που συσχετίζουν τους φόρτους πεζών και οχημάτων με το συντελεστή τροποποίησης της υπολογιζόμενης χωρητικότητας οχημάτων.



P/h: οχήματα/ ώρα

Σχήμα 4.2-1: Συντελεστής προσαρμογής χωρητικότητας λωρίδας εισόδου ανάλογα με τους φόρτους πεζών και επερχόμενης κυκλικής κυκλοφορίας για είσοδο μίας λωρίδας



P/h: οχήματα/ ώρα

Σχήμα 4.2-2: Συντελεστής προσαρμογής χωρητικότητας λωρίδας εισόδου ανάλογα με τους φόρτους πεζών και επερχόμενης κυκλικής κυκλοφορίας για είσοδο δύο λωρίδων

4.3 Ανάλυση Καθυστερήσεων

Οι καθυστερήσεις κατά τη διέλευση από ένα κόμβο κυκλικής κίνησης είναι από τα σημαντικότερα μεγέθη αξιολόγησης της απόδοσης της διάταξης.

Η καθυστέρηση που ενδιαφέρει είναι η ολική καθυστέρηση, λόγω της παρουσίας κανόνων προτεραιότητας και συγκεκριμένης γεωμετρίας. Σ' αυτό το χρόνο περιλαμβάνεται το άθροισμα των επιπλέον χρόνων σε σχέση με συνθήκες ελεύθερης ροής, ώστε το όχημα να επιβραδύνει για την αναμονή στην ουρά, να αναμένει ένα αποδεκτό διάκενο αποδοχής για είσοδο στη νέα λωρίδα και να επιταχύνει μετά τη συγχώνευση. Αυτός ο χρόνος μπορεί να υπολογίζεται, γενικά, από την εξίσωση 4.3-1:

$$d = \frac{3600}{c} + 900 \cdot T \left[x - 1 + \sqrt{(x-1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right) \cdot x}{450 \cdot T}} \right] + 5 \cdot \min [x, 1] \quad [\text{Εξίσωση 4.3-1}]$$

όπου:

- d [s/οχ] : μέση ολική καθυστέρηση
 x : λόγος φόρτου προς χωρητικότητα της υπό μελέτη λωρίδας
 c [οχ/h] : χωρητικότητα της υπό μελέτη λωρίδας
 T [h] : χρονική περίοδος ανάλυσης

Σε περίπτωση που ο λόγος φόρτου προς χωρητικότητα είναι κοντά στη μονάδα (άνω του 0,90) τα αποτελέσματα της προηγούμενης εξίσωσης δεν είναι ιδιαίτερα αξιόπιστα και η ακρίβεια επηρεάζεται πολύ από τη διάρκεια της περιόδου ανάλυσης. Γενικά, συνιστάται η περίοδος ανάλυσης να είναι 15 min.

Η καθυστέρηση ανά πρόσβαση υπολογίζεται ως σταθμισμένος μέσος των καθυστερήσεων των λωρίδων της, με βάση τους φόρτους τους. Περιλαμβάνεται και η καθυστέρηση της λωρίδας για δεξιά στροφή.

$$d_{\text{πρόσβασης}} = \frac{d_{LL} \cdot v_{LL} + d_{RL} \cdot v_{RL} + d_{\text{αποκλ},R} \cdot v_{\text{αποκλ},R}}{v_{LL} + v_{RL} + v_{\text{αποκλ},R}} \quad [\text{Εξίσωση 4.3-2}]$$

όπου:

- d_i [s/οχ] : καθυστέρηση λωρίδας
 v_i [οχ/h] : φόρτος λωρίδας
 LL : αριστερή λωρίδα
 RL : δεξιά λωρίδα
 $\text{αποκλ}, R$: αποκλειστική λωρίδα δεξιάς στροφής

Ανάλογα υπολογίζεται η καθυστέρηση του κόμβου συνολικά, σταθμίζοντας τις καθυστερήσεις των προσβάσεων ανάλογα με τους συνολικούς τους φόρτους.

$$d_{\text{κόμβου}} = \frac{\sum d_i \cdot v_i}{\sum v_i} \quad [\text{Εξίσωση 4.3-2}]$$

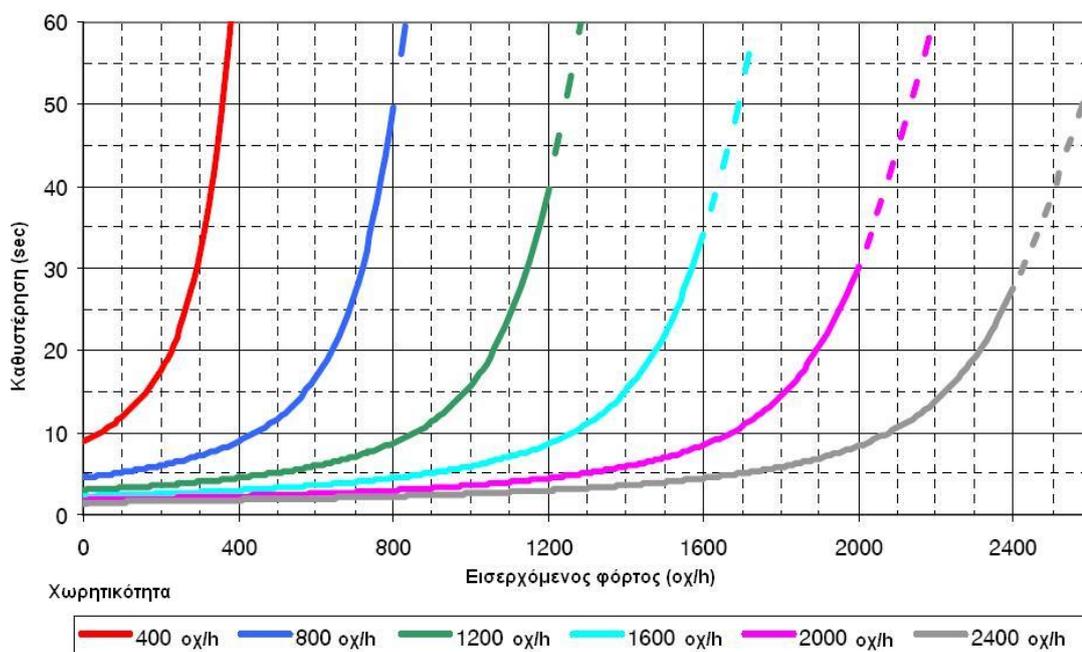
όπου:

$d_{\text{κόμβου}}$ [s/οχ] : καθυστέρηση κόμβου

d_i [s/οχ] : καθυστέρηση λωρίδας

v_i [οχ/h] : φόρτος λωρίδας

Οι καθυστερήσεις που αναμένονται ανάλογα με τον εισερχόμενο φόρτο και τη χωρητικότητα απεικονίζονται στο επόμενο Σχήμα 4.3-1.



Σχήμα 4.3-1: Καθυστερήσεις σε σχέση με εισερχόμενο φόρτο και χωρητικότητα

Αν ο λόγος φόρτου προς χωρητικότητα δεν υπερβαίνει τη μονάδα, η συνολική καθυστέρηση χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του επιπέδου εξυπηρέτησης.

Η αντιστοίχιση καθυστερήσεων κι επιπέδου εξυπηρέτησης φαίνεται στον Πίνακα 4.3-1, που ακολουθεί.

Πίνακας 4.3-1: Επίπεδο εξυπηρέτησης ανάλογα με τη συνολική καθυστέρηση

Συνολική Καθυστέρηση [s/οχ]	Επίπεδο εξυπηρέτησης	
	v/c ≤ 1,0	v/c > 1,0
>0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Για την εκτίμηση των ουρών που αναμένεται να σχηματιστούν χρησιμοποιούνται τα ίδια δεδομένα με αυτά που χρειάζεται η εξίσωση για τις καθυστερήσεις. Η Εξίσωση 4.3-3, που ακολουθεί, υπολογίζει την ουρά (σε οχήματα) την οποία δεν αναμένεται να υπερβαίνει το 95% των περιπτώσεων.

