ΥΠΥΜΕΔΙ
Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων
Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας

Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ)

Τεύχος 11:
Ανισόπεδοι Κόμβοι (ΟΜΟΕ – ΑΚ)

ΣΧΕΔΙΟ

Ιούλιος 2013 - Έκδοση 3

ΝΑΜΑ Σύμβουλοι Μηχανικοί & Μελετητές ΑΕ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

0. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ iv

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

2. ΑΝΙΣΟΠΕΔΟΙ ΚΟΜΒΟΙ ΚΑΙ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ 1

3. ΜΟΡΦΕΣ - ΤΥΠΟΙ ΚΟΜΒΩΝ 5

3.1 Κόμβοι 3-σκελείς 5
3.1.1 Τρομπέτα αριστερής διάταξης - Τύπος ΤΑΔ.1 5
3.1.2 Τρομπέτα αριστερής διάταξης - Τύπος ΤΑΔ.2 6
3.1.3 Τρομπέτα δεξιάς διάταξης – Τύπος ΤΔΔ.1 6
3.1.4 Τρομπέτα δεξιάς διάταξης - Τύπος ΤΔΔ.2 7
3.1.5 Μισό τετράφυλλο 7
3.1.6 Άστρο 8
3.1.7 Τρίγωνο 9
3.1.8 Αχλάδι 11
3.2 Κόμβοι 4-σκελείς 12
3.2.1 Μορφές ρόμβου 12
3.2.2 Μορφές πλήρους τετράφυλλου τριφυλλιού 16
3.2.3 Μορφές Μερικού Τετράφυλλου Τριφυλλιού 18
3.3 Κόμβοι Πλήρως και Μερικώς Κατευθυντήριων Κλάδων 22
3.3.1 Πλήρως κατευθυντήριων κλάδων – Τύπος Σταυρός Μάλτας 22
3.3.2 Μερικώς κατευθυντήριων κλάδων 23
3.3.3 Άλλες μορφές 25
3.4 Σύγκριση Μορφών 25
3.5 Γενικές Συστάσεις Επιλογής Μορφής Τύπου ΑΚ 30

4. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΞΟΔΩΝ - ΕΙΣΟΔΩΝ 35

4.1 Αποστάσεις Μεταξύ Κόμβων 35
4.3 Καθορισμός Αριθμού Λωρίδων 36
4.4 Εμπλοκή Κλάδου Κόμβου με Βοηθητική Οδό 38
4.5 Τυπικές Διατομές Κλάδων και Επιλογή Τύπου Εξόδου και Εισόδου 42
4.5.1 Έξοδοι και είσοδοι σε πρωτεύοντα οδοστρώματα 46
4.5.2 Έξοδοι και είσοδοι σε δευτερεύοντα οδοστρώματα 48

4.6 Στοιχεία Μελέτης Κλάδων Κόμβων 50
4.6.1 Απόσταση ορατότητας στάσης σε κλάδους ΑΚ 51
4.6.2 Ελάχιστες ακτίνες μηκοτομής σε κλάδους ΑΚ 51
4.6.3 Επικλίσεις σε κλάδους ΑΚ 52
4.6.4 Οριακές τιμές στοιχείων κλάδων κόμβων 53
4.7 Λωρίδες Επιβράδυνσης και Επιτάχυνσης 54
4.8 Λεπτομέρειες Σχεδιασμού Εξόδων 57
4.9 Λεπτομέρειες Σχεδιασμού Εισόδων 68
4.10 Περιοχές πλέξης 78
4.11 Επιφάνεια Αποκλεισμού Τριγωνικής Μορφής 83
4.12 Ρυθμιζόμενη Κυκλοφορία Κλάδων ΑΚ (Ramp Motoring) 86
4.12.1 Γενικά 86
4.12.2 Σύστημα μέτρησης κυκλοφορίας εισόδων/εξόδων ΑΚ 87
4.12.3 Σήμανση 87
4.12.4 Διακοπή λειτουργίας κλάδου 88

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΑΚ μορφής Ρόμβου Αντιμετάθεσης Κατευθύνσεων (ΡΑΚ)

Ομάδα Συμβούλου

Ελένη Χατζηδάμου, Τοπ. Μηχανικός

Κώστας Κουρέτας, Πολ. Μηχανικός, MSc - Συγκοινωνιολόγος

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.

Εκτύπωση παρόντος τεύχους

Με σκοπό την εξοικονόμηση χαρτιού, το κείμενο έχει διαταχθεί για εκτύπωση σε διπλής όψης φύλλα χαρτιού (από μια σελίδα μπροστά και πίσω). Γι' αυτό το λόγο, προβλέπονται λευκές σελίδες όπου χρειάζεται, ώστε να διατηρείται η κατάλληλη διάταξη των κεφαλαίων και των παραρτημάτων.

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 Ανισόπεδων Κόμβων.

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

<u>Προϊόντα παραγόμενα σε άλλες χώρες</u>
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

Σκοπός των ΟΜΟΕ - ΑΚ είναι να υποστηριχθεί η ομοιογένεια και τυποποίηση του σχεδιασμού των ανισόπεδων κόμβων σε όλη τη χώρα. Αυτό μπορεί να επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ενιαίων κανόνων και πρακτικών, ώστε να περιορισθεί, τόσο ο υποσχεδιασμός, όσο και ο υπερσχεδιασμός των σχετικών έργων, ενώ ταυτόχρονα να παραμένει ως πρώτη προτεραιότητα η οδική ασφάλεια.

Το παρόν τεύχος αντιπροσωπεύει τη σύνθεση της τρέχουσας διεθνούς εμπειρίας και των δεδομένων λειτουργίας, που έχουν προκύψει από την πρακτική εφαρμογή και έχουν σχέση με τη γεωμετρική μελέτη των οδικών έργων.

Οι οδηγίες για τα βασικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού κλάδων ανισόπεδων κόμβων έχουν αναπτυχθεί στο παρόν τεύχος με βάση τις οδηγίες της έκδοσης των γερμανικών οδηγιών RAA 2008), λαμβάνοντας υπόψη και άλλους κανονισμούς (κυρίως DOT), παράλληλα με την πραγματικότητα των συνθηκών που επικρατούν στην Ελλάδα.

Ο κατάλογος με τα κριτήρια ελέγχου του σχεδιασμού ανισόπεδων κόμβων περιλαμβάνεται στο Παράρτημα Α. Αυτά τα κριτήρια είναι διατυπωμένα έτσι ώστε εμμέσως να υποβοηθούν το μελετητή να αντιμετωπίσει και άλλα θέματα που επηρεάζουν το σχεδιασμό των κόμβων, πέραν από αυτά που περιλαμβάνονται στα υποκεφάλαια του παρόντος τεύχους.

Τα οδικά έργα από τη φύση τους είναι μεγάλης χρονικής διάρκειας, ενώ οι μεθοδολογίες σχεδιασμού των οδικών έργων σταθερά βελτιώνονται συνεχώς. Η υλοποίηση των βελτιώσεων, που αντιστοίχως θα προκύπτουν για τα έργα, τυπικά θα συμβαίνει καθώς κατασκευάζονται νέα έργα, ή ανακατασκευάζονται υφιστάμενα. Η διαρκής συγκέντρωση γνώσεων, που προέρχονται από την εμπειρία και τα αποτελέσματα επιστημονικών ερευνών, σε σχέση και με την εξέλιξη της τεχνολογίας των οχημάτων, επιβάλλει τη διαρκή συμπλήρωση, ή/και την αναθεώρηση σε τακτά χρονικά διαστήματα των οδηγιών και άλλων κανονισμών, καθώς και την έκδοση ενδιάμεσων πρόσθετων ή και διευκρινιστικών οδηγιών. Η ανάγκη των συμπληρώσεων θα προκύπτει από τη συστηματική παρακολούθηση των εκπονούμενων μελετών, των κατασκευαζόμενων έργων και κυρίως από την αξιολόγηση της λειτουργίας, τόσο των παλαιών, όσο και των νέων έργων.

Ως εκ τούτου, όλοι οι εμπλεκόμενοι στην παραγωγή των οδικών έργων προτρέπονται αλλά και οφείλουν να κοινοποιούν, τα ζητήματα που αντιλαμβάνονται ότι δημιουργούνται κατά την εφαρμογή των ΟΜΟΕ - ΑΚ στην αρμόδια Υπηρεσία, η οποία έχει την ευθύνη της διαχείρισης και συντήρησης των Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ).

2. ΑΝΙΣΟΠΕΔΟΙ ΚΟΜΒΟΙ ΚΑΙ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Βασική παράμετρος που λαμβάνεται υπόψη στις παρούσες οδηγίες σχεδιασμού ανισόπεδων κόμβων είναι η οδική ασφάλεια. Επειδή κανένα τεύχος οδηγιών δεν αναμένεται ότι μπορεί να καλύπτει όλες τις συνθήκες των οδικών έργων, αλλά ούτε να προβλέπει ενίοτε ανυπέρβλητα εμπόδια και περιορισμούς ανά περίπτωση, μπορεί να απαιτείται αναπροσαρμογή μερικών υποδείξεων των οδηγιών, ανάλογα με τις εκάστοτε τοπικές συνθήκες. Όμως, η απόκλιση από τους κανόνες και τις οριακές τιμές των παραμέτρων, που αναφέρονται στις παρούσες οδηγίες επιτρέπεται μόνον σε εξαιρετικές περιπτώσεις, και εφόσον μία τέτοια ανάγκη αποδεικνύεται με πλήρη και ουσιαστική τεκμηρίωση. Σε αυτήν την πε-

ρίπτωση απαιτείται οπωσδήποτε η σύμφωνη γνώμη της αρμόδιας Υπηρεσίας, η οποία θα επιβεβαιώνεται με τη σχετική έκδοση έγγραφης απόφασης για τη συγκεκριμένη απόκλιση. Η απόφαση για κάθε αναπροσαρμογή, σε σχέση με τυχόν ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες, πρέπει να είναι πλήρως τεκμηριωμένη και να στηρίζεται, στη μελέτη των συνθηκών της περιοχής του έργου, στην εμπειρία λειτουργίας οδικών έργων και σε αντικειμενική ανάλυση.

Οι οδηγίες συντάσσονται ώστε να προσφέρουν τα ελάχιστα αποδεκτά επίπεδα οδικής ασφαλείας σε κάθε περιοχή εντός ή πλησίον του κόμβου, ανάλογα με τις αναμενόμενες κινήσεις, τους ελιγμούς και τα συχνότερα σφάλματα οδήγησης. Επομένως, οι παράμετροι που αναφέρονται στις οδηγίες πρέπει, να εκλαμβάνονται ως κατώτερη αποδεκτή κατάσταση σχεδιασμού και όχι ως πάγια και καθολικώς επιβαλλόμενα αριθμητικά πρότυπα. Ο μελετητής ενθαρρύνεται, όπου αυτό είναι δυνατό με βάση τα χωρικά και οικονομικά δεδομένα ή άλλους περιορισμούς, να προτείνει σχεδιασμό με ακόμα καλύτερα χαρακτηριστικά υπέρ της οδικής ασφάλειας.

Στο σχεδιασμό των κόμβων θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική πρόνοια, όσον αφορά στην αναμενόμενη συμπεριφορά των χρηστών κατά την οδήγηση. Η περιοχή των κόμβων αποτελεί το τμήμα ενός οδικού συστήματος στο οποίο ο οδηγός είναι πιθανότερο να υποστεί σύγχυση και να κάνει λάθος, λόγω της αλλαγής των χαρακτηριστικών του οδικού χώρου κατά τη μετάβαση από τη μια οδό σε άλλη μέσω των κλάδων του κόμβου.

Ο οδηγός θα πρέπει να λαμβάνει αρκετές πληροφορίες για το τί πρόκειται να αντιμετωπίσει μπροστά του, όχι όμως με τόσες πολλές επαναλήψεις, ώστε να μην έχει την ικανότητα και για την επεξεργασία τους αντίστοιχα να αντιδράσει σωστά και έγκαιρα. Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να λαμβάνονται από ειδική σήμανση, ή από την ίδια τη διαμόρφωση των οδικών έργων του κόμβου, τα οποία διακρίνονται σε τρία τμήματα κατά μήκος των οδικών αξόνων που συμβάλλουν στον κόμβο, δηλαδή το τμήμα πριν από τον κόμβο, το τμήμα εντός του κόμβου και το τμήμα αμέσως μετά τον κόμβο. Ταυτόχρονα, από άποψη φυσικής αλληλεπίδρασης μεταξύ οχήματος και οδού, ο σχεδιασμός θα πρέπει να βοηθά στην ομαλή μετάβαση από το ένα τμήμα στο επόμενο, ώστε ο οδηγός να μην καλείται να καταβάλει υπέρμετρη προσπάθεια στην οδήγηση, ούτε να χρειαστεί να αντιδράσει σε απότομες αλλαγές συμπεριφοράς του οχήματος.

Τα ανθρώπινα λάθη που αναμένονται σε περιοχές κόμβων (με εξαίρεση καταστάσεις οι οποίες σχετίζονται με φυσική αδυναμία, ασθένεια, άγνοια, λήψη ουσιών κτλ.), έχουν γενικώς αίτια τα οποία μπορεί να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Υπερβολικές απαιτήσεις για τον οδηγό, π.χ. πολλοί αλλεπάλληλοι ελιγμοί, που απαιτούν υπερβολική προσοχή ή επιβαρύνουν τη φυσική αντοχή του οδηγού
- Ασυνήθιστοι ελιγμοί
- Ανεπαρκής ορατότητα
- Παραβίαση προσδοκιών οδηγού
- Ανεπαρκής, διφορούμενη ή απούσα σήμανση
- Λάθος τοποθετημένη ή μη ορατή λόγω εμποδίων σήμανση
- Μικρές, μη αναγνώσιμες ή μη περίβλεπτες ενδείξεις σήμανσης

Γενικά, ο οδηγός επεξεργάζεται τις πληροφορίες που λαμβάνει κατά σειρά, δηλαδή μία πληροφορία κάθε φορά. Επίσης, λόγω του φόρτου από την ιδιαίτερη προσοχή που απαιτεί η οδήγηση, οι οδηγοί τείνουν να έχουν βραχεία μνήμη, συνεπώς η επανάληψη της πληροφορίας είναι χρήσιμη, στο βαθμό που αυτή δεν επιφέρει υπερπληροφόρηση. Γενικά οι συνθήκες που οι οδηγοί προσδοκούν να αντιμετωπίσουν, περιγράφονται ως εξής:

- Ο οδηγός προκειμένου να συνεχίσει σταθερά σε μια πορεία προσδοκά ότι η σήμανση θα του υποδεικνύει να παραμένει στις αριστερές διήκουσες λωρίδες
- Ο οδηγός προσδοκά ότι μία βασική λωρίδα σε αυτοκινητόδρομο που είναι συνεχής σε μεγάλο μήκος δεν πρόκειται να καταργηθεί μετά από ένα σημείο εξόδου
- Ο οδηγός προκειμένου να αλλάξει πορεία (εξερχόμενος από τον αυτοκινητόδρομο που πορεύεται), με βάση την πληροφορία της σήμανσης, προσδοκά ότι αυτό θα γίνει μετακινούμενος προς τα δεξιά, και ότι θα εξέλθει από τη δεξιά πλευρά του αυτοκινητόδρομου
- Ο οδηγός προσδοκά ότι, για να αλλάξει πορεία προκειμένου να μετακινηθεί σε άλλη οδό μέσω ενός κλάδου κόμβου, θα υποχρεωθεί σε μείωση της ταχύτητας του
- Ο οδηγός προσδοκά ότι, οι έξοδοι και είσοδοι στον αυτοκινητόδρομο είναι κατά κανόνα στη δεξιά πλευρά αυτού
- Ο οδηγός προσδοκά ότι υπάρχει κατά κανόνα μία έξοδος ανά κόμβο σε κάθε κατεύθυνση του αυτοκινητόδρομου