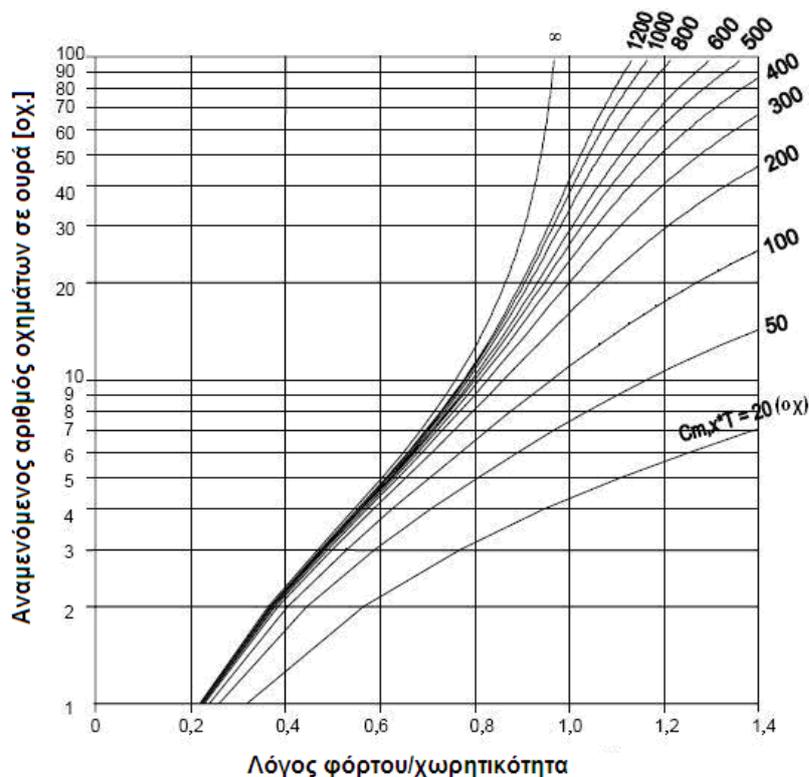
$$Q_{95} = 900 \cdot T \left[x - 1 + \sqrt{(1-x)^2 + \left(\frac{3600}{c} \right) \cdot x} \right] \cdot \left(\frac{c}{3600} \right) \quad \text{[Εξίσωση 4.3-3]}$$

όπου:

- Q_{95} [οχ] : ουρά την οποία δεν υπερβαίνει το 95% των περιπτώσεων
 x : λόγος φόρτου προς χωρητικότητα της υπό μελέτη λωρίδας
 c [οχ/h] : χωρητικότητα της υπό μελέτη λωρίδας
 T [h] : χρονική περίοδος ανάλυσης

Το μέγεθος της αναμενόμενης ουράς είναι βοηθητικό και χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό των σκελών πρόσβασης του κόμβου, αναδεικνύοντας κυρίως τις περιπτώσεις που προκαλείται πρόβλημα με τις γειτονικές διασταυρώσεις και την ανάγκη ή όχι δημιουργίας αποκλειστικής λωρίδας για δεξιά στροφή.

Το μήκος ουράς που αναμένεται ανάλογα με τη χωρητικότητα και το λόγο φόρτου/χωρητικότητας απεικονίζεται στο Σχήμα 4.3-2. Οι καμπύλες ορίζονται ανά διαστήματα με βάση το γινόμενο χωρητικότητας επί την περίοδο ανάλυσης.



Σχήμα 4.3-2: Καθυστερήσεις σε σχέση με τη χωρητικότητα, το λόγο φόρτου/ χωρητικότητας και το γινόμενο χωρητικότητας επί την περίοδο ανάλυσης

4.4 Ανάλυση Ταχυτήτων

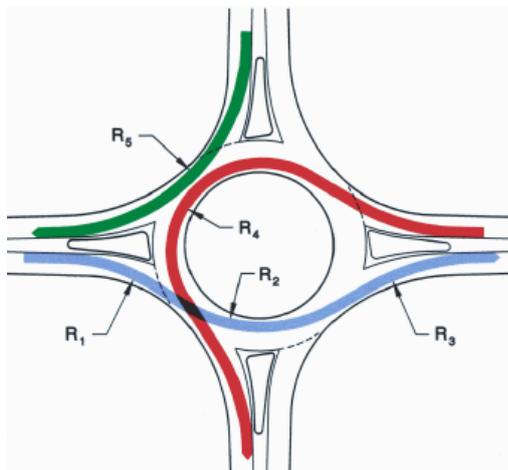
Η ανάλυση των ταχυτήτων αποτελεί ένα από τα κρίσιμότερα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό των Κ³.

Τα οχήματα που κινούνται σε ένα κόμβο κυκλικής κίνησης δεν ακολουθούν απαραίτητα τις πορείες που ορίζονται από τις οριογραμμές ή τον άξονα των λωρίδων πρόσβασης, του δακτυλίου και των εξόδων. Για την εκτίμηση των ταχυτήτων που αναπτύσσονται στον κόμβο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πάντα η πορεία κίνησης η οποία αναμένεται να ενθαρρύνει τη συντομότερη διαδρομή.

Η ταχύτητα εξόδου μπορεί να υπολογίζεται με βάση την αναπτυσσόμενη ταχύτητα στο δακτύλιο και την τιμή επιτάχυνσης, ξεκινώντας από το σημείο όπου τα οχήματα βρίσκονται στην πορεία επί του δακτυλίου και αρχίζουν την πορεία προς την καμπύλη εξόδου. Στην περίπτωση δακτυλίου με περισσότερες από μία λωρίδες, κατά τις ώρες εκτός κυκλοφοριακής αιχμής, η ταχύτητα στην πορεία συντομότερης εξόδου δεν εξαρτάται από την ακτίνα της καμπύλης εξόδου αλλά από τα στοιχεία, που είναι:

- Η ακτίνα R2 του κύκλου της εξωτερικής περιμέτρου του δακτυλίου
- Η απόσταση από το τέλος της καμπύλης με ακτίνα R2 έως την πεζοδιάβαση που διασταυρώνει την έξοδο

- Η επιτάχυνση, η οποία μπορεί να αναπτύσσεται, από το τέλος της καμπύλης με ακτίνα R₂ έως την πεζοδιάβαση που διασχίζει την έξοδο



Σχήμα 4.4-1: Πορείες οχημάτων και ονομασία ακτίνων συντομότερης διαδρομής

Γίνεται η παραδοχή ότι οι οδηγοί επιταχύνουν αμέσως μόλις φτάσουν στο τέλος της καμπύλης με ακτίνα R₂ για να συνεχίσουν την πορεία στη καμπύλη με R₃. Αυτή η κίνηση είναι πολύ επιθετική και συνήθως μεσολαβεί ένα κενό χρόνου. Η τιμή της επιτάχυνσης λαμβάνεται ίση με $3,5 \text{ m/s}^2$ (αυτή μπορεί να ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος της ακτίνας R₂).

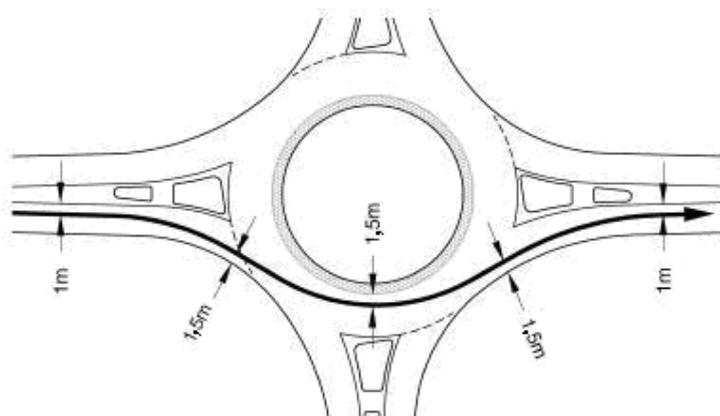
Στις περισσότερες περιπτώσεις, η σχετικά μικρή απόσταση μεταξύ του δακτυλίου και της πεζοδιάβασης στην έξοδο έχει ως αποτέλεσμα μια αύξηση της ταχύτητας από 5 έως 10 km/h. Σχετικό παράδειγμα σχεδιασμού παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα.



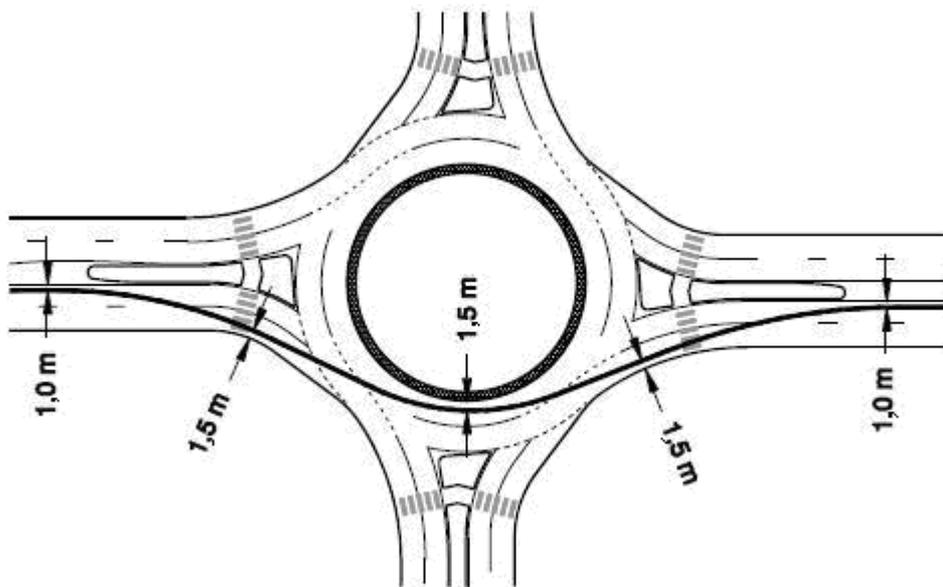
Εικόνα 4.4-1: Παράδειγμα μεγάλης ακτίνας στην έξοδο 3-σκελούς κόμβου

Σε κάθε περίπτωση, η αλληλουχία των καμπών στον κλάδο εισόδου και μέχρι την είσοδο στο δακτύλιο δεν πρέπει να οδηγεί σε διαφορές ταχυτήτων, από τμήμα σε τμήμα, μεγαλύτερες των 20 km/h. Για την επίτευξη αυτού του επιπέδου ρύθμισης, προτείνονται οι τιμές των ακτίνων R₁, R₂, R₃, R₄ και R₅ που αναφέρονται στον προηγούμενο Πίνακα 2.2-3.

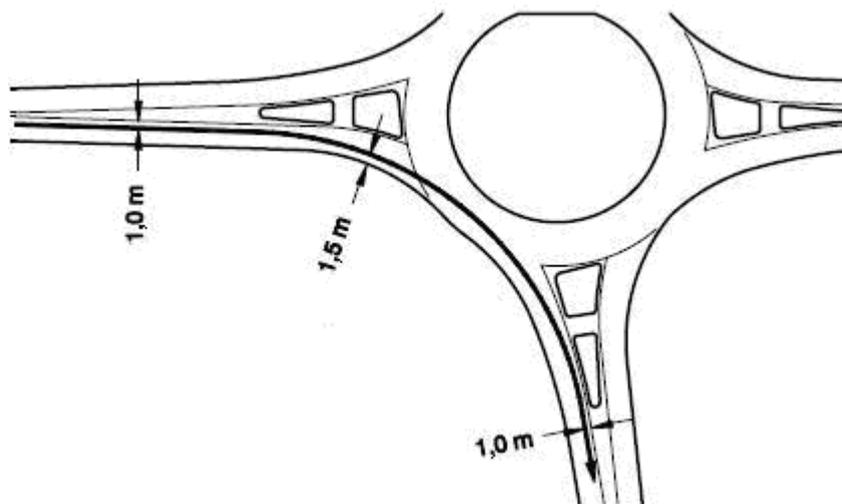
Πιο συγκεκριμένα, οι πορείες των οχημάτων σχεδιάζονται με αλληλουχίες καμπυλών που ξεκινούν και περνούν από συγκεκριμένα σημεία σε σχέση με χαρακτηριστικές οριογραμμές του κόμβου. Αυτά τα σημεία, οι αποστάσεις τους από χαρακτηριστικές οριογραμμές του κόμβου και η αλληλουχία καμπυλών που ορίζουν απεικονίζονται στα επόμενα Σχήματα 4.4-2, 4.4-3 και 4.4-4.



Σχήμα 4.4-2: Αποστάσεις από τις οριογραμμές για το σχεδιασμό ευθείας πορείας σε Κ³ με 1 λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας



Σχήμα 4.4-3: Αποστάσεις από τις οριογραμμές για το σχεδιασμό ευθείας πορείας σε Κ³ με 2 λωρίδες στο δακτύλιο κυκλοφορίας



Σχήμα 4.4-4: Αποστάσεις από οριογραμμές για σχεδιασμό δεξιόστροφης πορείας

Η πορεία ευθείας κίνησης οι καμπύλες σχεδιάζεται με καμπύλες έτσι ώστε στο σημείο αλλαγής διεύθυνσης εντός του δακτυλίου (στο σημείο που ορίζεται σε απόσταση 1,5 m από την εξωτερική οριογραμμή του δακτυλίου) να υπάρχει ευθύγραμμο τμήμα ίσο με το μήκος του οχήματος σχεδιασμού.

Στους κόμβους κυκλικής κίνησης δεν αναμένεται να υπάρχουν μεγάλες επικλίσεις, αφού αυτές συνιστάται να μην υπερβαίνουν το 2%.

5. ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

5.1 Γενικά

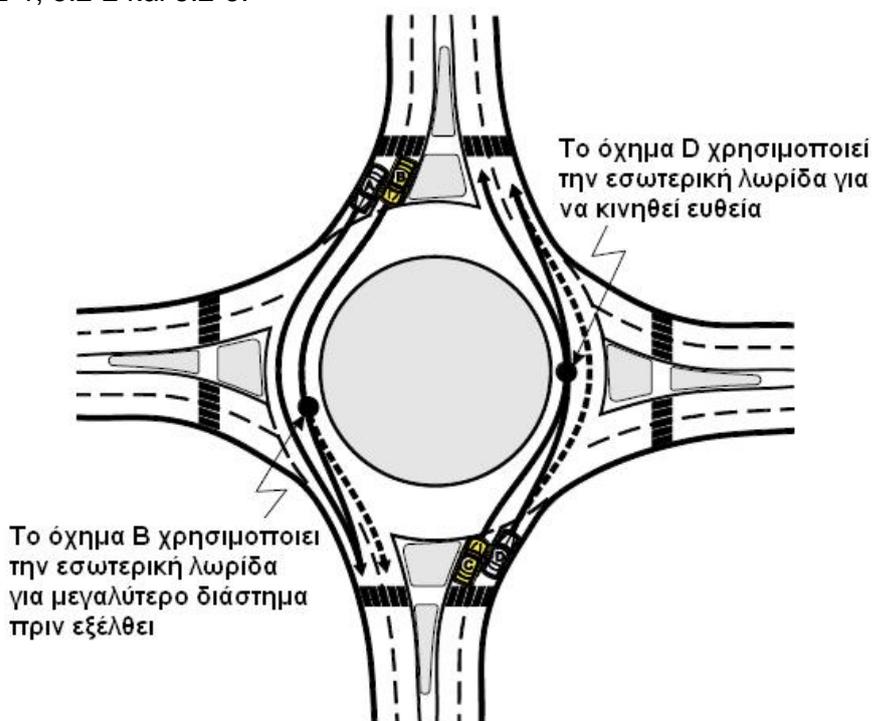
Ένας από τους συνηθέστερους λόγους επιλογής του Κ³ έναντι των άλλων συμβατικής μορφής ισόπεδων κόμβων είναι η προσφερόμενη βελτιωμένη οδική ασφάλεια.

Όπως αναφέρεται και στις εισαγωγικές παραγράφους, ο Κ³ παρουσιάζει λιγότερα σημεία πιθανών συγκρούσεων, απαλείφοντας, μάλιστα, τις εμπλοκές τύπου διασταύρωσης (πλαγιο-μετωπικές συγκρούσεις).

Επιπλέον, η ρύθμιση της ταχύτητας, που επιτυγχάνεται μέσω της ιδιαίτερης γεωμετρίας των Κ³, έχει ως αποτέλεσμα τα οχήματα να κινούνται σε χαμηλές και ομοιόμορφες ταχύτητες, προσφέροντας μεγαλύτερο περιθώριο για αντίδραση, αλλά και ηπιότερες επιπτώσεις σε τυχόν συγκρούσεις.

5.2 Τύποι και Περιπτώσεις Ατυχημάτων

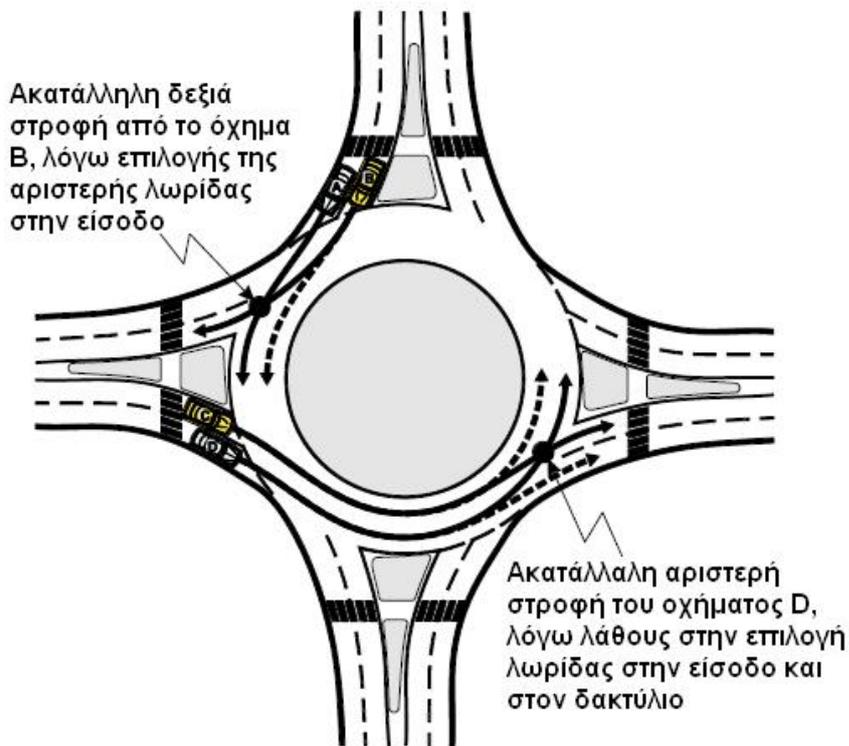
Τα σημεία και οι τύποι εμπλοκής δεν αποκαλύπτουν όλες τις πιθανές περιπτώσεις συγκρούσεων. Ειδικά σε περιπτώσεις κόμβων πολλαπλών λωρίδων, η επιλογή λωρίδας και πορείας από τους οδηγούς είναι κρίσιμης σημασίας. Ορισμένες λανθασμένες επιλογές των οδηγών και οι σχετικές προβλεπόμενες συγκρούσεις απεικονίζονται στα επόμενα Σχήματα 5.2-1, 5.2-2 και 5.2-3.