Τα συνήθη προβλήματα σχεδίασης και οι επιπτώσεις τους στη λειτουργία της κυκλοφορίας και στην οδική ασφάλεια περιγράφονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 2-1: Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά ΑΚ-επιπτώσεις σε λειτουργία και οδική ασφάλεια

Γεωμετρικό Χαρακτηριστικό	Επίπτωση στη Λειτουργία	Δυσμενής Επίπτωση στην Ασφάλεια
Έλλειψη συνέχειας διαδρομής	Υπερβολικά συχνή αλλαγή λωρίδων	Μέση
	Παραβίαση προσδοκιών οδηγού	
	Αυξημένες απαιτήσεις σε σήμανση	
Έλλειψη συνέχειας λωρίδων (βασικών)	Υπερβολικά συχνή αλλαγή λωρίδων	Μέση
Ανισορροπία Λωρίδων	Αυξημένος αριθμός αλλαγών λωρίδων	Μέση
Ανεπαρκής εφαρμογή βοηθητικών λωρίδων	Μείωση χωρητικότητας	Μέση
	Αυξημένος αριθμός αλλαγών λωρίδων	
Αριστερές έξοδοι/ είσοδοι	Αυξημένος αριθμός αλλαγών λωρίδων	Υψηλή
	Αμφίπλευρη πλέξη (διαμέσου όλων των λωρίδων)	
	Αυξημένες απαιτήσεις σε σήμανση	
Δύο έξοδοι	Αυξημένες απαιτήσεις σε σήμανση	Μέση
	Πιθανή σύγχυση οδηγού	
Έξοδος μετά από ανισόπεδη διασταύρωση	Μείωση ορατότητας εξόδου	Μέση
	Μειωμένη άνεση οδήγησης	
Ανεπαρκής σχεδίαση εξόδου/εισόδου	Ανεπαρκείς δυνατότητες συμβολής/ μερισμού	Μέση
Τμήματα συναρμογής μεταβλητού πλάτους (tapers) μικρού μήκους	Ανεπαρκής ταχύτητα για τα εισερχόμενα οχήματα	
Μικρή ακτίνα στην αρχή του κλάδου εξόδου	Τα εξερχόμενα οχήματα πρέπει να επιβραδύνουν επί της κύριας οδού, δηλαδή συμβαίνουν διαφορικές ταχύτητες	
Ανεπαρκές μήκος κλάδου εξόδου	Σχηματισμός ουρών επί της ακραίας λωρίδας της κύριας οδού	Υψηλή
Ανεπαρκές μήκος πλέξης	Μείωση χωρητικότητας	Υψηλή
Συχνά τμήματα πλέξης	Υπερβολικά συχνή αλλαγή λωρίδων	
Τμήματα αμφίπλευρης πλέξης	Αλλαγή λωρίδων διαμέσου όλων των λωρίδων	
	Διαφορικές ταχύτητες μεταξύ των οχημάτων σε όλες τις λωρίδες	
Ανεπαρκής απόσταση ορατότητας για απόφαση	Σύγχυση οδηγού	Μέση
	Μειωμένη άνεση οδηγού	

Πηγή: [AASHTO 2004]

Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά των ανθρώπινων παραγόντων που διαμορφώνουν τη συμπεριφορά του οδηγού, οι ΟΜΟΕ - ΑΚ φιλοδοξούν να προσφέρουν τα εργαλεία για την απαιτούμενη ομοιογένεια και τυποποίηση στο σχεδιασμό των κόμβων, ώστε να υποβοηθείται ο μελετητής και επομένως και ο οδηγός.

3. ΜΟΡΦΕΣ - ΤΥΠΟΙ ΚΟΜΒΩΝ

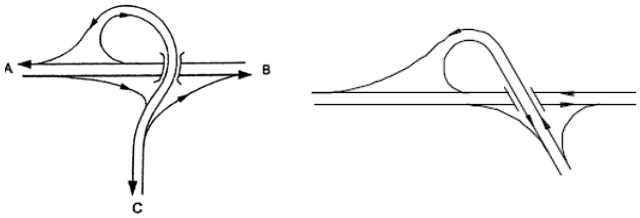
Κατά την επιλογή της μορφής και του τύπου του κόμβου λαμβάνονται υπόψη διάφορες παράμετροι, που μπορεί να είναι, χωρίς να αποκλείονται άλλες, οι εξής:

- Η λειτουργική κατηγορία των οδών που συμβάλλουν σον κόμβο
- Οι εξυπηρετούμενοι φόρτοι και η σύνθεση της κυκλοφορίας κατά την έναρξη λειτουργίας του έργου, αλλά και στο έτος σχεδιασμού (20 έτη μετά)
- Φυσικοί περιορισμοί και ζητήματα απαλλοτριώσεων
- Περιβαλλοντικές απαιτήσεις
- Ζητήματα τοπικής προσβασιμότητας και συνδεσιμότητας
- Δαπάνες κατασκευής και συντήρησης
- Κόστος χρήσης από τους οδηγούς

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται οι βασικές μορφές κόμβων και τα χαρακτηριστικά τους. Είναι δυνατόν να σχεδιαστούν κι άλλες παραλλαγές των βασικών μορφών, σε κάθε περίπτωση, όμως, αυτές θα πρέπει να τηρούν τις προδιαγραφές σχεδιασμού που ισχύουν για κάθε τμήμα του κόμβου, όπως αυτές περιγράφονται στα επόμενα.

3.1 Κόμβοι 3-σκελείς

3.1.1 Τρομπέτα αριστερής διάταξης - Τύπος ΤΑΔ.1



Σχήμα 3.1.1-1: Τρομπέτα Αριστερής Διάταξης – Τύπος ΤΑΔ.1

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομος
- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο

Συνιστάται: Όταν επικρατούν ισχυρότερες ροές στη σύνδεση A-C, και ασθενέστερες στη σύνδεση B-C. Ενώ όταν δεν είναι δυνατή η κατασκευή του ανακάμπτοντος κλάδου στον μικρού πλάτους διαθέσιμο χώρο μεταξύ του αυτοκινητόδρομου και του κλάδου A-C, τότε

μπορεί να κατασκευάζεται η διάταξη του επόμενου Σχήματος 3.1.2-1, λαμβάνοντας υπόψη το υψηλότερο κόστος, που μπορεί να προκύψει από την ανάγκη κατασκευής και δεύτερου τεχνικού.

Πλεονεκτήματα:

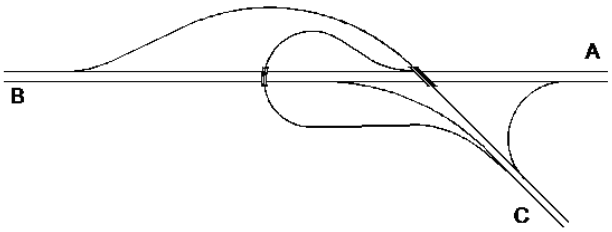
- Μία μόνο κατασκευή τεχνικού για διαχωρισμό επιπέδων
- Μικρές απαιτήσεις σε χώρο

Μειονεκτήματα:

- Τα οχήματα που βγαίνουν από τον αυτοκινητόδρομο (με μεγάλη ταχύτητα) οδηγούνται σε κλάδο με πολύ μειωμένη ακτίνα στροφής (λόγω διέλευσης από το βρόχο).

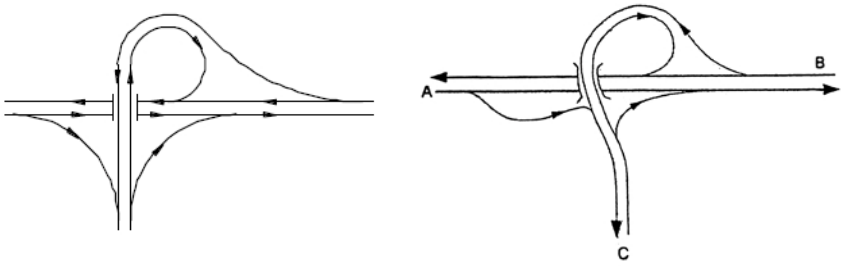
3.1.2 Τρομπέτα αριστερής διάταξης - Τύπος ΤΑΔ.2

Η ακτίνα του ανακάμπτοντος κλάδου συνιστάται να είναι R≥75 m.



Σχήμα 3.1.2-1: Τρομπέτα Αριστερής Διάταξης – Τύπος ΤΑΔ.2

3.1.3 Τρομπέτα δεξιάς διάταξης – Τύπος ΤΔΔ.1



(α) (β)

Σχήμα 3.1.3-1: Τρομπέτα Δεξιάς Διάταξης – Τύπος ΤΔΔ.1

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας (οριακά)
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο (οριακά)

Συνιστάται: Γενικά πρέπει να αποφεύγεται, ενώ δικαιολογείται η εφαρμογή αυτής της μορφής, όταν επικρατούν ισχυρότερες ροές στη σύνδεση Β-C και ασθενέστερες στη σύνδεση C-A, ή όταν οι τοπικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την εφαρμογή της Τρομπέτας Αριστερής Διάταξης. Ενώ όταν, δεν είναι δυνατή η κατασκευή του ανακάμπτοντος κλάδου στον μικρού πλάτους διαθέσιμο χώρο, μεταξύ του αυτοκινητόδρομου και του κλάδου Β-C, τότε μπορεί να κατασκευάζεται η διάταξη του επόμενου Σχήματος 3.1.4-1, λαμβάνοντας υπό-

ψη το υψηλότερο κόστος, που μπορεί να προκύψει από την ανάγκη κατασκευής και δεύτερου τεχνικού.

Πλεονεκτήματα:

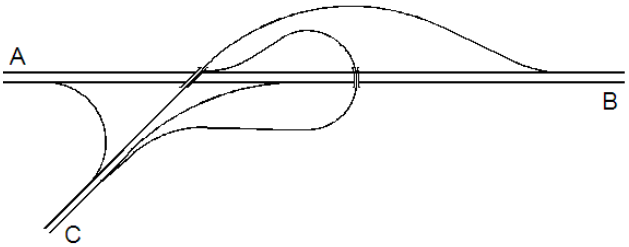
- Μια μόνο κατασκευή τεχνικού για διαχωρισμό επιπέδων.
- Μικρές απαιτήσεις σε χώρο.

Μειονεκτήματα:

Εξαναγκασμό σε σημαντική μείωση της ταχύτητας στην κατεύθυνση C-A (λόγω διέλευσης από το βρόχο). Αυτό το μειονέκτημα πρέπει να αμβλύνεται με εφαρμογή καμπυλοειδούς χάραξης, βλ. σκαρίφημα (β). Δηλαδή, η διαμόρφωση του σκαριφήματος (α) πρέπει να αποφεύγεται.

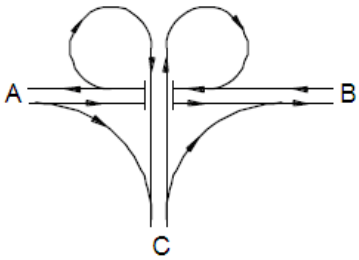
3.1.4 Τρομπέτα δεξιάς διάταξης - Τύπος ΤΔΔ.2

Η ακτίνα του ανακάμπτοντος κλάδου συνιστάται να είναι R≥50 m.



Σχήμα 3.1.4-1: Τρομπέτα Δεξιάς Διάταξης – Τύπος ΤΔΔ.2

3.1.5 Μισό τετράφυλλο



Σχήμα 3.1.5-1: Μισό Τετράφυλλο

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομο
- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.

Συνιστάται: Όταν οι φόρτοι στρεφουσών κινήσεων είναι γενικά χαμηλοί και όταν τοπικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την εφαρμογή των προηγούμενων τύπων.

Πλεονεκτήματα:

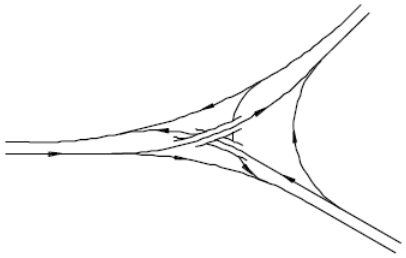
- Μία κατασκευή τεχνικού για διαχωρισμό επιπέδων.
- Συμμετρία και απλή σχεδίαση, που βοηθούν στην αντίληψη της διάταξης από τους οδηγούς.

Μειονεκτήματα:

- Οι θέσεις της εισόδου και της εξόδου δημιουργούν περιοχή πλέξης.
- Μεγαλύτερες απαιτήσεις σε χώρο από τους άλλους τύπους 3-σκελών κόμβων.
- Εξαναγκασμός σε σημαντική μείωση ταχύτητας στην κατεύθυνση της οδού που συμβάλλει στη διερχόμενη οδό. Αυτό το μειονέκτημα πρέπει να αμβλύνεται με εφαρμογή καμπυλοειδούς χάραξης τουλάχιστον στον κλάδο που εξυπηρετεί την κατεύθυνση C-A.

3.1.6 Άστρο

Μορφή Άστρου – Τύπος Α



Σχήμα 3.1.6-1: Μορφή Άστρου – Τύπος Α

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομο.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.

Συνιστάται: Όταν οι φόρτοι είναι υψηλοί για όλες τις στρέφουσες κινήσεις.

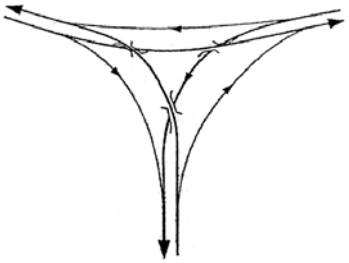
Πλεονεκτήματα:

- Μία κατασκευή τεχνικού για διαχωρισμό των επιπέδων.
- Πλήρης κατευθυντικότητα για όλες τις κινήσεις.
- Μικρές μεταβολές στην ταχύτητα των οχημάτων κατά τη μετάβαση σε άλλο σκέλος.
- Μέτριες προς μικρές απαιτήσεις σε χώρο.

Μειονεκτήματα:

- Υψηλό κόστος λόγω κατασκευής τεχνικών διαχωρισμού 3 επιπέδων.
- Η πολυεπίπεδη κατασκευή τεχνικών προκαλεί οπτική όχληση.

Μορφή Άστρου – Τύπος Β



Σχήμα 3.1.6-2: Μορφή Άστρου – Τύπος Β

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομο.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.

Συνιστάται: Όταν οι φόρτοι είναι υψηλοί για όλες τις στρέφουσες κινήσεις.

Πλεονεκτήματα:

- Πλήρως κατευθυντήριες όλες οι κινήσεις.
- Μικρές μεταβολές στην ταχύτητα των οχημάτων κατά τη μετάβαση σε άλλο σκέλος.
- Μέτριες έως μικρές απαιτήσεις σε χώρο.