Σχήμα 5.2-1: Συγκρούσεις εντός του δακτυλίου λόγω λάθους στην επιλογή λωρίδων για ευθεία πορεία

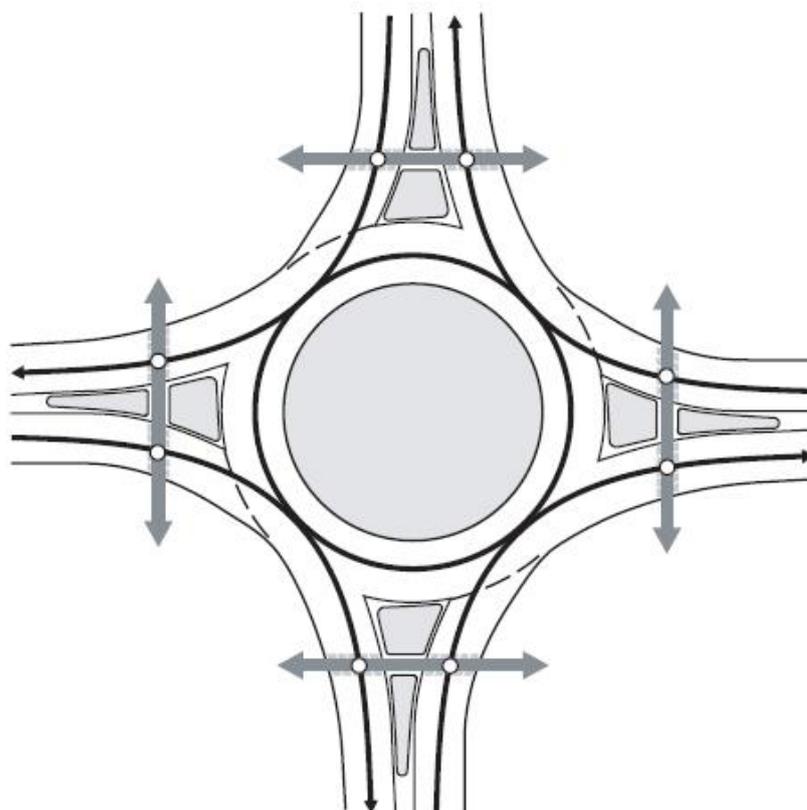


Σχήμα 5.2-2: Συγκρούσεις κατά την έξοδο λόγω λάθους στην επιλογή λωρίδας του κινούμενου επί του δακτυλίου



Σχήμα 5.2-3: Συγκρούσεις κατά την έξοδο λόγω λάθους στην επιλογή λωρίδας από την έναρξη της εισόδου στο δακτύλιο

Οι εμπλοκές με πεζούς γίνονται, κατά κανόνα, πάνω στις πεζοδιαβάσεις, εκτός αν οι πεζοί κινούνται σε χώρο που δεν προβλέπεται γι' αυτούς. Τα σημεία διασταύρωσης της πορείας του οχήματος με πεζό απεικονίζονται στο Σχήμα 5.2-4.

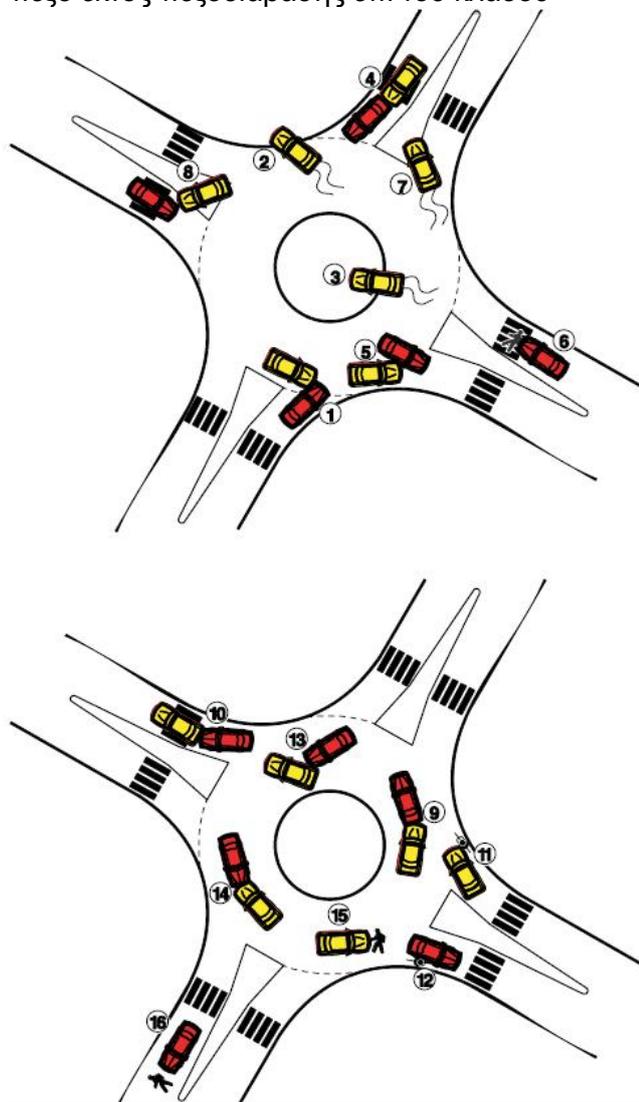


Σχήμα 5.2-4: Σημεία σύγκρουσης οχημάτων και πεζών

Τα ατυχήματα που συμβαίνουν στην περιοχή ενός Κ³ μπορεί να προκύπτουν από τις συνηθισμένες εμπλοκές μεταξύ οχημάτων, μεταξύ οχημάτων και πεζών ή ποδηλατών, αλλά και από λανθασμένους χειρισμούς ή ολίσθηση των οχημάτων. Οι τύποι ατυχημάτων που παρατηρούνται (βλ. Σχήμα 5.2-5) είναι:

- (1) Σύγκρουση κατά την είσοδο λόγω παραβίασης προτεραιότητας
- (2) Εκτροπή οχήματος εκτός δακτυλίου κυκλοφορίας
- (3) Απώλεια ελέγχου οχήματος κατά την είσοδο
- (4) Πρόσκρουση νωτο-μετωπική κατά την είσοδο
- (5) Σύγκρουση εξερχόμενου οχήματος με όχημα που κινείται στο δακτύλιο κυκλοφορίας
- (6) Σύγκρουση με πεζό στην πεζοδιάβαση
- (7) Απώλεια ελέγχου οχήματος κατά την έξοδο

- (8) Σύγκρουση εισερχόμενου οχήματος με εξερχόμενο όχημα
- (9) Σύγκρουση νωτο-μετωπική επί του δακτυλίου κυκλοφορίας
- (10) Σύγκρουση νωτο-μετωπική κατά την έξοδο
- (11) Προσπέραση ποδηλάτου στην είσοδο
- (12) Προσπέραση ποδηλάτου στην έξοδο
- (13) Πλαγιομετωπική κατά την πλέξη επί του δακτυλίου κυκλοφορίας
- (14) Κίνηση με αντίθετη ροή επί του δακτυλίου κυκλοφορίας
- (15) Σύγκρουση με πεζό επί του δακτυλίου κυκλοφορίας
- (16) Σύγκρουση με πεζό εκτός πεζοδιάβασης επί του κλάδου



Σχήμα 5.2-5: Τύποι ατυχημάτων

5.3 Εκτίμηση Αριθμού Ατυχημάτων σε Επίπεδο Διασταύρωσης

Για την αξιολόγηση της απόδοσης ενός Κ³ από άποψη οδικής ασφάλειας θα πρέπει να γίνει εκτίμηση του αναμενόμενου ετήσιου αριθμού ατυχημάτων.

Η μέθοδος εκτίμησης σε επίπεδο διασταύρωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση υφιστάμενου Κ³, ή την εξέταση σκοπιμότητας μετατροπής μιας συμβατικής ισόπεδης διασταύρωσης με σήμανση ή σηματοδότηση σε Κ³.

Στην περίπτωση υφιστάμενου Κ³, για ακριβέστερη εκτίμηση, θα χρειαστούν δεδομένα ατυχημάτων και κυκλοφορίας από προηγούμενα έτη. Πραγματοποιείται συλλογή δεδομένων για το σύνολο των ατυχημάτων και των ατυχημάτων με θανάτους/τραυματισμούς ξεχωριστά. Η περίοδος συλλογής θα πρέπει να περιλαμβάνει τα τελευταία 10 έτη. Ταυτόχρονα, συλλέγονται κυκλοφοριακά δεδομένα και υπολογίζεται η αντιπροσωπευτική συνολική ΕΜΗΚ των προσβάσεων.

Η ΕΜΗΚ χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό, αρχικά, των αναμενόμενων ατυχημάτων σε κόμβους αντίστοιχων χαρακτηριστικών, με τη βοήθεια της εξίσωσης:

$$P = a \cdot (EMHK)^b \quad [Εξίσωση 5.3-1]$$

όπου:

P : Αναμενόμενος αριθμός ατυχημάτων ανά έτος

a : Συντελεστής βαθμονόμησης

b : Συντελεστής βαθμονόμησης

$EMHK [οχ]$: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία

Η επιλογή των συντελεστών a και b γίνεται ανάλογα με τον αριθμό των λωρίδων επί του δακτυλίου κυκλοφορίας, τον αριθμό των προσβάσεων και τη σοβαρότητα των συγκρούσεων. Γενικά, προτείνονται οι τιμές των επόμενων Πινάκων 5.3-1 και 5.3-2.