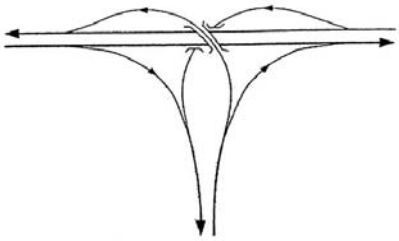
Μειονεκτήματα:

- Υψηλότερο κόστος από το Άστρο Τύπου Α, λόγω περισσότερων ξεχωριστών κατασκευών διαχωρισμού επιπέδων.
- Η πολυεπίπεδη κατασκευή τεχνικού προκαλεί ενδεχομένως οπτική όχληση.

3.1.7 Τρίγωνο

Μορφή Τριγώνου – Τύπος Α

(διώροφη κατασκευή τεχνικού για διαχωρισμό 3 επιπέδων)



Σχήμα 3.1.7-1: Μορφή Τριγώνου – Τύπος Α

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομο.
- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.

Συνιστάται: Όταν οι φόρτοι των στρεφουσών κινήσεων είναι υψηλοί και μεταξύ τους σχεδόν ισοδύναμοι.

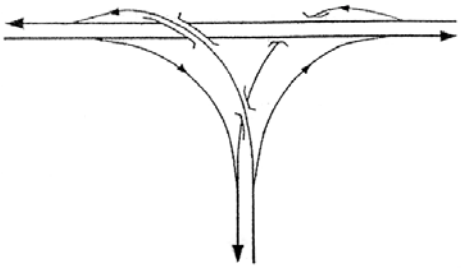
Πλεονεκτήματα:

- Πλήρως κατευθυνόμενη ροή.
- Μεγάλη χωρητικότητα.
- Μία κατασκευή τεχνικού για το διαχωρισμό των επιπέδων.

Μειονεκτήματα:

- Υψηλό κόστος λόγω κατασκευής τεχνικών διαχωρισμού 3 επιπέδων.
- Η πολυεπίπεδη κατασκευή τεχνικών προκαλεί οπτική όχληση.
- Απαιτήσεις σε χώρο.
- Κύριες κατευθύνσεις από τη συμβάλλουσα οδό καταλήγουν σε Είσοδο.

Μορφή Τριγώνου – Τύπος Β (3 τεχνικά για διαχωρισμό 3 επιπέδων)



Σχήμα 3.1.7-2: Μορφή Τριγώνου – Τύπος Β

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομο.
- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.

Συνιστάται: Όταν οι φόρτοι των στρεφουσών κινήσεων είναι υψηλοί και μεταξύ τους σχεδόν ισοδύναμοι.

Πλεονεκτήματα:

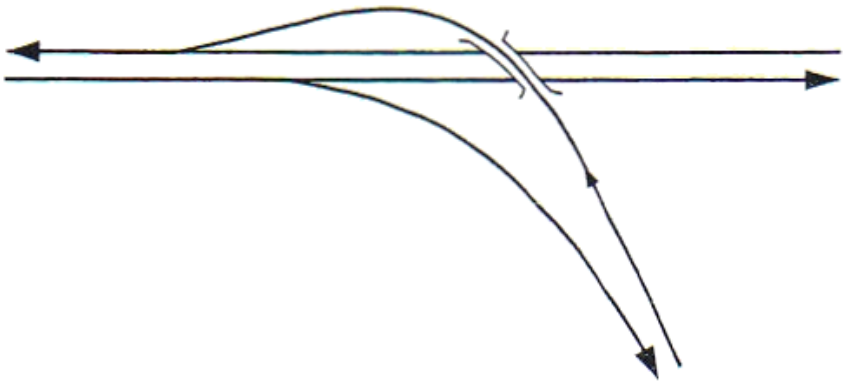
- Πλήρως κατευθυνόμενη ροή.

- Μεγάλη χωρητικότητα.

Μειονεκτήματα:

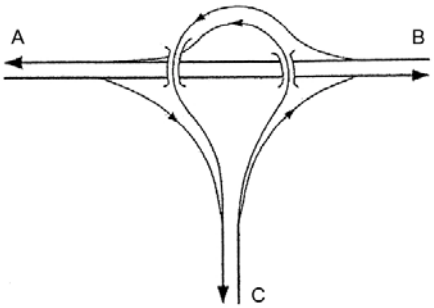
- Υψηλότερο κόστος από το Τρίγωνο Τύπου Α, λόγω των 3 ξεχωριστών κατασκευών τεχνικού για το διαχωρισμό επιπέδων.
- Υψηλές απαιτήσεις σε χώρο.
- Κύριες κατευθύνσεις από τη συμβάλλουσα οδό καταλήγουν σε Είσοδο.

Με την κατάργηση του ενός ζεύγους των κλάδων, όταν δεν υπάρχει αντίστοιχη ανάγκη εξυπηρέτησης, στις μορφές άστρο και τρίγωνο προκύπτει η μορφή «Υ».



Σχήμα 3.1.7-3: Μορφή «Υ» (διακλάδωση)

3.1.8 Αχλάδι



Σχήμα 3.1.8-1: Μορφή Αχλαδιού

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Δευτερεύουσα Οδός Ταχείας Κυκλοφορίας με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.

- Οριακά για διασταύρωση Αυτοκινητόδρομου με Αυτοκινητόδρομο.

Συνιστάται: Όταν είναι ισχυρότερη η ροή μεταξύ κλάδων Β – C και ασθενέστερη μεταξύ κλάδων Α – C.

Πλεονεκτήματα:

- Μέτριες προς μικρές απαιτήσεις σε χώρο.
- Αντιμετώπιση των μειονεκτημάτων της μορφής τρομπέτας.

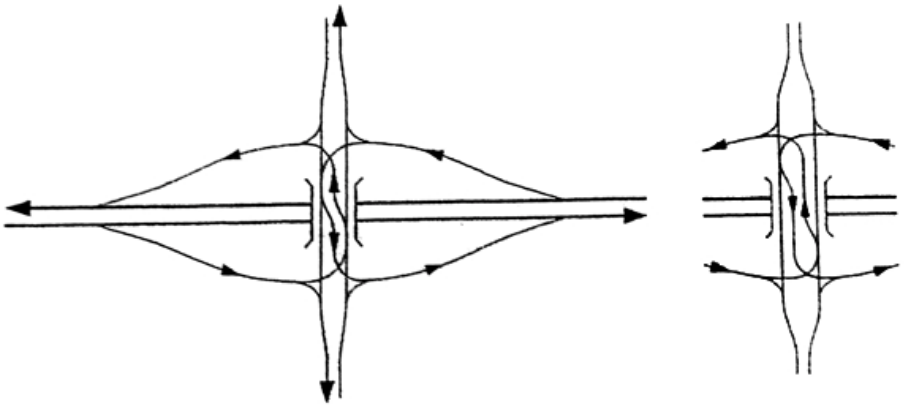
Μειονεκτήματα:

- Δύο ξεχωριστές κατασκευές για διαχωρισμό επιπέδων.
- Κύριες κατευθύνσεις από τη συμβάλλουσα οδό καταλήγουν σε Είσοδο.

3.2 Κόμβοι 4-σκελείς

3.2.1 Μορφές ρόμβου

Συμβατικός Ρόμβος 2 διασταυρώσεων Τύπος Ρ2Δ



(α) Τυπικός Ρόμβος (β) Συμπιεσμένος Ρόμβος

Σχήμα 3.2.1-1: Συμβατικός Ρόμβος με 2 διασταυρώσεις, Τύπος Ρ2Δ

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Δευτερεύουσα Οδός Ταχείας Κυκλοφορίας με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.

Συνιστάται: Σε κατοικημένες περιοχές με περιορισμένο ελεύθερο χώρο. Προτείνεται ο δευτερεύων δρόμος να βρίσκεται υψηλότερα, ώστε να διευκολύνεται η επιβράδυνση στην έξοδο και η επιτάχυνση στην είσοδο από τον πρωτεύοντα. Η επιλογή της μορφής των σκαριφημάτων (α) ή (β) γίνεται ανάλογα με τους στρέφοντες αριστερά φόρτους, σε συνδυασμό και με εγκατάσταση ή μη φωτεινής σηματοδότησης. Σε κάθε περίπτωση, συνιστάται η κατασκευή των μορφών του επόμενου Σχήματος 3.2.1-3, εφόσον αυτή είναι εφικτή.

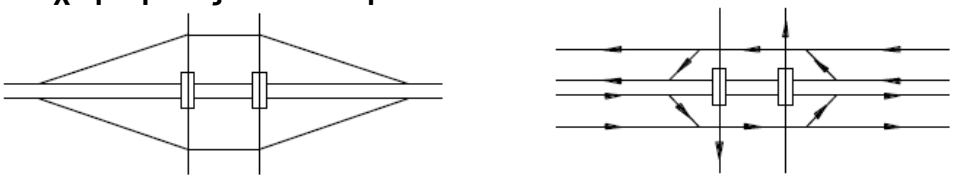
Πλεονεκτήματα:

- Μικρές απαιτήσεις σε χώρο. Σε περιπτώσεις μεγάλης στενότητας εφαρμόζονται οι διατάξεις του Τυπικού Ρόμβου (α) και του Συμπιεσμένου Ρόμβου (β), όπου οι δύο διασταυρώσεις της δευτερεύουσας οδού τοποθετούνται σε ακόμα μικρότερη μεταξύ τους απόσταση (130-240 m και 80-130 m, αντίστοιχα).
- Δυνατότητες αναστροφών, ευνοϊκών για εργασίες συντήρησης.
- Συνέχεια στις διαδρομές πεζών και ποδηλάτων.
- Δυνατότητα μεγαλύτερης χωρητικότητας στους κλάδους, μέσω αύξησης του μήκους παράλληλα με τον πρωτεύοντα δρόμο.
- Αρκετά καλές συνθήκες ορατότητας καθώς η διάταξη αναγνωρίζεται από μακριά.

Μειονεκτήματα:

- Μικρή απόσταση μεταξύ διασταυρώσεων στο δευτερεύοντα δρόμο. Σε περίπτωση έγερσης σοβαρών ζητημάτων ασφαλείας, προτείνεται η διάταξη όπου οι δύο διασταυρώσεις του δευτερεύοντος δρόμου τοποθετούνται σε μεγαλύτερη μεταξύ τους απόσταση.
- Πρόκληση σύγχυσης στους οδηγούς και συχνά λάθη πορείας. Προτείνεται η τοποθέτηση νησίδας στο δευτερεύοντα δρόμο για την αποφυγή εισόδου σε λωρίδα ή κλάδο αντίθετης φοράς κίνησης.
- Εκτεταμένο σύστημα γεφυρών.

Ρόμβος Διαχωρισμένος 4 διασταυρώσεων



Σχήμα 3.2.1-2: Διαχωρισμένος Ρόμβος με 4 διασταυρώσεις

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Δευτερεύουσα Οδός Ταχείας Κυκλοφορίας με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.

Συνιστάται: Για την εξυπηρέτηση πολλαπλών δευτερευόντων δρόμων σε περιορισμένο χώρο.

Πλεονεκτήματα:

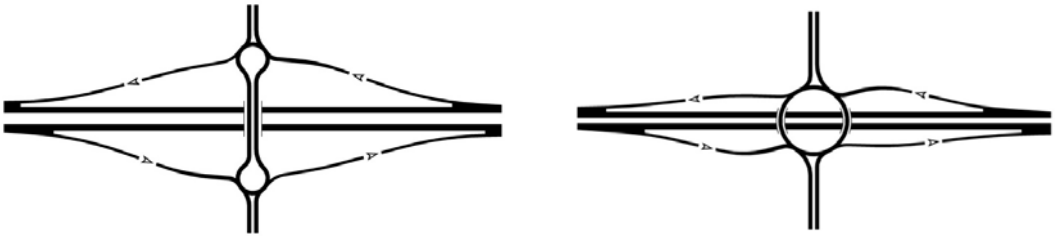
- Παρόμοια με του Τυπικού Ρόμβου.
- Μείωση περιπτώσεων εμπλοκής, καθώς διαχειρίζεται την κυκλοφορία με 4 διασταυρώσεις, αντί για 2 του Τυπικού και του Συμπιεσμένου Ρόμβου.

- Μείωση αριστερών στροφών από 2 σε 1 σε κάθε διασταύρωση σε σχέση με το Συμβατικό και Συμπιεσμένο ή Σφιχτό Ρόμβο.

Μειονεκτήματα:

- Μεγαλύτερο κόστος από τον Τυπικό ή το Συμπιεσμένο Ρόμβο, λόγω των δύο γεφυρών.

Ρόμβος 2 Κυκλικών Κόμβων και 1 Κυκλικού Κόμβου



Τύπος P2K P1K

Σχήμα 3.2.1-3: Μορφή Ρόμβου με κόμβο κυκλικής κίνησης

Η χρήση κόμβων κυκλικής κίνησης χρησιμοποιείται συνήθως σε διατάξεις ρόμβου προς αντικατάσταση των διασταυρώσεων της δευτερεύουσας οδού με τους κλάδους.

Συνιστάται: Όταν οι φόρτοι όλων των κινήσεων είναι υψηλοί και ζητείται να αποφευχθεί κατά το δυνατόν η όχληση στην κυκλοφορία της δευτερεύουσας οδού.

Πλεονεκτήματα:

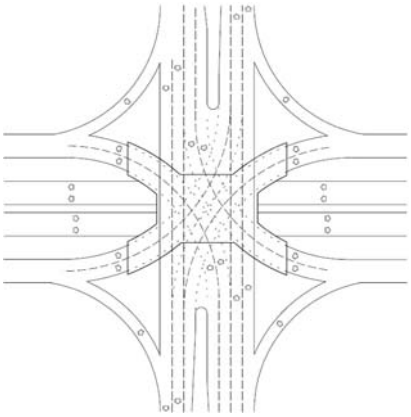
- Μείωση περιπτώσεων εμπλοκής – βελτίωση ασφάλειας.
- Μείωση κόστους καθώς δεν απαιτείται σηματοδότηση.

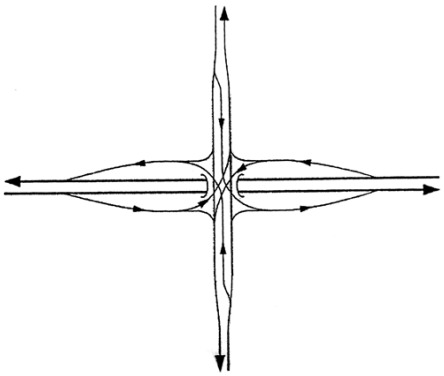
Μειονεκτήματα:

- Πιθανή απαίτηση για περισσότερο χώρο.

Ρόμβος Ενός Σημείου Διασταύρωσης Τύπος P1Δ

Single Point Diamond Interchange (SPDI)





Σχήμα 3.2.1-4: Ρόμβος 1 σημείου διασταύρωσης Τύπος Ρ1Δ

Single Point Diamond Interchange (SPDI)

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αστική Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.

Συνιστάται: Σε περιπτώσεις μεγάλων φόρτων στρεφουσών κινήσεων, όταν ο χώρος είναι περιορισμένος και όταν ο δευτερεύων δρόμος έχει κι άλλες κοντινές διασταυρώσεις.