Πίνακας 5.3-1: Συντελεστές εκτίμησης συνολικά αναμενόμενων ατυχημάτων

Αριθμός (N) λωρίδων δακτυλίου κυκλοφ.	3-σκελής		4-σκελής		5-σκελής	
	a	b	a	b	a	b
N=1	0,0011	0,7490	0,0023	0,7490	0,0049	0,7490
ΕΜΗΚ	4.000 – 31.000		4.000 – 37.000		4.000 – 18.000	
N=2	0,0018	0,7490	0,0038	0,7490	0,0073	0,7490
ΕΜΗΚ	3.000 – 20.000		2.000 – 35.000		2.000 – 52.000	
N=3 ή 4	-	-	0,0126	0,7490	-	-
ΕΜΗΚ	-		25.000 – 59.000		-	
k	0,8986					

Πίνακας 5.3-2: Συντελεστές εκτίμησης αναμενόμενων ατυχημάτων με θανάτους ή/και τραυματισμούς

Αριθμός (N) λωρίδων δακτυλίου κυκλοφ.	3-σκελής		4-σκελής		5-σκελής	
	a	b	a	b	a	b
N=1 ή 2	0,0008	0,5923	0,0013	0,5923	0,0029	0,5923
ΕΜΗΚ	3.000 – 31.000		2.000 – 37.000		2.000 – 52.000	
N=3 ή 4	-	-	0,0119	0,5923	-	-
ΕΜΗΚ	-		25.000 – 59.000		-	
k	0,9459 (χρήση στις εξισώσεις 5.3-3 και 5.3-4)					

Οι συντελεστές, που προτείνονται από τους προηγούμενους πίνακες, έχουν υπολογιστεί με βάση τις μελέτες Κ³ στις ΗΠΑ και δεν είναι απαραίτητο να ισχύουν στην εκάστοτε υπό μελέτη περιοχή. Όμως μπορεί να χρησιμοποιούνται ελλείψει άλλης τεκμηρίωσης, εκτός αν κριθεί ότι δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα της περιοχής, εφόσον μπορεί να τροποποιηθούν μετά από εξειδικευμένη μελέτη.

Αν κριθεί ότι η περιοχή δεν αντιπροσωπεύεται ικανοποιητικά από τις κατηγορίες που αναφέρουν οι πίνακες, ή οι προβλέψεις διαφέρουν αρκετά από την πραγματικότητα, μπορεί να γίνει διόρθωση του εκτιμώμενου αριθμού ατυχημάτων που προβλέπει η Εξίσωση 5.3-1. Γι' αυτό το σκοπό θα πρέπει η συλλογή ετήσιων δεδομένων να περιλαμβάνει τουλάχιστον 10 τέτοιους κόμβους με παρόμοια χαρακτηριστικά και τουλάχιστον 50 ατυχήματα. Στο τέλος, ο προβλεπόμενος αριθμός ατυχημάτων διορθώνεται με συντελεστή προσαρμογής ίσο με το λόγο των παρατηρούμενων προς τα εκτιμώμενα ατυχήματα, που προέκυψε από τη συλλογή των δεδομένων.

Η αλλαγή των παραμέτρων (a), (b) και (k) όχι μόνο δεν αποθαρρύνεται, αλλά συνιστάται να γίνεται, για να ανταποκρίνεται στις τοπικές συνθήκες. Όμως, δεν επιτρέπεται να γίνει αποσπασματικά για την κάθε παράμετρο. Συνιστάται βαθμονόμηση των παραμέτρων ανά περιοχή, ενώ η χρήση των εν λόγω προτεινόμενων τιμών θα πρέπει να γίνεται με επιφύλαξη, σε περίπτωση έλλειψης επαρκών δεδομένων.

Με τη χρήση του ιστορικού αριθμού ατυχημάτων («x» αριθμός ατυχημάτων) της περιόδου συλλογής στοιχείων («n» έτη) και τον εκτιμώμενο ετήσιο αριθμό ατυχημάτων, που υπολογίστηκαν από την Εξίσωση 5.3-1 ή από νέα στοιχεία («P» αριθμός ατυχημάτων), γίνεται μια ακριβέστερη εκτίμηση του ετήσιου αριθμού ατυχημάτων ανά τύπο. Η παράμετρος «k» είναι η παράμετρος διασκορπισμού της αρνητικής διωνυμικής κατανομής, που έχει υπολογιστεί ανά περίπτωση με τη διαδικασία μέγιστης πιθανοφάνειας. Ο υπολογισμός του εκτιμώμενου ετήσιου αριθμού ατυχημάτων γίνεται από τις επόμενες Εξισώσεις 5.3-2, 5.3-3 και 5.3-4, που σταθμίζουν τα παρατηρούμενα και τα εκτιμώμενα ατυχήματα, για τον τύπο του κόμβου, με συντελεστές βαρύτητας w_1 , w_2 .

$$m = w_1 \cdot x + w_2 \cdot P \quad \text{[Εξίσωση 5.3-2]}$$

$$w_1 = \frac{P}{(1/k) + n \cdot P} \quad \text{[Εξίσωση 5.3-3]}$$

$$w_2 = \frac{(1/k)}{(1/k) + n \cdot P} \quad [\text{Εξίσωση 5.3-4}]$$

όπου:

- m : εκτιμώμενος ετήσιος αριθμός συγκρούσεων
- x : ιστορικός αριθμός ατυχημάτων
- P : αναμενόμενος ετήσιος αριθμός συγκρούσεων από την εξίσωση 5.3-1 ή από νέα στοιχεία
- n : έτη περιόδου συλλογής δεδομένων
- w_1 : συντελεστής στάθμισης Καταγεγραμμένων Συγκρούσεων
- w_2 : συντελεστής στάθμισης Αναμενόμενων Συγκρούσεων
- k : παράμετρος διασκορπισμού της αρνητικής διωνυμικής κατανομής

Σε περίπτωση αξιολόγησης της εναλλακτικής κατασκευής Κ³, αντί για υφιστάμενη συμβατική διαμόρφωση ισόπεδου κόμβου, μπορεί να χρησιμοποιούνται οι εξισώσεις πρόβλεψης ατυχημάτων με χρήση μόνο της ΕΜΗΚ. Ο προβλεπόμενος αριθμός ατυχημάτων συγκρίνεται με αυτόν της υφιστάμενης διάταξης. Είναι καλό να μη γίνεται η σύγκριση με τον αριθμό των πραγματικών ατυχημάτων, αλλά με τον αριθμό των εκτιμώμενων συγκρούσεων για τη συγκεκριμένη διάταξη, χρησιμοποιώντας μέθοδο ανάλογη με αυτή που περιγράφεται. Η εκτίμηση των προβλεπόμενων ατυχημάτων μπορεί να γίνει με χρήση κατάλληλα βαθμονομημένων σχέσεων του τύπου της Εξίσωσης 5.3-1, ή με διάφορες άλλες μεθόδους της βιβλιογραφίας (Φραντζεσκάκης Ι. Μ., Γκόλιας Ι. Κ., "Οδική Ασφάλεια", Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1994).

5.4 Εκτίμηση Αριθμού Ατυχημάτων σε Επίπεδο Πρόσβασης

Οι συγκρούσεις είναι δυνατό να εκτιμηθούν ξεχωριστά για τις προσβάσεις, με χρήση στοιχείων κυκλοφορίας και γεωμετρίας του Κ³.

Για ατυχήματα εισερχόμενης κυκλοφορίας με κυκλοφορία δακτυλίου:

$$\text{Ατυχήματα / έτος} = \alpha_0 \cdot (EMHK_{\text{εισερχόμενη}})^{\alpha_1} \cdot (EMHK_{\text{δακτυλίου}})^{\alpha_2} \cdot e^{[b_1(Var1) + \dots + b_5(Var5)]} \quad [\text{Εξίσωση 5.4-1}]$$

Για ατυχήματα εξερχόμενης κυκλοφορίας με κυκλοφορία δακτυλίου:

$$\text{Ατυχήματα / έτος} = \alpha_0 \cdot (EMHK_{\text{εξερχόμενη}})^{\alpha_1} \cdot (EMHK_{\text{δακτυλίου}})^{\alpha_2} \cdot e^{[b_1(Var1) + \dots + b_5(Var5)]} \quad [\text{Εξίσωση 5.4-2}]$$

Για ατυχήματα πρόσβασης:

$$\text{Ατυχήματα / έτος} = \alpha_0 \cdot (EMHK_{\text{εισερχόμενη}})^{\alpha_1} \cdot e^{[b_1(\text{ημιπλάτος πρόσβασης})]} \quad [\text{Εξίσωση 5.4-3}]$$

όπου:

- α_0 : γενικός συντελεστής
 α_1 : συντελεστής εισερχόμενης/εξερχόμενης ΕΜΗΚ
 α_2 : συντελεστής ΕΜΗΚ επί του δακτυλίου κυκλοφορίας
 b_i : συντελεστής ανά παράμετρο σχεδιασμού
 $Var(i)$: παρατηρούμενη τιμή παραμέτρου σχεδιασμού

Οι τιμές των παραμέτρων που συμμετέχουν στις προηγούμενες εξισώσεις λαμβάνονται ύστερα από διαδικασία βαθμονόμησης, ανά περίπτωση. Σε περίπτωση μη διαθεσιμότητας τέτοιων δεδομένων, μπορεί να χρησιμοποιούνται οι Πίνακες 5.4-2, 5.4-3 και 5.4-4, που ακολουθούν. Οι πίνακες περιλαμβάνουν συνδυασμούς τιμών παραμέτρων, ανάλογα με τα διαθέσιμα στοιχεία κάθε φορά.

Πίνακας 5.4-1: Εξισώσεις βάσης για επιδόσεις ασφάλειας

Θέση	Πρότερη Ρύθμιση	Αριθμός Σκελών	Πηγή	Μοντέλο
Αστική	Σηματοδότηση	4	Howard and Montgomery Counties, MD	$Acc/yr = \exp(-9.00)(AADT)^{1.029}, k = 0.20$ $InjAcc/yr = \exp(-10.43)(AADT)^{1.029}, k = 0.20$
Αστική	Σήμανση STOP	4	Howard and Montgomery Counties, MD	$Acc/yr = \exp(-1.62)(AADT)^{0.220}, k = 0.45$ $InjAcc/yr = \exp(-3.04)(AADT)^{0.220}, k = 0.45$
Αστική	Σηματοδότηση	3	California	$Acc/yr = \exp(-5.24)(AADT)^{0.580}, k = 0.18$ $InjAcc/yr = \exp(-6.51)(AADT)^{0.580}, k = 0.18$
Αστική	Σήμανση STOP	3	Howard and Montgomery Counties, MD	$Acc/yr = \exp(-2.22)(AADT)^{0.254}, k = 0.36$ $InjAcc/yr = \exp(-3.69)(AADT)^{0.254}, k = 0.36$
Υπεραστική	Σήμανση STOP	4	Minnesota	$Acc/yr = \exp(-8.6267)(AADT)^{0.952}, k = 0.77$ $InjAcc/yr = \exp(-8.733)(AADT)^{0.795}, k = 1.25$

Acc/yr = σύνολο ατυχημάτων ανά έτος

InjAcc/yr = θανατηφόρα και με τραυματισμούς ατυχήματα

AADT = ΕΜΗΚ εισερχόμενη στον κόμβο

k = συντελεστής κατανομής

Πίνακας 5.4-2: Παράμετροι εκτίμησης συγκρούσεων εισερχόμενης κυκλοφορίας με κυκλοφορία επί του δακτυλίου

Πρότυπο	Συντελεστές							
	Γενικός α_0	Εισερχόμενης ΕΜΗΚ α_1	ΕΜΗΚ δακτυλίου α_2	Ακτίνας Εισόδου b_1	Πλάτους Εισόδου b_2	Διαμέτρου Κεντρ. Νησίδας b_3	Γωνίας με επόμενο κλάδο b_4	Αντιστρόφου ακτίνας γραμμής εισόδου (1/R) b_5
1	0,00000176	1,0585	0,3672	-	-	-	-	-
2	0,00000216	0,9771	0,3088	0,0325	-	-	-	-
3	0,00000474	0,9217	0,2900	-	0,1909	-0,0249	-	-
4	0,00000213	1,0048	0,3142	0,0338	-	-0,0151	-	-
5	0,00015668	0,9499	0,2687	0,0344	-	-	-0,0425	-
6	0,00073488	0,7018	0,1321	-	0,1677	-	-0,0276	-
7	0,00012735	0,8322	0,1370	-	-	-	-	42,0917

Πίνακας 5.4-3: Παράμετροι εκτίμησης συγκρούσεων εξερχόμενης κυκλοφορίας με κυκλοφορία επί του δακτυλίου

Πρότυπο	Συντελεστές							
	Γενικός α_0	Εισερχόμενης ΕΜΗΚ α_1	ΕΜΗΚ δακτυλίου α_2	Ακτίνας Εισόδου b_1	Πλάτους Εισόδου b_2	Διαμέτρου Κεντρ. Νησίδας b_3	Γωνίας με επόμενο κλάδο b_4	Ακτίνας γραμμής εισόδου b_5
1	0,00044631	0,3413	0,5172	-	-	-	-	-
2	0,00000846	0,2801	0,2530	0,0728	-	0,3632	-	-
3	0,00001308	0,3227	0,3242	-	0,0449	0,4783	-	-
4	0,02215926	0,2413	0,5626	-	-	-	372,8710	-
5	0,00005363	0,6005	0,7471	-	-	-	-	-118,1798

Πίνακας 5.4-4: Συντελεστές εκτίμησης συγκρούσεων επί των προσβάσεων

Πρότυπο	Γενικός Συντελεστής	Συντελεστής εισερχόμενης ΕΜΗΚ	Συντελεστής Ημιπλάτους Πρόσβασης
	α_0	α_1	b_1
1	0,0034961	0,6036	-
2	0,0057838	0,4613	0,0988

Οι τιμές των προηγούμενων πινάκων είναι ενδεικτικές για τυπικές περιπτώσεις και δεν λαμβάνουν υπόψη επιπλέον ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κόμβου. Ειδικά σε περίπτωση κατασκευής νέου Κ³, θα πρέπει να γίνεται προσαρμογή με κατάλληλους συντελεστές, όπως περιγράφεται στην §5.5.

Συνιστάται βαθμονόμηση των παραμέτρων ανά περιοχή, ενώ η χρήση των προτεινόμενων τιμών των προηγούμενων πινάκων θα πρέπει να γίνεται με επιφύλαξη, σε περίπτωση έλλειψης επαρκών δεδομένων.

5.5 Προσαρμογή Εκτίμησης Αριθμού Ατυχημάτων σε Επίπεδο Πρόσβασης Ανάλογα με Χαρακτηριστικά του Κόμβου

Οι εξισώσεις και οι συντελεστές που χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία εκτίμησης συγκρούσεων σε επίπεδο πρόσβασης (βλ. §5.4) εξυπηρετούν την ανάλυση τυπικών περιπτώσεων. Όσο τα χαρακτηριστικά του κόμβου ξεφεύγουν από τις συνήθεις τιμές, που αντιστοιχούν στις τυπικές περιπτώσεις, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη για προσαρμογή των εκτιμήσεων.

Η εκτίμηση του ετήσιου αριθμού συγκρούσεων προσαρμόζεται με βάση την εξίσωση:

$$N_{int} = N_b \cdot (AMF_1 \times AMF_2 \times \dots \times AMF_n) \quad [Εξίσωση 5.5-1]$$

όπου:

N_{int} : εκτιμώμενος αριθμός συγκρούσεων μετά την εφαρμογή των συντελεστών διόρθωσης

N_b : εκτιμώμενος αριθμός συγκρούσεων για την τυπική περίπτωση

AMF_i : συντελεστής διόρθωσης ανά στοιχείο σχεδιασμού, ανάλογα με την απόκλιση από την τυπική περίπτωση

$$AMF_i = AMF_{base}^{[a \cdot (x - x_{base})]} \quad [Εξίσωση 5.5-2]$$

όπου:

AMF_i : συντελεστής προσαρμογής ανά στοιχείο σχεδιασμού

AMF_{base} : αρχικός συντελεστής προσαρμογής τυπικής περίπτωσης

a : συντελεστής (μονάδας μέτρησης)

x : παρατηρούμενη τιμή για το στοιχείο σχεδιασμού

x_{base} : τυπική τιμή για το στοιχείο σχεδιασμού

Οι τυπικές τιμές που θεωρούνται για κάθε στοιχείο σχεδιασμού παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 5.5-1.

Πίνακας 5.5-1: Συντελεστές προσαρμογής και τιμές στοιχείων σχεδιασμού τυπικής περίπτωσης

Στοιχείο Σχεδιασμού	Τιμή τυπικής περίπτωσης [m]	Συντελεστής Προσαρμογής AMF_{base}			Συντελεστής μονάδας μέτρησης, α
		Για συγκρούσεις κατά την είσοδο στο δακτύλιο	Για συγκρούσεις κατά την έξοδο στο δακτύλιο	Για συγκρούσεις επί της πρόσβασης	
Ακτίνα Εισόδου	23	1,010	-	-	3,28
Πλάτος Εισόδου	6	1,052	-	-	
Ημιπλάτος Πρόσβασης	5	-	-	1,031	
Διάμετρος Δακτυλίου	41	-	1,022	-	
Διάμετρος Κεντρικής Νησίδας	21	0,992	1,014	-	
Πλάτος δακτυλίου	7	-	1,117	-	1
Γωνία με επόμενο κλάδο	28	0,973	-	-	

Συνιστάται βαθμονόμηση των παραμέτρων ανά περιοχή, ενώ η χρήση των προτεινόμενων τιμών του Πίνακα 5.5-1 θα πρέπει να γίνεται με επιφύλαξη, σε περίπτωση έλλειψης επαρκών δεδομένων.