Πλεονεκτήματα:

- Γρήγορη εκκένωση αριστερά στρεφόντων οχημάτων, λόγω μεγάλων ακτινών στροφής.
- Μικρές απαιτήσεις σε χώρο σε σχέση με τις υπόλοιπες διατάξεις Ρόμβου.
- Διαχείριση κυκλοφορίας στη διασταύρωση με ένα μόνο σηματοδότη και πρόγραμμα 3 φάσεων.
- Οι δεξιές στροφές δεν ελέγχονται από την κεντρική σηματοδότηση και οι σχετικές κινήσεις εκτελούνται χωρίς καθυστερήσεις.
- Μεγάλη χωρητικότητα συστήματος.

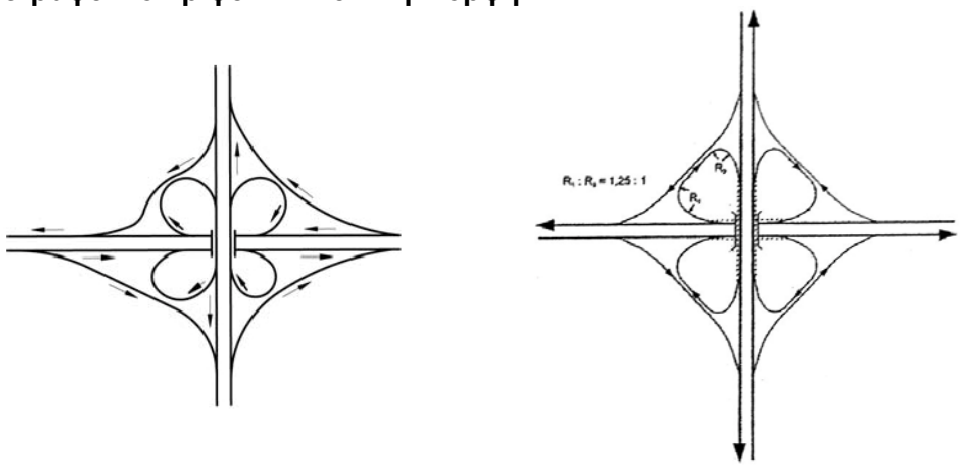
Μειονεκτήματα:

- Μεγαλύτερο κόστος κατασκευής τεχνικών (περίπου κατά 20%-25%) από τις υπόλοιπες διατάξεις ρόμβου, λόγω της ανάγκης για μακρύτερες γέφυρες, τοίχους αντιστήριξης και πλατύτερες διατομές.
- Δυσκολία στη συνέχεια των διαδρόμων πεζών και ποδηλατών.
- Σε περιπτώσεις διασταύρωσης με μεγάλη γωνία προκύπτουν προβλήματα ορατότητας, οι γραμμές στάσης τοποθετούνται μακρύτερα και οι γέφυρες είναι μακρύτερες.

- Στην περίπτωση περιορισμένου πεδίου ορατότητας, ή και μεγάλων φόρτων στρεφουσών κινήσεων απαιτείται εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης.

3.2.2 Μορφές πλήρους τετράφυλλου τριφυλλιού

Τετράφυλλο Τριφύλλι - Τυπική Μορφή



Σχήμα 3.2.2-1: Τετράφυλλο – Τυπικό Α

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομο.
- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.

Συνιστάται: Σε περιπτώσεις χαμηλών φόρτων στρεφουσών κινήσεων, που είναι μεταξύ τους ισορροπημένες.

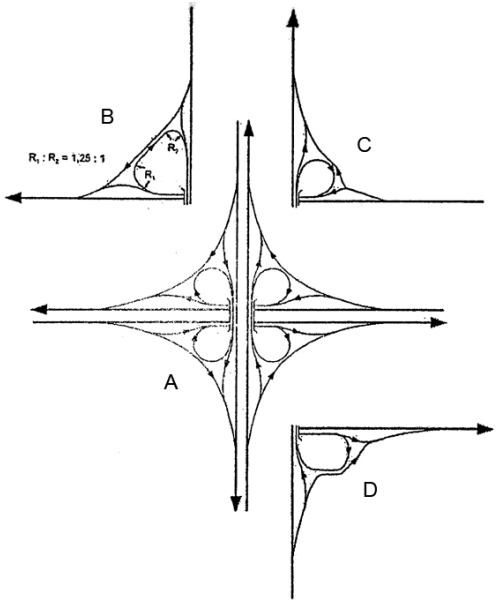
Πλεονεκτήματα:

- Μία μόνο κατασκευή τεχνικού για το διαχωρισμό επιπέδων.
- Οι δεξιές στροφές γίνονται με απευθείας συνδέσεις.
- Εξάλειψη ισόπεδων διασταυρώσεων.

Μειονεκτήματα:

- Μεγάλες απαιτήσεις σε χώρο.
- Περιοχές πλέξης μεταξύ εισόδου στον κι εξόδου από τον αυτοκινητόδρομο.
- Απαιτείται περιορισμός του επιτρεπόμενου ορίου ταχύτητας στις κύριες διασταυρούμενες οδούς.

Τετράφυλλο Τριφύλλι με Διανεμητήριους Κλάδους



Σχήμα 3.2.2-2: Τετράφυλλο με διανεμητήριους κλάδους – Τύπος Β

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομο.
- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.

Συνιστάται: Σε περιπτώσεις που το άθροισμα φόρτου δύο διαδοχικών βρόχων (εξόδου και εισόδου) είναι σημαντικό (πάνω από 1000 οχήματα ανά ώρα ή ΜΗΚ μεγαλύτερη από 20.000), ενώ η απλή διάταξη της πλήρους τετράφυλλου τριφυλλιού παρουσιάζει προβλήματα απόδοσης και ασφαλείας. Επίσης, όταν είναι επιθυμητός ο διαχωρισμός σκοπών κίνησης, δηλαδή διαχωρισμός κινήσεων υψηλής ταχύτητας/μακράς απόστασης από κινήσεις χαμηλής ταχύτητας/κοντινής απόστασης.

Πλεονεκτήματα:

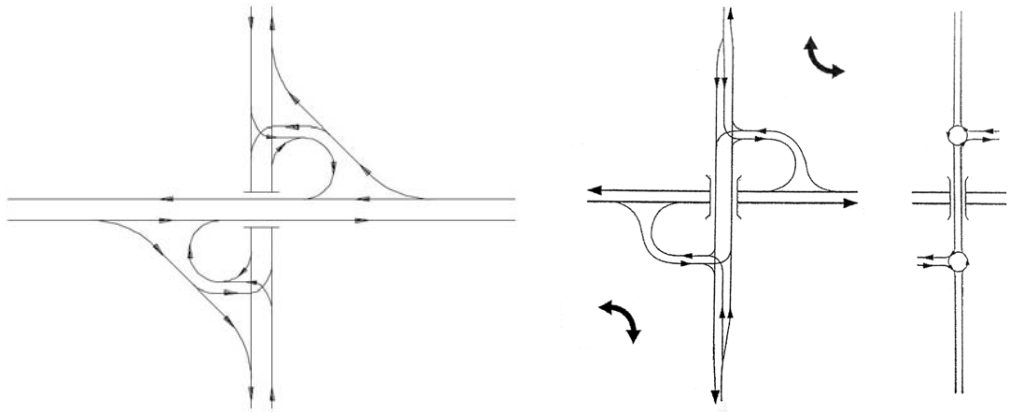
- Μία μόνο κατασκευή τεχνικού διαχωρισμού επιπέδων.
- Δυνατότητες αναστροφών, ευνοϊκών για εργασίες συντήρησης, λόγω του μεγαλύτερου διαθέσιμου πλάτους στο διανεμητήριο οδόστρωμα.

Μειονεκτήματα:

- Απαιτήσεις για μεγαλύτερο χώρο από την απλή διάταξη πλήρους τετράφυλλου τριφυλλιού.
- Μικρά μήκη βρόχων.

3.2.3 Μορφές Μερικού Τετράφυλλου Τριφυλλιού

Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι-Τύπος Α1



(α) (β) (γ)

Σχήμα 3.2.3-1: Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι - Τύπος Α1

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Τοπική Οδό.

Συνιστάται: Σε περιπτώσεις που περιορισμοί χώρου αποτρέπουν τη χρήση πλήρους τετράφυλλου, οι φόρτοι των δεξιά κι αριστερά στρεφουσών κινήσεων προς τη δευτερεύουσα οδό είναι υψηλοί και ισομοιρασμένοι και οι φόρτοι των στρεφουσών κινήσεων προς την κύρια οδό είναι χαμηλοί. Η μορφή (γ) συνιστάται σε κάθε περίπτωση εφόσον είναι εφικτή η κατασκευή της, και ειδικά όταν στις μορφές (α) και (β) απαιτείται φωτεινή σηματοδότηση.

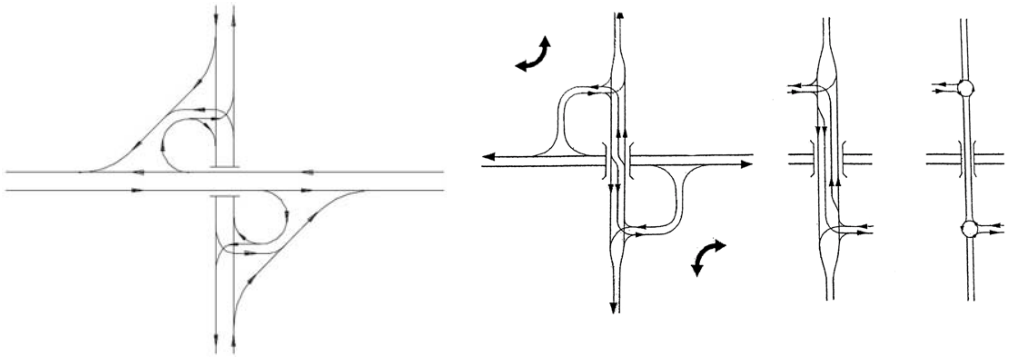
Πλεονεκτήματα:

- Μια κατασκευή τεχνικού για το διαχωρισμό των επιπέδων.
- Λιγότερος απαιτούμενος χώρος σε σχέση με το πλήρες τετράφυλλο.

Μειονεκτήματα:

- Εμπλοκές πάνω στους βρόχους κατά την είσοδο οχημάτων στον κύριο δρόμο από τις δύο αντίθετες κατευθύνσεις του δευτερεύοντος δρόμου.
- Δύο στάσεις κατά την κίνηση στο δευτερεύοντα δρόμο.
- Επιπλέον εμπλοκές λόγω των αριστερών στροφών πάνω στη δευτερεύουσα οδό.

Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι-Τύπος Α2



Σχήμα 3.2.3-2: Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι - Τύπος Α2

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Τοπική Οδό.

Συνιστάται: Σε περιπτώσεις που περιορισμοί χώρου αποτρέπουν τη χρήση πλήρους τετράφυλλου, οι φόρτοι των δεξιά στρεφουσών κινήσεων προς την κύρια οδό είναι υψηλοί, οι φόρτοι των αριστερά στρεφουσών κινήσεων προς την κύρια οδό είναι χαμηλοί, οι φόρτοι των δεξιά και αριστερά στρεφουσών κινήσεων προς τη δευτερεύουσα οδό είναι χαμηλοί.

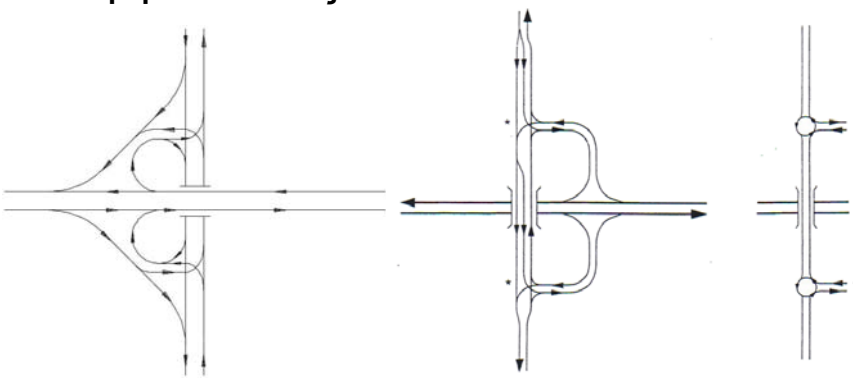
Πλεονεκτήματα:

- Μία κατασκευή τεχνικού για το διαχωρισμό των επιπέδων.
- Λιγότερος απαιτούμενος χώρος σε σχέση με το πλήρες τετράφυλλο.

Μειονεκτήματα:

- Εμπλοκές πάνω στους βρόχους κατά την είσοδο οχημάτων στον κύριο δρόμο από τις δύο αντίθετες κατευθύνσεις του δευτερεύοντος δρόμου.
- Εμπλοκές σύγκλισης πάνω στον κλάδο εισόδου στον κύριο δρόμο.
- Επιπλέον εμπλοκές λόγω των αριστερών στροφών πάνω στη δευτερεύουσα οδό.
- Δύο στάσεις κατά την κίνηση πάνω στη δευτερεύουσα οδό.

Συμμετρικό Μισό Τριφύλλι – Τύπος Β



Σχήμα 3.2.3-3: Συμμετρικό Μισό Τριφύλλι-Τύπος Β

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας, Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Τοπική Οδό.

Συνιστάται: Σε περιπτώσεις που περιορισμοί χώρου αποτρέπουν τη χρήση πλήρους τετράφυλλου, οι φόρτοι των στρεφουσών κινήσεων προς τη δευτερεύουσα οδό είναι χαμηλοί (με τις αριστερά στρέφουσες να επικρατούν), οι φόρτοι των δεξιά στρεφουσών κινήσεων προς τον κύριο δρόμο είναι υψηλοί, οι φόρτοι των αριστερά στρεφουσών κινήσεων προς τον κύριο δρόμο είναι χαμηλοί.

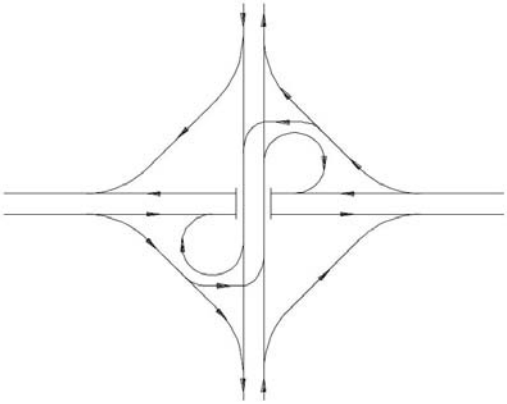
Πλεονεκτήματα:

- Λιγότερος απαιτούμενος χώρος σε σχέση με το πλήρες τετράφυλλο.
- Μία μόνο κατασκευή τεχνικού για το διαχωρισμό επιπέδων.

Μειονεκτήματα:

- Δύο στάσεις κατά την κίνηση πάνω στη δευτερεύουσα οδό.
- Εμπλοκές σύγκλισης πάνω στον κλάδο εισόδου στον κύριο δρόμο.

Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι-Τύπος Γ1



Σχήμα 3.2.3-4: Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι - Τύπος Γ1

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Τοπική Οδό.

Συνιστάται: Σε περιπτώσεις που περιορισμοί χώρου αποτρέπουν τη χρήση πλήρους τετράφυλλου, οι φόρτοι των δεξιά κι αριστερά στρεφουσών κινήσεων προς τη δευτερεύουσα οδό είναι υψηλοί και ισομοιρασμένοι και οι φόρτοι των στρεφουσών κινήσεων προς την κύρια οδό είναι υψηλοί.

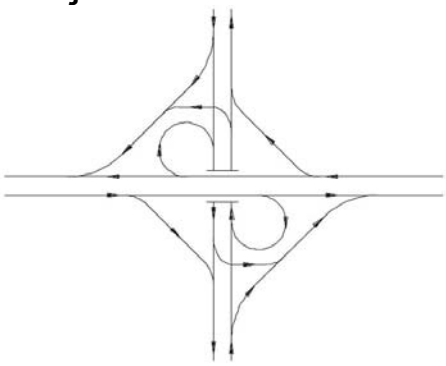
Πλεονεκτήματα:

- Μία κατασκευή τεχνικού για το διαχωρισμό των επιπέδων.
- Οι δεξιές στροφές προς τον κύριο δρόμο γίνονται με ξεχωριστό κλάδο.

Μειονεκτήματα:

- Περισσότερος απαιτούμενος χώρος από τον Τύπο Α1.
- Δυσκολότερη η διάβαση για πεζούς και ποδηλάτες.

Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι-Τύπος Γ2



Σχήμα 3.2.3-5: Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι-Τύπος Γ2

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Τοπική Οδό.

Συνιστάται: Σε περιπτώσεις που περιορισμοί χώρου αποτρέπουν τη χρήση πλήρους τετράφυλλου, οι φόρτοι των δεξιά κι αριστερά στρεφουσών κινήσεων προς τη δευτερεύουσα οδό είναι υψηλοί (με τις δεξιά στρέφουσες να είναι επικρατέστερες), οι φόρτοι των αριστερά στρεφουσών κινήσεων προς την κύρια οδό είναι χαμηλοί και οι φόρτοι των δεξιά στρεφουσών κινήσεων προς την κύρια οδό είναι υψηλοί.

Πλεονεκτήματα:

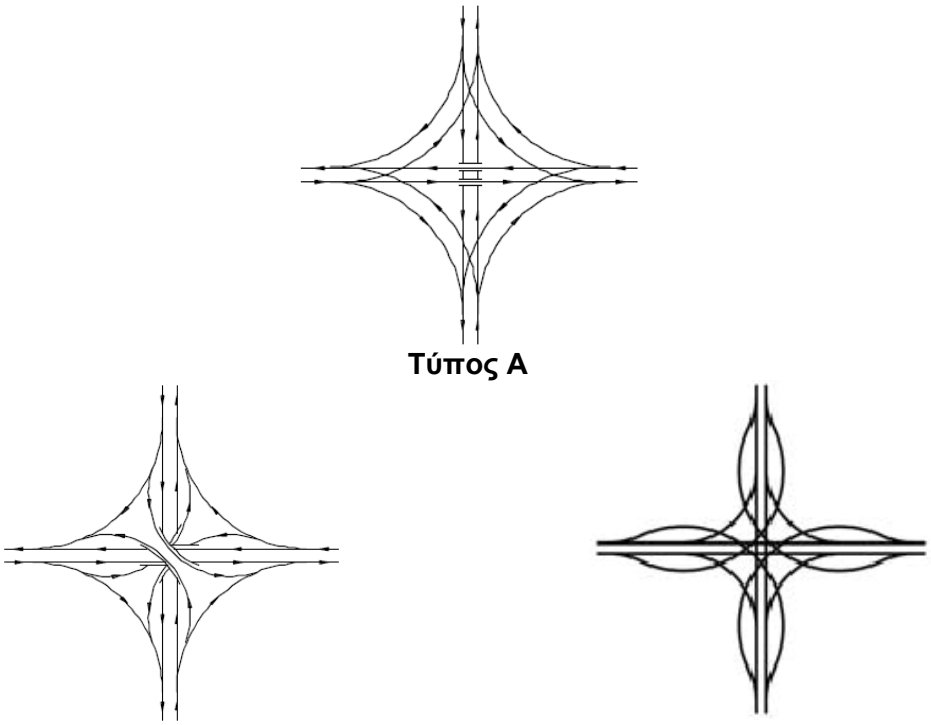
- Μία κατασκευή τεχνικού για το διαχωρισμό των επιπέδων.
- Μία μόνο στάση κατά την κίνηση στο δευτερεύοντα δρόμο.

Μειονεκτήματα:

- Περισσότερος απαιτούμενος χώρος από τον Τύπο Α2.
- Δυσκολότερη η διάβαση για πεζούς και ποδηλάτες.
- Εμπλοκές σύγκλισης πάνω στον κλάδο εισόδου στον κύριο δρόμο.

3.3 Κόμβοι Πλήρως και Μερικώς Κατευθυντήριων Κλάδων

3.3.1 Πλήρως κατευθυντήριων κλάδων – Τύπος Σταυρός Μάλτας



Σχήμα 3.3.1-1: Κόμβοι πλήρως κατευθυντήριων κλάδων– Τύπος Σταυρού

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομο.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Αστικό Αυτοκινητόδρομο.

Συνιστάται: Όταν οι φόρτοι όλων των στρεφουσών κινήσεων είναι υψηλοί και ισομοιρασμένοι.

Πλεονεκτήματα:

- Δυνατότητα περιορισμού απαιτήσεων σε χώρο (ακόμα μεγαλύτερη οικονομία σε συγκεκριμένες παραλλαγές).
- Γρήγορη εκτέλεση όλων των κινήσεων μέσω κατευθυντήριων κλάδων.

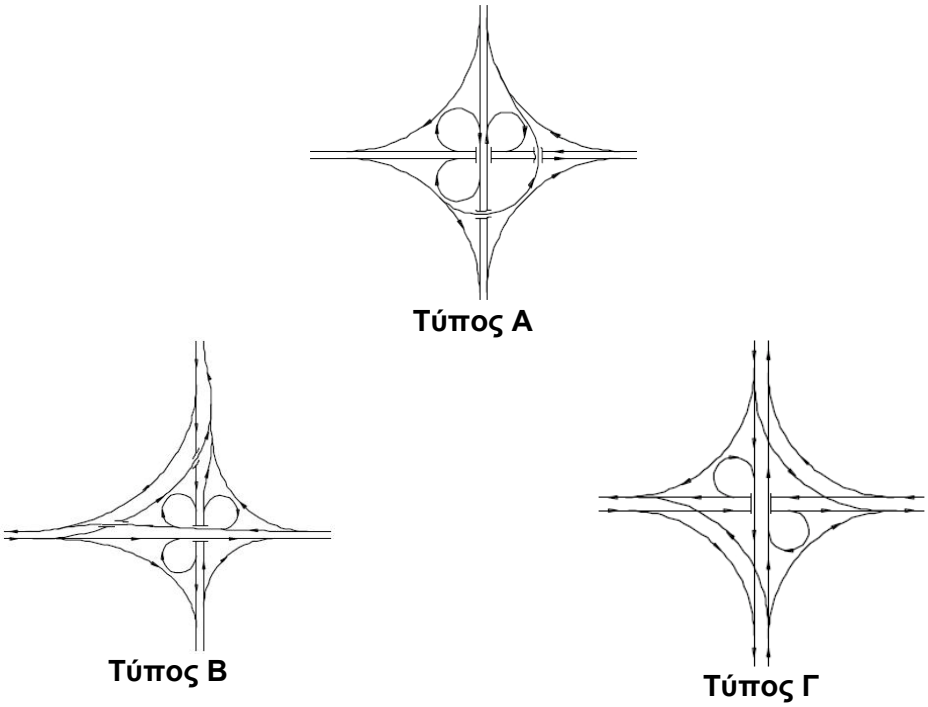
- Μεγάλη χωρητικότητα συστήματος.
- Δυνατότητα ένταξης σε αστικό περιβάλλον, λόγω της δυνατότητας περιορισμού απαιτούμενης έκτασης.

Μειονεκτήματα:

- Μεγάλο κόστος και οπτική όχληση λόγω πολλών διαφορετικών επιπέδων (μέχρι 4).
- Χωρίς δυνατότητες αναστροφών, ευνοϊκών για εργασίες συντήρησης.

3.3.2 Μερικώς κατευθυντήριων κλάδων

Μερικό Τετράφυλλο τριφύλλι με κατευθυντήριο κλάδο αριστερής στρέφουσας κίνησης



Σχήμα 3.3.2-1: Μερικό Τετράφυλλο με κατευθυντήριο κλάδο αριστερής στρέφουσας κίνησης

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Δευτερεύουσα Οδό Ταχείας Κυκλοφορίας.
- Αστικός Αυτοκινητόδρομος με Τοπική Οδό.

Συνιστάται: Όταν ο φόρτος συγκεκριμένης αριστερής στρέφουσας προς τη δευτερεύουσα οδό είναι υψηλός και υπάρχει διαθέσιμος χώρος.

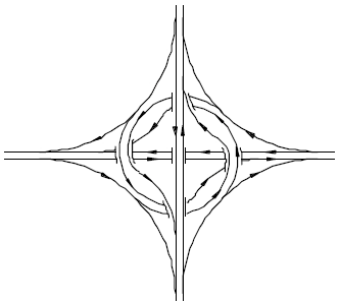
Πλεονεκτήματα:

- Εξυπηρέτηση αριστερά στρέφουσας κίνησης προς τη δευτερεύουσα οδό.

Μειονεκτήματα:

- Περιοχές πλέξης μεταξύ εισόδων και εξόδων της κύριας οδού (εκτός της περίπτωσης των δύο αντιδιαμετρικών βρόχων).
- Υψηλό κόστος, λόγω 3 τεχνικών για το διαχωρισμό των επιπέδων.
- Υψηλές απαιτήσεις σε χώρο.

Διάταξη Ανεμόμυλου



Σχήμα 3.3.2-2: Διάταξη Ανεμόμυλου

Λειτουργική κατηγορία οδών που συμβάλλουν στον κόμβο:

- Αυτοκινητόδρομος με Αυτοκινητόδρομο, είτε υπεραστικοί, είτε αστικοί.

Συνιστάται: Όταν υπάρχει διαθέσιμος χώρος και όλες οι στρέφουσες κινήσεις έχουν σημαντικούς φόρτους.

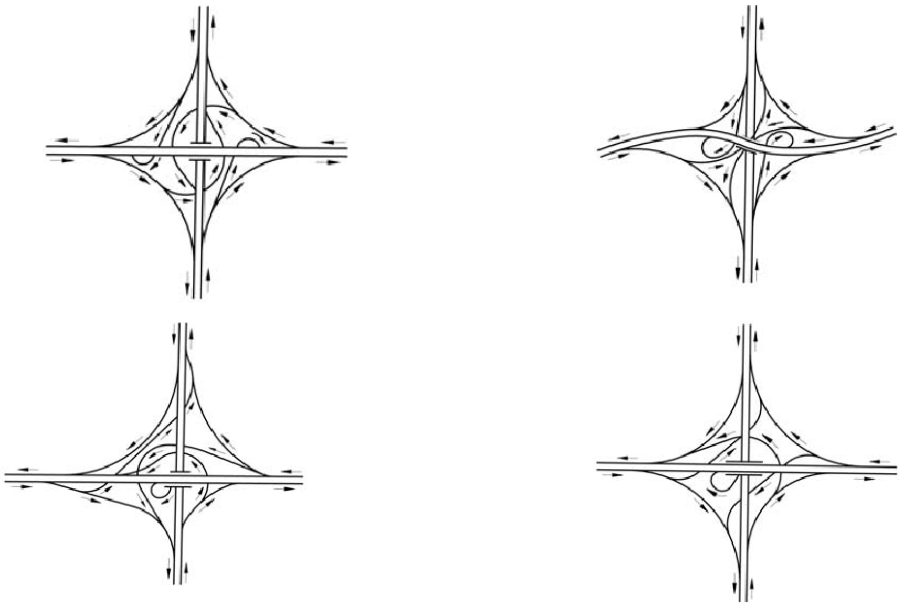
Πλεονεκτήματα:

- Δεν υπάρχει ανάγκη πλέξεων.
- Δεν υπάρχουν βρόχοι, όλες οι κινήσεις εκτελούνται με κλάδους μερικώς ή πλήρως κατευθυντήριους.
- Μικρότερος απαιτούμενος χώρος από μορφές πλήρους τετράφυλλου.

Μειονεκτήματα:

- 5 τεχνικά για το διαχωρισμό των επιπέδων.
- Δυσκολία εφαρμογής ήπιων κατά μήκος κλίσεων, λόγω συνδυασμού διάταξης και υψομετρικών διαφορών.
- Χωρίς δυνατότητα αναστροφών, οι οποίες ευνοούν για εργασίες συντήρησης.
- Περιορισμένη ορατότητα στα κυρτώματα της μηκοτομής των κλάδων.

3.3.3 Άλλες μορφές



Σχήμα 3.3.3-1: Άλλες μορφές

3.4 Σύγκριση Μορφών

Μια συνοπτική σύγκριση μεταξύ διαφορετικών διατάξεων κόμβων παρουσιάζεται στον επόμενο Πίνακα 3.4-1.

Πίνακας 3.4-1: Σύγκριση διαφορετικών διατάξεων κόμβων

1. Πρωτεύοντες Κόμβοι (μεταξύ αυτοκινητοδρόμων)			
Τύπος Κόμβου	**Κόστος Κατασκευής**	**Απαιτούμενη έκταση**	**Χωρητικότητα**
Τετράφυλλο Τριφύλλι, βλ. Σχήμα 3.2.2-2 (με Συλλεκτήριους-Διανεμητήριους κλάδους)	Υψηλό	Μεγαλύτερη	Υψηλή
Μερικώς Κατευθυντήριων Κλάδων, βλ. Σχήμα 3.3.2-1	Υψηλότερο	Μεγάλη	Υψηλότερη
Πλήρως Κατευθυντήριων Κλάδων, βλ. Σχήμα 3.3.1-1	Μέγιστο	Μέγιστη	Μέγιστη

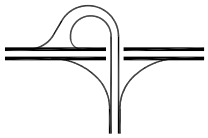
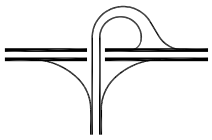
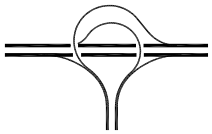
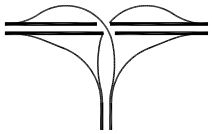
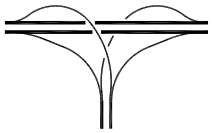
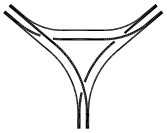
2. Δευτερεύοντες Κόμβοι (μεταξύ αυτοκινητόδρομων και άλλων οδών)			
Τύπος Κόμβου	**Κόστος Κατασκευής**	**Απαιτούμενη έκταση**	**Χωρητικότητα**
Τυπικός Ρόμβος-Τύπος Ρ2Δ	Χαμηλό	Μικρός ή μέσος	Χαμηλή
Συμπιεσμένος Ρόμβος	Χαμηλό	Μικρός	Μέση
Ρόμβος Ενός Σημείου Διασταύρωσης-Τύπος Ρ1Δ	Μέγιστο	Ελάχιστος	Μέση
Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι-Τύπος Α1	Μέσο	Μικρός ή μεγάλος	Μέγιστη
Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι-Τύπος Γ1	Μέσο	Μικρός ή μεγάλος	Μέση ή μεγάλη
Συμμετρικό Μισό Τριφύλλι-Τύπος Β	Μέσο	Μέσος	Μέση ή μεγάλη

Τύπος Κόμβου	**Καθυστερήσεις***	**Κυκλοφοριακή Προχώρηση***	**Διάβαση Πεζών***	**Αριθμός Διασταυρώσεων***
Τυπικός Ρόμβος-Τύπος Ρ2Δ	Υψηλές	Χείριστη	Εύκολη	Δύο
Συμπιεσμένος Ρόμβος	Μέσες	Μέση	Εύκολη	Δύο
Ρόμβος ενός Σημείου Διασταύρωσης-Τύπος Ρ1Δ	Μέσες	Βέλτιστη	Δύσκολη	Μία
Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι-Τύπος Α1	Χαμηλές	Μέση	Εύκολη	Δύο
Διαγώνιο Μισό Τριφύλλι-Τύπος Γ1	Ελάχιστες	Βέλτιστη	Δύσκολη	Μία
Συμμετρικό Μισό Τριφύλλι-Τύπος Β	Χαμηλές	Μέση	Εύκολη	Δύο

* αφορά στη δευτερεύουσα οδό

Οι περιπτώσεις διασταυρούμενων οδών στις οποίες προτείνεται, ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε μορφή κόμβου παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 3.4-3, ενώ σε σχέση με τις επικρατέστερες κινήσεις, από άποψη φόρτων, συνιστάται κάθε φορά διαφορετική μορφή κόμβου, βλ. Πίνακα 3.4-4.