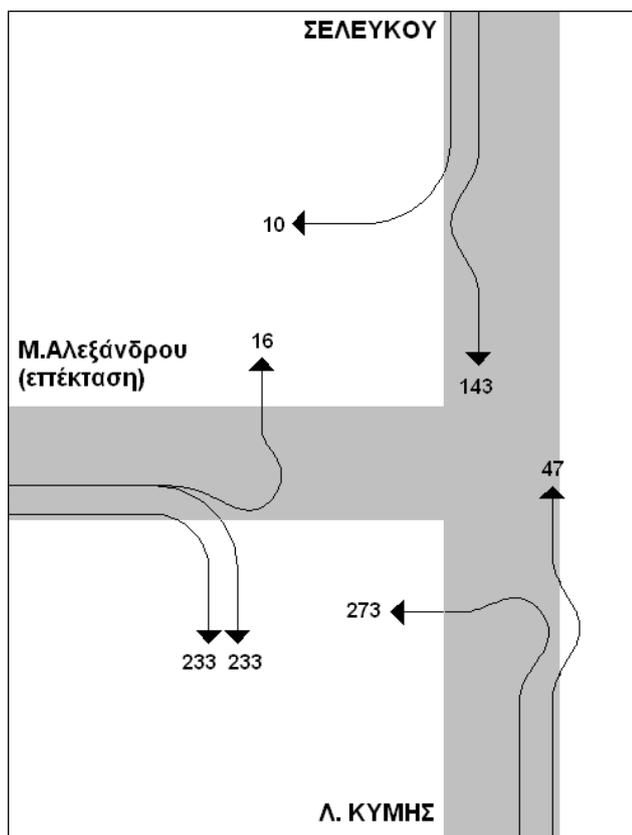
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
Υπόδειγμα Ελέγχου Στάθμης Εξυπηρέτησης

ΚΕΝΗ ΣΕΛΙΔΑ

Α1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Προκειμένου να τεκμηριωθεί η παρεχόμενη εξυπηρέτηση, από το σχεδιασμό ενός Κ³, θα γίνεται κατ' ελάχιστον ο έλεγχος της Στάθμης Εξυπηρέτησης (ΣΕ) σχεδιασμού. Σκοπός είναι να αποδεικνύεται ότι ο σχεδιασμός του κόμβου θα παρέχει, για τους φόρτους σε ώρα αιχμής του 20^{ου} έτους (μετά την έναρξη λειτουργίας του κόμβου) ΣΕ-Γ σε υπεραστικό οδικό δίκτυο, ενώ σε αστικό δίκτυο είναι αποδεκτή και η ΣΕ-Δ.

Ο εν λόγω έλεγχος θα γίνεται με αναγνωρισμένο λογισμικό, π.χ. το αντίστοιχο του TRB, NCHRP 672. Σχετικό παράδειγμα δίνεται στις επόμενες σελίδες για Κ³ με 3 σκέλη. Οι τιμές των μετρηθέντων φόρτων (έτος 2010) απεικονίζονται στο επόμενο Σχήμα Α-1, ενώ στον επόμενο Πίνακα Α-1, όπου παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα της διερεύνησης, οι υπολογισμοί γίνονται με τους προβλεπόμενους φόρτους του 2034 (μετρήσεις έτους 2010 +4 έτη κατασκευής +20 έτη λειτουργίας).



Σχήμα Α1-1: Υπόδειγμα απεικόνισης φόρτων (έτους 2010) επί των σκελών του Κ³

Πίνακας Α1-1: Έλεγχος Στάθμης Εξυπηρέτησης Σχεδιασμού

General & Site Information								
Analyst:	Konstantinos Kouretas							
Agency/Company:	Nama Cnslt Engrs&Planners SA							
Date:								
Project Name:								
Intersection:	Kymis Selefkou Alexandrou							
Analysis Time Period:	Morning Peak							
Jurisdiction:								
Year:	2034 (+1.5%/year)							

Volumes Roundabout Approach/Entry Legs								
ΣΕΛΕΥΚ. 1 ΣΕΛΕΥΚ. 2								
ΣΕΛΕΥΚΟΥ, vph								
ΚΥΜΗΣ, vph	201	0						
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ, vph	0	14						
Entry Volume, vph	201	14	0	0	0	0	0	0
ΣΕΛΕΥΚΟΥ, vph								
	ΚΥΜΗΣ 1	ΚΥΜΗΣ 2	ΑΛΕΞ. 1		ΑΛΕΞ. 2			
	0	66			23	0		
ΚΥΜΗΣ, vph					328	328		
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ, vph	384	0						
Entry Volume, vph	384	66	0	0	351	328	0	0

Critical Lane Volumes								
ΣΕΛΕΥΚΟΥ			ΚΥΜΗΣ			ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ		
N (1), vph	0	0	0	0	0	0	23	0
NE (2), vph	0	0	0	0	0	0	0	0
E (3), vph	0	0	0	0	0	0	0	0
SE (4), vph	0	0	0	0	0	0	0	0
S (5), vph	201	0	0	0	0	0	328	0
SW (6), vph	0	0	0	0	0	0	0	0
W (7), vph	0	0	0	0	384	0	0	0
NW (8), vph	0	0	0	0	0	0	0	0
Entry Volume, vph	201	0	0	0	384	0	351	0

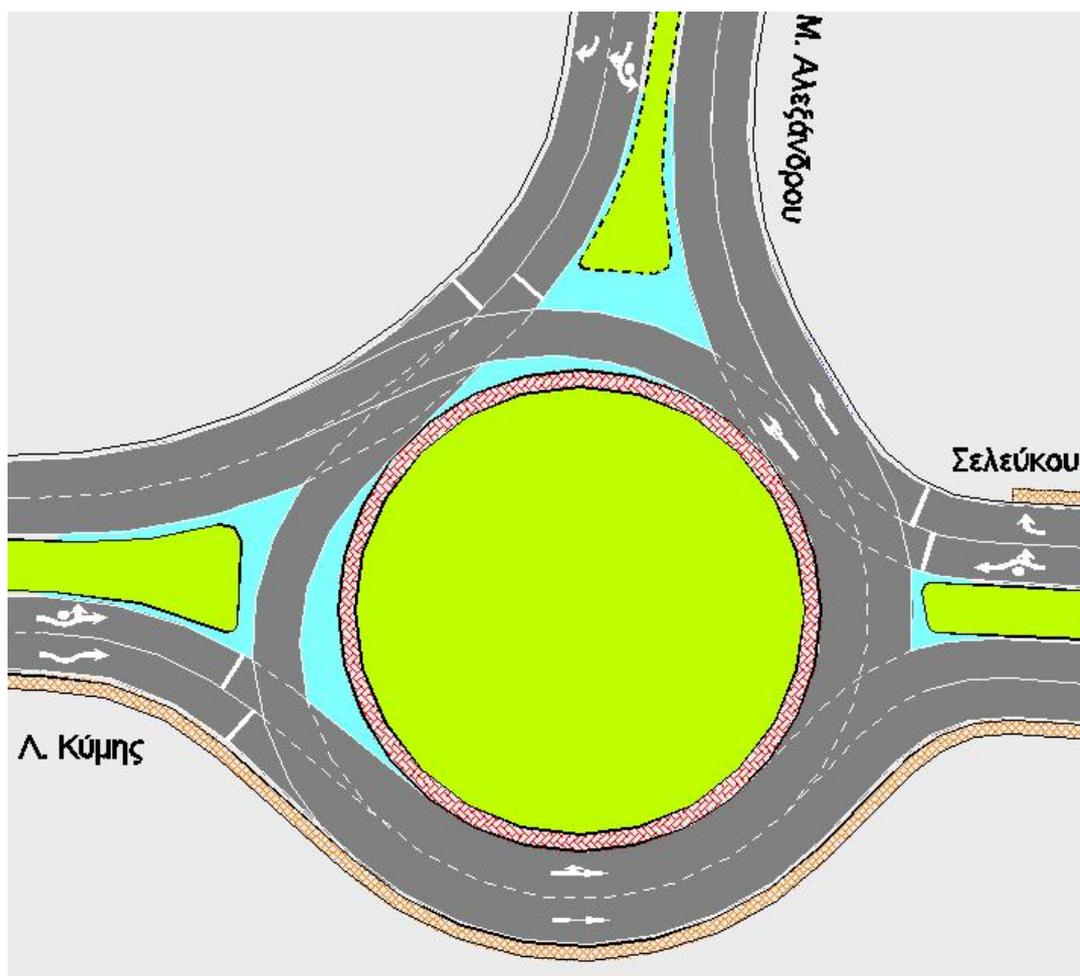
Volume Characteristics								
ΣΕΛΕΥΚΟΥ			ΚΥΜΗΣ			ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ		
PHF	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
E _t	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
% Trucks	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
F _{HV}	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909