Πίνακας 3.4-2: Καταλληλότητα μορφής 3-σκελούς ΑΚ ανάλογα με τη σύνδεση

	Διερχόμενη οδός ►	**Αυτοκινητόδρομος**		**Άλλη οδός**	
	Συμβάλλουσα οδός ►	**Αυτο/δρομος**	**Άλλη οδός**	**Αυτο/δρομος**	**Άλλη οδός**
Μορφές ΑΚ	 Τρομπέτα Αριστερής Διάταξης	Κ	Κ	Κ	Κ
	 Τρομπέτα Δεξιάς Διάταξης	ΟΧΙ	Κ?	Κ?	Κ?
	 Μορφή Αχλαδιού	Κ	Κ?	Κ?	ΟΧΙ
	 Τρίγωνο με ένα τεχνικό έργο	Κ	Κ?	Κ?	ΟΧΙ
	 Τρίγωνο με τρία τεχνικά έργα	Κ	Κ?	Κ?	ΟΧΙ
	 Μορφή Άστρου	Κ	Κ?	Κ?	ΟΧΙ

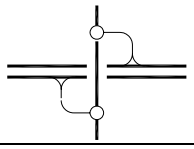
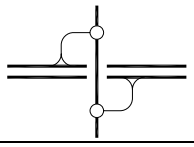
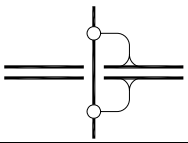
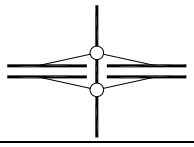
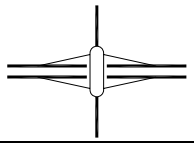
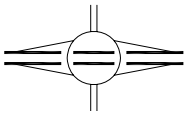
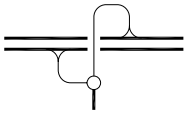
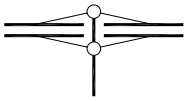
Υπόμνημα:

Κ : Κατάλληλη μορφή ή τύπος

Κ? : Κατάλληλη μορφή εφόσον δικαιολογείται από φόρτους

ΟΧΙ : Δεν ενδείκνυται

Πίνακας 3.4-3: Καταλληλότητα ορισμένων μορφών ΑΚ ανάλογα με την κατηγορία της δευτερεύουσας οδού

		Δευτερεύουσα οδός ►	**Αυτο/δρομος**	**Άλλη οδός**
Μορφές ΑΚ	Διαγώνιο μισό τριφύλλι (με έξοδο πριν από το τεχνικό έργο) Τύπος Α1		Κ	ΟΧΙ
	Διαγώνιο μισό τριφύλλι (με έξοδο μετά από το τεχνικό έργο) Τύπος Α2		Κ?	ΟΧΙ
	Συμμετρικό μισό τριφύλλι Τύπος Β		Κ	ΟΧΙ
	Ρόμβος 4-σκελής με δύο διασταυρώσεις Τύπος Ρ2Δ		Κ	Κ?
	Ρόμβος 4-σκελής με μία διασταύρωση Τύπος Ρ1Δ		Κ	Κ
	Ρόμβος 4-σκελής με ένα κόμβο κυκλικής κίνησης Τύπος Ρ1Κ		Κ	Κ
	Μισό τριφύλλι (τριών σκελών)		Κ	ΟΧΙ
	Ρόμβος 3-σκελής με δύο διασταυρώσεις		Κ	ΟΧΙ

Υπόμνημα:

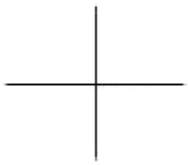
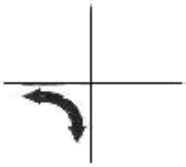
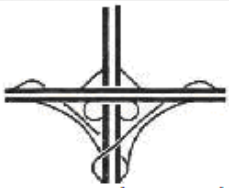
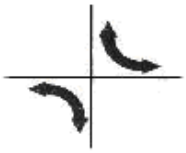
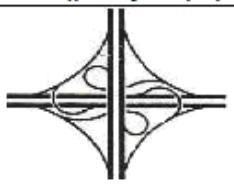
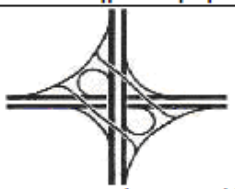
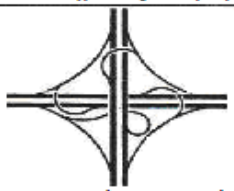
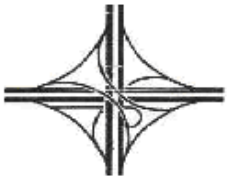
○ : Ισόπεδος κόμβος

Κ : Κατάλληλη μορφή ή τύπος

Κ? : Κατάλληλη μορφή εφόσον δικαιολογείται από φόρτους στις επικρατούσες κινήσεις

ΟΧΙ : Δεν ενδείκνυται

Πίνακας 3.4-4: Καταλληλότητα μορφής ΑΚ ανάλογα με επικρατούσες κινήσεις

Επικρατούσες κινήσεις	Κατάλληλες μορφές κόμβων	
	Βασική μορφή τριφυλλιού	
	Τροποποιημένο τριφύλλι	Τροποποιημένο τριφύλλι
	Τροποποιημένος ανεμόμυλος	 Τροποποιημένο τριφύλλι
	 Τροποποιημένος ανεμόμυλος	 Τροποποιημένο τριφύλλι
	 Τροποποιημένος ανεμόμυλος	 Τροποποιημένος σταυρός
	Ανεμόμυλος	Σταυρός

3.5 Γενικές Συστάσεις Επιλογής Μορφής Τύπου ΑΚ

Η τελική επιλογή του τύπου του ανισόπεδου κόμβου εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, που συνοψίζονται κυρίως στις εξής:

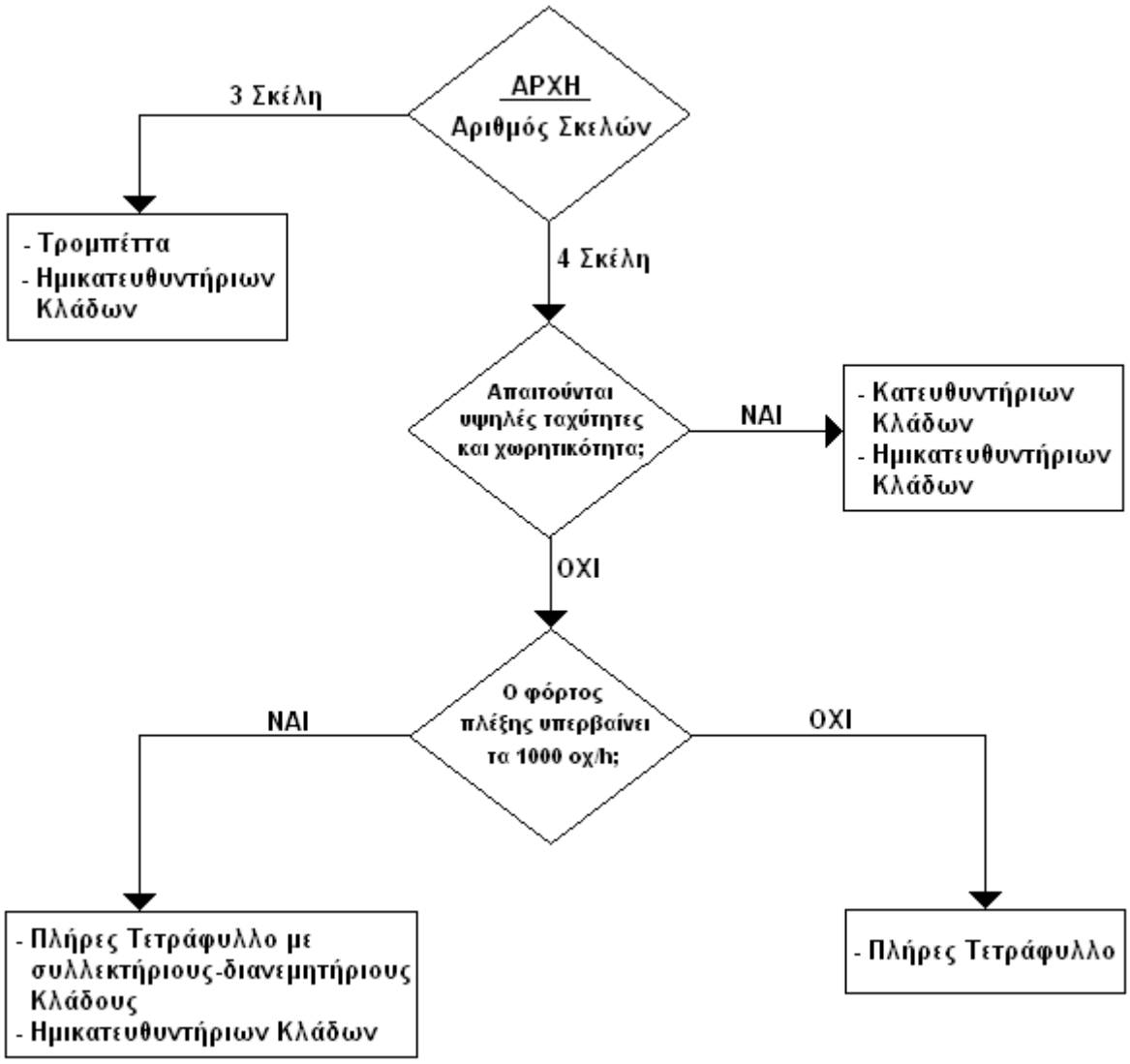
- Απόδοση κόμβου σε επίπεδο κυκλοφορίας (καθυστερήσεις, χωρητικότητα, χρόνοι διαδρομής).
- Οδική ασφάλεια (επικίνδυνες θέσεις, τύποι σοβαρότητα ατυχημάτων).
- Χωρικοί περιορισμοί (ανάγκες για απαλλοτριώσεις, γεωμορφολογία, αμετακίνητα εμπόδια).
- Κόστος (οικονομική ανάλυση που περιλαμβάνει κόστος απαλλοτριώσεων, μελετών, κατασκευής κτλ.).
- Επιπτώσεις στην τοπική κοινωνία (μεταβολή κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών περιοχής, δημιουργία νέων τάσεων μετακινήσεων, υποβάθμιση ή αναβάθμιση περιοχής κτλ.).
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Από τις εν λόγω παραμέτρους εκείνες που υπολογίζονται πιο εύκολα και με ποσοτικό τρόπο είναι η απόδοση του κόμβου σε επίπεδο κυκλοφορίας και οδικής ασφάλειας. Γενικά, σημειώνονται τα εξής:

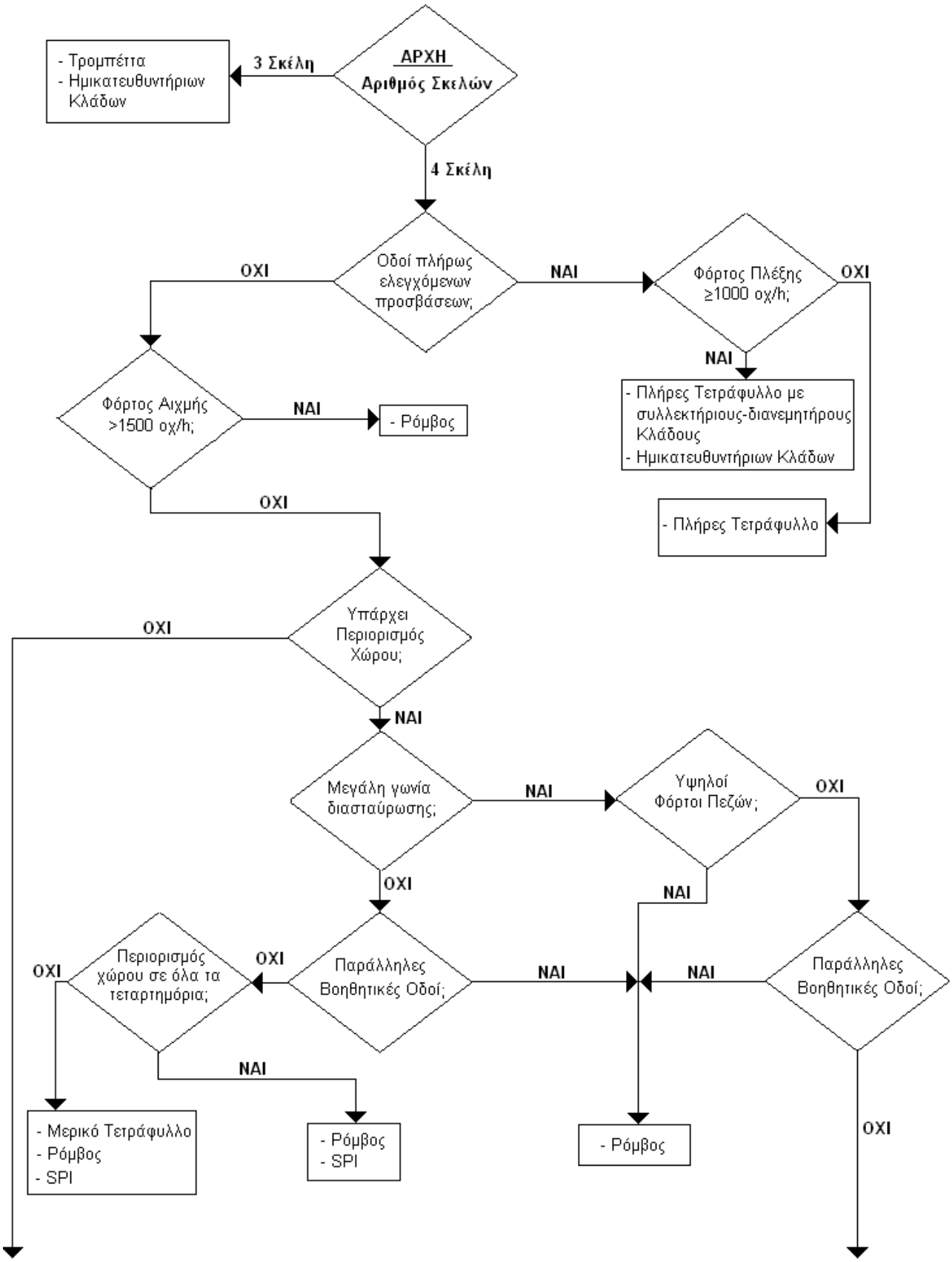
- Όταν ο συντονισμός της σηματοδότησης είναι βασική προτεραιότητα, συνιστάται να εξεταστεί η σκοπιμότητα της κατασκευής ΑΚ μορφής ρόμβου με μια διασταύρωση (Ρ1Δ). Η διάταξη Ρ1Δ είναι ευκολότερο να συντονιστεί με άλλους σηματοδότες κατά μήκος μιας αρτηρίας σε σχέση με τη διάταξη του ρόμβου με 2 σημεία διασταύρωσης, καθώς απαιτείται ο συντονισμός ενός σηματοδότη, αντί για δύο.
- Οι μορφές πλήρους τετράφυλλου χωρίς συλλεκτήριους – διανεμητήριους κλάδους θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο όταν οι φόρτοι πλέξης είναι χαμηλοί και οι απαιτούμενοι χώροι δεν αποτελούν σημαντικό περιορισμό, όπως σε υπεραστικές περιοχές.
- Η διάταξη ρόμβου συνιστάται, γενικά, για χαμηλούς φόρτους (κάτω από 1500 οχ/h εισερχόμενου φόρτου σε ώρα αιχμής). Οι καθυστερήσεις είναι αρκετά μικρές, ακόμα και σε μη σηματοδοτούμενη διάταξη.
- Για φόρτους μεταξύ 1500 οχ/h και 5500 οχ/h, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ο τύπος Ρ1Δ αντί για συμβατικό ρόμβο. Ο συμβατικός ρόμβος έχει σταθερά υψηλότερες καθυστερήσεις εξαιτίας της ύπαρξης δύο ισόπεδων κόμβων στην όλη διάταξη.
- Οι καθυστερήσεις σε κόμβο μορφής Ρ1Δ αυξάνουν σημαντικά όταν οι αριστερές στροφές στις ράμπες δεν είναι ισομοιρασμένες. Συνιστάται ειδική ανάλυση για τις πιθανές καθυστερήσεις τέτοιας προέλευσης.
- Το μερικό τετράφυλλο παρέχει μεγαλύτερη χωρητικότητα από τον τύπο Ρ1Δ ή το ρόμβο, όταν οι εισερχόμενοι φόρτοι είναι μεταξύ 1500 και 2500 οχ/h. Γενικά, η καθυστέρηση λόγω σηματοδότησης στο μερικό τετράφυλλο είναι μικρότερη απ' ό,τι στον τύπο Ρ1Δ και το ρόμβο.

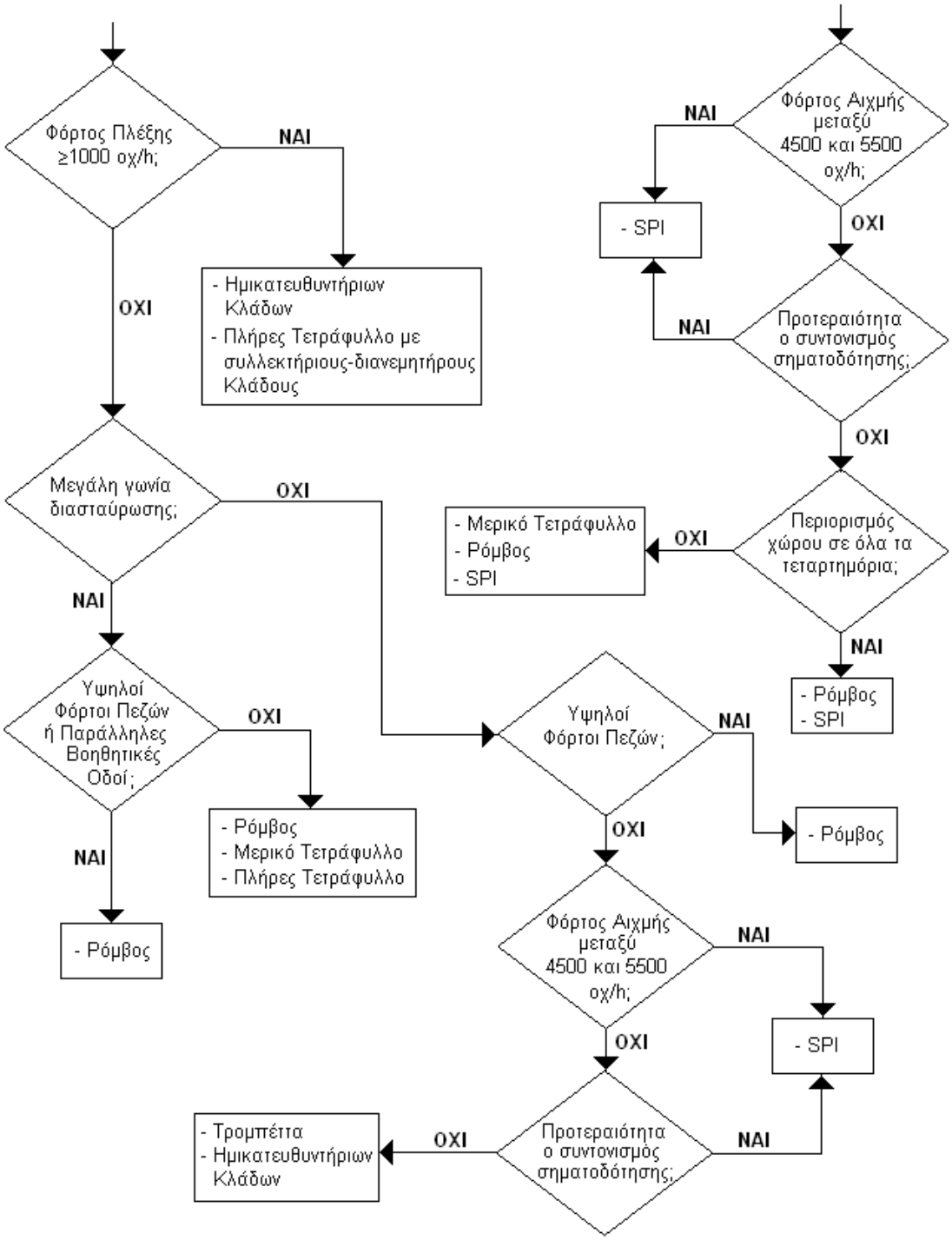
- Οι συνθήκες πλέξης είναι κρίσιμη παράμετρος για το σχεδιασμό πλήρους ή μερικού τετράφυλλου. Η στάθμη εξυπηρέτησης των περιοχών πλέξης πέφτει δραματικά όταν ο φόρτος των οχημάτων πλησιάζει στα 1000 οχ/h. Σε τέτοια περίπτωση φόρτων συνιστάται να εξετάζεται η σκοπιμότητα κατασκευής πλήρους τετράφυλλου με συλλεκτήριους – διανεμητήριους κλάδους ή κόμβοι ημικατευθυντήριων ή πλήρως κατευθυντήριων κλάδων. Εναλλακτικά, μπορεί να εξεταστεί η σκοπιμότητα κατασκευής μερικού τετράφυλλου χωρίς την ύπαρξη περιοχών πλέξης.
- Σε υπεραστικές περιοχές, οι φόρτοι και οι επακόλουθες καθυστερήσεις μπορεί να μεταβληθούν δραματικά σε μικρές περιόδους. Το φαινόμενο επηρεάζει ιδιαίτερα διατάξεις Ρ1Δ και ρόμβου. Γι' αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα για τη σωστή ρύθμιση της σηματοδότησης, όπου συνιστάται η επενεργούμενη μορφή της.
- Οι ράμπες μορφής βρόχου, γενικά, παρουσιάζουν χειρότερες επιδόσεις σε οδική ασφάλεια σε σχέση με άλλους τύπους κλάδου. Αν δεν παρέχονται συλλεκτήριοι – διανεμητήριοι κλάδοι, δημιουργούνται προβλήματα στις περιοχές πλέξης.
- Όταν δύο οδοί διασταυρώνονται υπό μεγάλη γωνία (σημαντική απόκλιση από τις 90º) δεν συνιστάται η κατασκευή του τύπου Ρ1Δ. Οι μεγαλύτερες γωνίες διασταυρώσεις οδηγούν σε αυξημένες ανάγκες απαλλοτριώσεων, υψηλό κόστος και ανεπαρκείς αποστάσεις ορατότητας.
- Οι πεζοί δεν εξυπηρετούνται ικανοποιητικά σε κόμβους τύπου Ρ1Δ, εκτός αν το πρόγραμμα σηματοδότησης ρυθμιστεί ανάλογα. Στην περίπτωση αυτή, όμως, θα παρατηρηθούν μεγάλες καθυστερήσεις για τα οχήματα. Οι κόμβοι μορφής ρόμβου είναι καλύτερη λύση για περιπτώσεις υψηλών φόρτων πεζών.
- Σε περιπτώσεις διασταυρούμενων οδών που έχουν χαρακτηριστικά αυτοκινητόδρομου (ελεγχόμενες προσβάσεις), συνιστώνται, κατ' ελάχιστον, οι κόμβοι μορφής πλήρους τετράφυλλου. Όταν οι φόρτοι πλέξης είναι υψηλοί, συνιστάται να εξεταστεί η σκοπιμότητα κατασκευής κόμβου πλήρως κατευθυντήριων κλάδων.
- Όταν τα σκέλη του κόμβου είναι 3, συνιστάται η μορφή της τρομπέτας.
- Όταν υπάρχουν παράλληλες βοηθητικές οδοί, η διαμόρφωση ρόμβου τύπου Ρ2Δ προτιμάται έναντι του τύπου Ρ1Δ. Ενδεχομένως απαιτηθεί μια 4η φάση για τη διαχείριση της κυκλοφορίας σε τύπο Ρ1Δ, γεγονός που αναμένεται να προκαλέσει σημαντικές καθυστερήσεις.
- Γενικά, είναι προτιμητέο να υπάρχει ομοιομορφία στις διατάξεις των κόμβων κατά μήκος μιας οδού, ώστε να μην προκαλείται σύγχυση στους οδηγούς όσον αφορά στην έγκαιρη αναγνώριση της διάταξης, τα σημεία εισόδου, εξόδου και τις ανάγκες για προσαρμογή της ταχύτητάς τους.

Για την αρχική επιλογή του τύπου του κόμβου, μπορεί να χρησιμοποιούνται τα επόμενα διαγράμματα για λήψη απόφασης. Η λύση που προκύπτει κάθε φορά από τα διαγράμματα, με βάση τις συνθήκες, δεν πρέπει να αποτελεί τη μοναδική επιλογή, αλλά την αρχική πρόταση. Η διαπραγμάτευση με τους εμπλεκόμενους φορείς και οι τοπικές συνθήκες μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετικές λύσεις ως τελική επιλογή. Οι τελικές λύσεις μπορεί να είναι παραλλαγές των προτάσεων που προκύπτουν από τα διαγράμματα ή τύποι κόμβων που ανήκουν σε άλλη κατηγορία κόμβου, που μπορεί να καλύψουν τις περισσότερες απαιτήσεις του έργου.



Σχήμα 3.5-1: Διαδικασία απόφασης επιλογής μορφής πρωτεύοντος κόμβου
(μεταξύ αυτοκινητοδρόμων)


ΑΡΧΗ
Αριθμός Σκελών
3 Σκέλη
- Τρομπέττα
- Ημικατευθυντήριων Κλάδων
4 Σκέλη
Οδοί πλήρως ελεγχόμενων προσβάσεων;
ΟΧΙ
ΝΑΙ
Φόρτος Πλέξης ≥1000 οχ/h;
ΟΧΙ
ΝΑΙ
- Πλήρες Τετράφυλλο με συλλεκτήριους-διανεμητήρους Κλάδους
- Ημικατευθυντήριων Κλάδων
Φόρτος Αιχμής >1500 οχ/h;
ΝΑΙ
- Ρόμβος
ΟΧΙ
- Πλήρες Τετράφυλλο
Υπάρχει Περιορισμός Χώρου;
ΟΧΙ
ΝΑΙ
Μεγάλη γωνία διασταύρωσης;
ΝΑΙ
Υψηλοί Φόρτοι Πεζών;
ΟΧΙ
ΟΧΙ
ΝΑΙ
Παράλληλες Βοηθητικές Οδοί;
ΝΑΙ
ΝΑΙ
Παράλληλες Βοηθητικές Οδοί;
Περιορισμός χώρου σε όλα τα τεταρτημόρια;
ΟΧΙ
ΟΧΙ
ΝΑΙ
- Μερικό Τετράφυλλο
- Ρόμβος
- SPI
- Ρόμβος
- SPI
- Ρόμβος
ΟΧΙ



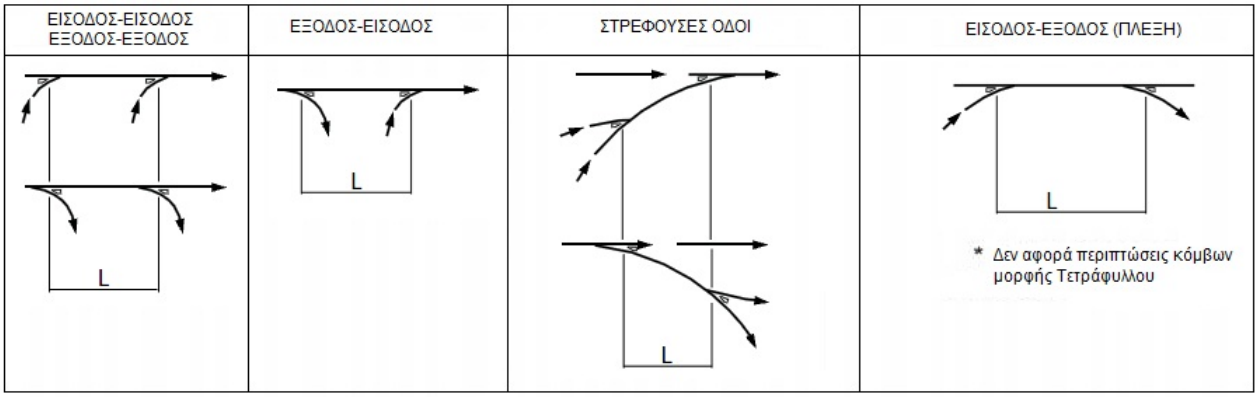
Σχήμα 3.5-2: Διαδικασία απόφασης επιλογής μορφής δευτερεύοντος κόμβου
(σύνδεση αυτοκινητόδρομου - δευτερεύουσας οδού ή δυο δευτερευουσών οδών)

4. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΞΟΔΩΝ - ΕΙΣΟΔΩΝ

4.1 Αποστάσεις Μεταξύ Κόμβων

Οι διαδοχικοί ανισόπεδοι κόμβοι θα πρέπει να βρίσκονται σε επαρκή απόσταση μεταξύ τους, ώστε να παρέχεται αρκετός χρόνος και χώρος για τους απαραίτητους ελιγμούς και την κατακόρυφη σήμανση. Οι απαιτούμενες ελάχιστες αποστάσεις διαφοροποιούνται ανάλογα με τη λειτουργική κατηγορία των οδών που συμβάλλουν στον κόμβο και το είδος των κλάδων.