Entry/Conflicting Flows								
ΣΕΛΕΥΚΟΥ			ΚΥΜΗΣ			ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ		
Flow to	N (1), pcu/h	0	0	0	0	81	0	28
Leg #	NE (2), pcu/h	0	0	0	0	0	0	0
	E (3), pcu/h	0	0	0	0	0	0	0
	SE (4), pcu/h	0	0	0	0	0	0	0
	S (5), pcu/h	246	0	0	0	0	0	802
	SW (6), pcu/h	0	0	0	0	0	0	0
	W (7), pcu/h	17	0	0	0	470	0	0
	NW (8), pcu/h	0	0	0	0	0	0	0
	Conflicting flow, pcu/h	470	578	578	578	28	1076	246

Results								
ΣΕΛΕΥΚΟΥ			ΚΥΜΗΣ			ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ		
Crit. Entry Capacity	pcu/h	813	NA	NA	NA	1108	NA	951
Crit. Lane Entry Flow	pcu/h	246	0	0	0	470	0	429
Leg v/c ratio		0,30				0,42		0,45
Control Delay	s/pcu	6,3				5,6		6,9
LOS		A				A		A
95th Percentile Queue	ft	286	0	0	0	545	0	497
95th Percentile Queue (m)		87		0		166		152
95th Percentile Queue (pcu)		15		0		28		25

Στον προηγούμενο πίνακα, για το συγκεκριμένο παράδειγμα, προκύπτουν τα αποτελέσματα για κάθε σκέλος του κόμβου (βλ. κελιά με μπλε υπόβαθρο), ως εξής:

Ελεγχόμενα στοιχεία	Οδοί (Σκέλη κόμβων)		
	Σελεύκου	Κύμης	Αλεξάνδρου
Αναλογία v/c	0,30	0,42	0,45
Έλεγχοι καθυστερήσεων [s/ΜΕΑ]	6,3	5,6	6,9
Στάθμη Εξυπηρέτησης	A	A	A
95% Μήκος ουράς [m]	87	166	152
95% μήκος ουράς σε ΜΕΑ	15	28	25



Σχήμα Α1-2: Οριζοντιογραφία κόμβου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
Παραδείγματα κατασκευασμένων Κ³

ΚΕΝΗ ΣΕΛΙΔΑ



Εικόνα Β-1: Κόμβος με 2 λωρίδες σε 3 εισόδους και σε 1 έξοδο



Εικόνα Β-2: Κόμβος με 1 λωρίδα σε όλες τις εισόδους και 1 παρακαμπτήριο κλάδο



Εικόνα Β-3: Διαχωρισμός αντιθέτων κατευθύνσεων με κατακόρυφα στοιχεία



Εικόνα Β-4: Διαχωριστική νησίδα με διακοπή για πεζοδιάβαση



Εικόνα Β-5: Κόμβος κυκλικής κίνησης σε διασταύρωση με σιδ. Γραμμή (Hamburger intersection)



Εικόνα Β-6: Κόμβος κυκλικής κίνησης με διερχόμενες τις ευθείες κατευθύνσεις της κύριας οδού (Hamburger intersection)



Εικόνα Β-7: Εφαρμογή Κ³ σε ανισόπεδο κόμβο



Εικόνα Β-8: Εφαρμογή Κ³ σε ανισόπεδο κόμβο



Εικόνα Β-9: Είσοδος με 2 λωρίδες διαχωρισμένες με οριζόντια σήμανση



Εικόνα Β-10: Είσοδος με 2 λωρίδες διαχωρισμένες με οριζόντια σήμανση



Εικόνα Β-11: Εφαρμογή Κ³ σε ανισόπεδους κόμβους

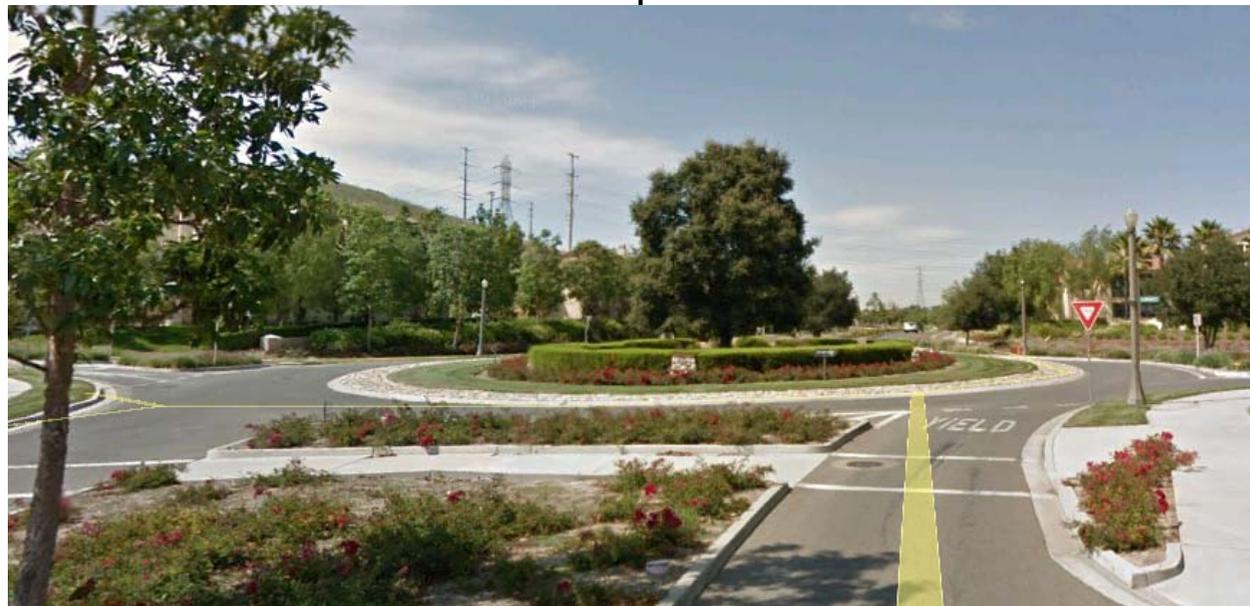


Εικόνα Β-12: Εφαρμογή τοπιοτεχνίας σε Κ³

Δορυφορική εικόνα



Επίγεια εικόνα



Εικόνα Β-13: Εφαρμογή τοπιοτεχνίας σε Κ³ επί συλλεκτήριας οδού

Δορυφορική εικόνα



Επίγεια εικόνα

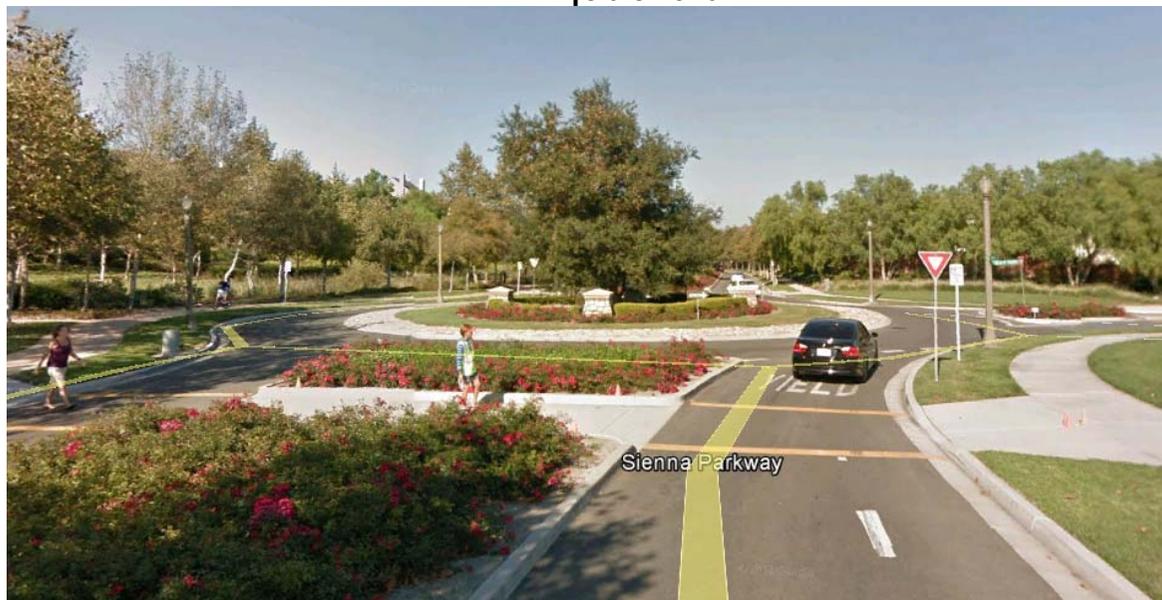


Εικόνα Β-14: Εφαρμογή τοπιοτεχνίας σε Κ³ επί συλλεκτήριας οδού

Δορυφορική εικόνα



Επίγεια εικόνα



Εικόνα Β-15: Εφαρμογή τοπιοτεχνίας σε Κ³ επί συλλεκτήριας οδού

Δορυφορική εικόνα



Επίγεια εικόνα



Εικόνα Β-16: Εφαρμογή τοπιοτεχνίας σε Κ³ επί συλλεκτήριας οδού

**Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ)
Τεύχος 10
Μέρος 2: Κόμβοι Κυκλικής Κίνησης
(ΟΜΟΕ-Κ³)**

**Σεπτέμβριος 2012 - Έκδοση 2
Σύμβουλος: NAMA ΑΕ**