Σε περιπτώσεις που η απόσταση μεταξύ των διαδοχικών κλάδων είναι μικρότερη των 500 m, προτείνεται η χρήση βοηθητικών λωρίδων για τη σύνδεσή τους.



Σχήμα 4.1-1: Σχηματική απεικόνιση περιπτώσεων διαδοχικών κλάδων

Πίνακας 4.1-1: Προτεινόμενες αποστάσεις μεταξύ κόμβων (από κλάδο σε κλάδο)

[m]	**Είσοδος-Είσοδος ή Έξοδος-Έξοδος**		**Έξοδος-Είσοδος**		**Στρέφουσες Οδοί**	
	Αυτο/δρομος	Με συλλ/ριους Κλάδους	Αυτο/δρομος	Με συλλ/ριους Κλάδους	Πρωτεύοντες Κόμβοι	Δευτερεύοντες Κόμβοι
Επιθυμητό	450	350	225	175	350	300
Επαρκές	350	300	175	150	300	250
Απολύτως ελάχιστο	300	250	150	125	250	200

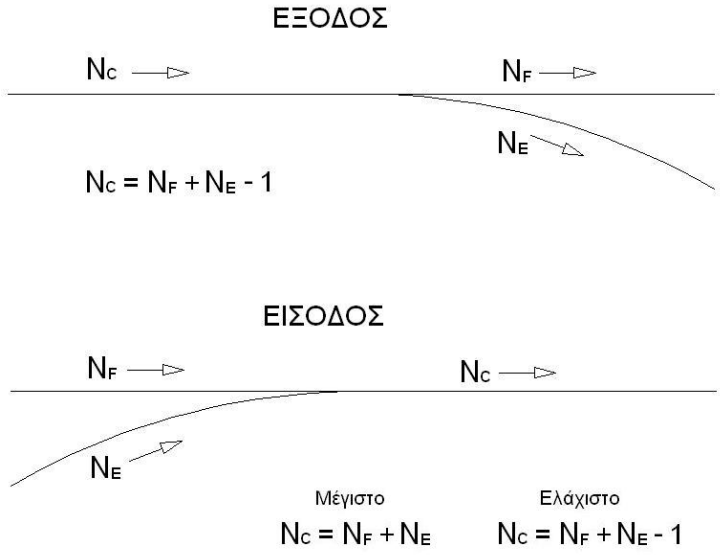
[m]	**Είσοδος-Έξοδος (πλέξη)**			
	Πρωτεύων κόμβος με Δευτερεύοντα κόμβο		**Δευτερεύων κόμβος με Δευτερεύοντα κόμβο**	
	Αυτο/δρομος	Με συλλ/ριους Κλάδους	Αυτο/δρομος	Με συλλ/ριους Κλάδους
Επιθυμητό	900	600	600	450
Επαρκές	750	550	550	350
Απολύτως ελάχιστο	600	450	450	300

Πηγή: [AASHTO 2004]

4.3 Καθορισμός Αριθμού Λωρίδων

Στις περιοχές εισόδου κι εξόδου από την κύρια οδό θα πρέπει να τηρείται μια σχετική ισορροπία στον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας. Αφού καθοριστούν οι βασικές λωρίδες κυκλοφορίας της κύριας οδού, θα πρέπει να τηρούνται οι ακόλουθοι κανόνες:

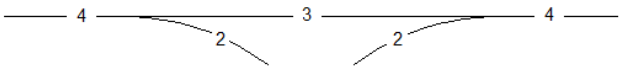
- Οι λωρίδες κατά τη διεύθυνση της κύριας οδού δεν μπορεί να μειώνονται κατά περισσότερο από μία λωρίδα τη φορά.
- Στις εισόδους ο αριθμός των λωρίδων μετά τη συγχώνευση των δύο ρευμάτων κυκλοφορίας δε μπορεί να είναι μικρότερος από το άθροισμα πλην μία, όλων των λωρίδων κυκλοφορίας των συγχωνευόμενων οδών.
- Στις εξόδους ο αριθμών των λωρίδων που προσεγγίζουν τον κόμβο πρέπει να είναι ίσος με τον αριθμό των λωρίδων στην κύρια οδό μετά την έξοδο συν τον αριθμό των λωρίδων στην έξοδο, πλην μία. Σε περιπτώσεις κόμβων μορφής τετράφυλλου ή κοντινούς κλάδους βρόχων μπορεί η βοηθητική λωρίδα σύνδεσης να τελειώνει στον κλάδο του βρόχου εξόδου, ώστε οι λωρίδες κυκλοφορίας της κύριας οδού που προσεγγίζουν τον κόμβο να είναι ίσες σε αριθμό με τις λωρίδες μετά την έξοδο συν τη λωρίδα της εξόδου.
- Γενικός οδηγός μπορεί να είναι το επόμενο Σχήμα 4.3-1.



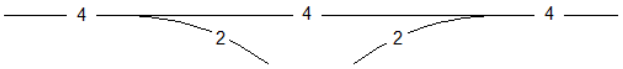
Ni: Αριθμός λωρίδων

Σχήμα 4.3-1: Ισορροπία λωρίδων σε έξοδο και είσοδο

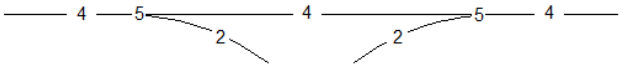
Ενδεικτικές περιπτώσεις διαμόρφωσης του αριθμού λωρίδων σε περιοχές κόμβων απεικονίζονται στο επόμενο σχήμα.



α. Ισορροπία λωρίδων χωρίς συμμόρφωση με κανόνα για τον αριθμό βασικών λωρίδων κυκλοφορίας



β. Συμμόρφωση με κανόνα για τον αριθμό βασικών λωρίδων κυκλοφορίας χωρίς ισορροπία λωρίδων



γ. Ισορροπία λωρίδων και συμμόρφωση με κανόνα για τον αριθμό βασικών λωρίδων κυκλοφορίας

Πηγή: [AASHTO 2004]

Σχήμα 4.3-4: Συνδυασμός βασικών λωρίδων αυτοκινητόδρομου και λωρίδων εξόδου-εισόδου

4.4 Εμπλοκή Κλάδου Κόμβου με Βοηθητική Οδό

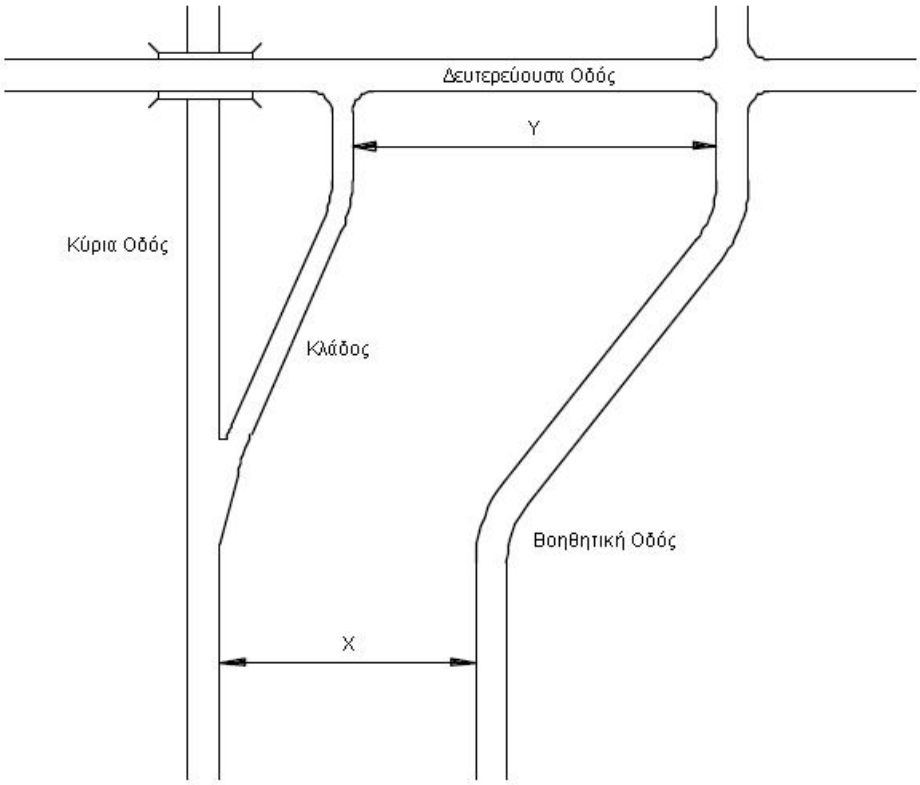
Σε περίπτωση χρήσης βοηθητικής παράλληλης οδού απαιτείται επιπλέον μέριμνα για ορισμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά. Αυτές οι οδηγίες αφορούν ιδιαίτερα τις περιπτώσεις ανισόπεδων κόμβων της μορφής ρόμβου.

Η απόσταση της Κύριας Οδού από τη βοηθητική, κατά το διάστημα που κινούνται παράλληλα (απόσταση «Χ» στο Σχήμα 4.4-1), θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 m, όμως σε περιπτώσεις έντονων χωρικών περιορισμών ο διαχωρισμός μπορεί να γίνει με τη χρήση τοίχου ή στηθαίου.

Το σημείο διασταύρωσης της Βοηθητικής Οδού με τη Δευτερεύουσα Οδό θα πρέπει να βρίσκεται σε ικανή απόσταση από το σημείο Διασταύρωσης του Κλάδου με τη Δευτερεύουσα Οδό (απόσταση «Υ» στο Σχήμα 4.4-1), ώστε να μπορεί οι δύο διασταυρώσεις να λειτουργούν ανεξάρτητα και να αποφεύγονται τα προβλήματα λειτουργικότητας και σήμανσης που προκαλούνται όταν ταυτίζονται τα σημεία εξόδου κι εισόδου από και προς τη Βοηθητική Οδό και τον Κλάδο.

Η απόσταση «Υ», όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.4-1, συνιστάται να είναι τουλάχιστον 240 m, ώστε να μπορεί να σχηματιστούν διαδοχικές αποκλειστικές λωρίδες δεξιάς στροφής στις δύο διασταυρώσεις. Σε περίπτωση που ο σχηματισμός τέτοιων λωρίδων δεν εί-

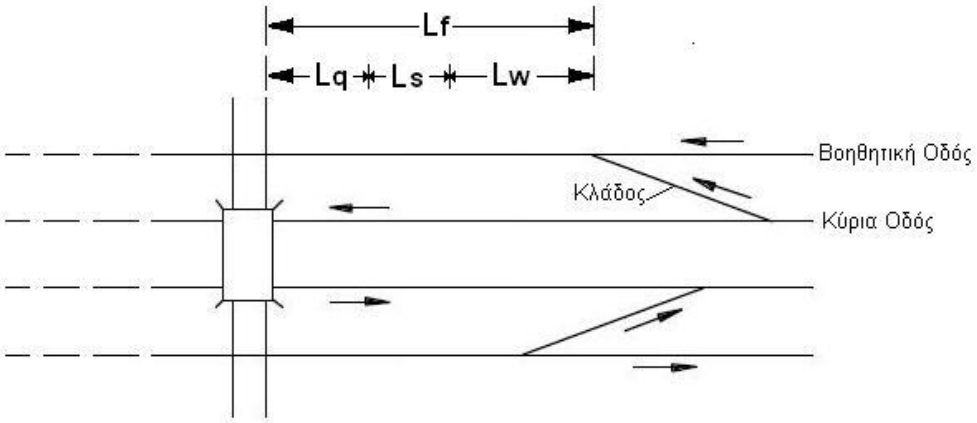
ναι δυνατός, λόγω στενότητας χώρου (κυρίως σε αστικό περιβάλλον), η απόσταση «Y» θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 90 m. Εάν ούτε αυτό είναι δυνατό, τότε θα πρέπει να εξεταστεί εναλλακτική διαμόρφωση, με τον Κλάδο Εξόδου να συμβάλλει με τη Βοηθητική Οδό πριν τη διασταύρωση με τη Δευτερεύουσα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.4-4.



Σχήμα 4.4-1: Σχηματική απεικόνιση συστήματος Κύριας Οδού - Δευτερεύουσας Οδού - Κλάδου - Βοηθητικής Οδού

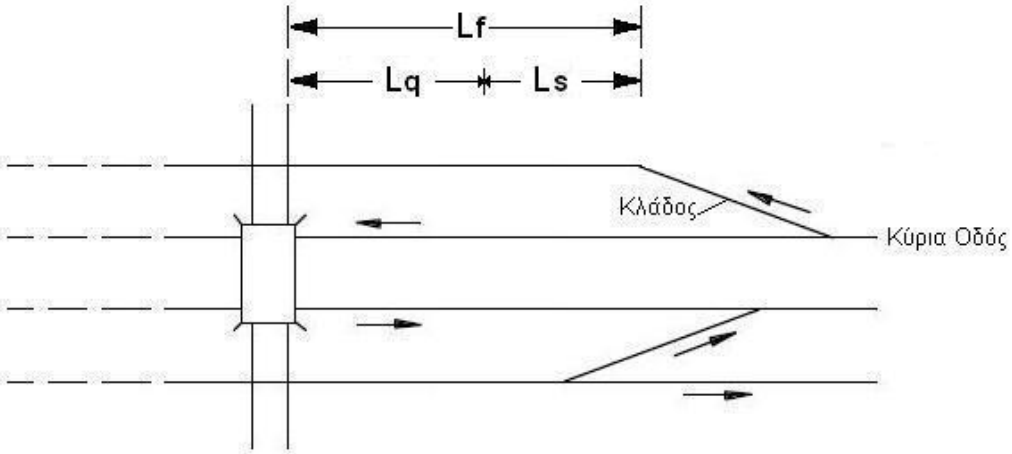
Σε περίπτωση που ο κλάδος συμβάλλει με τη βοηθητική οδό νωρίτερα απ' ό,τι με τη δευτερεύουσα θα πρέπει να υπάρχει αρκετή απόσταση μέχρι τη διασταύρωση με τη δευτερεύουσα οδό, ώστε τα οχήματα να μπορεί να επιβραδύνουν, να ενσωματωθούν στην κυκλοφορία της βοηθητικής οδού και να σταματήσουν. Επιπλέον, το διαθέσιμο μήκος θα πρέπει να εξασφαλίζει, κατά το δυνατόν, ότι οι εμπλοκές των συμβαλλομένων ρευμάτων δεν θα γίνονται εντός του αναμενόμενου μήκους αποθήκευσης των ουρών της βοηθητικής οδού.

Η απόσταση «Lf» (βλ. Σχήμα 4.4-2), λογίζεται από το σημείο συμβολής του κλάδου με τη βοηθητική οδό μέχρι το σημείο διασταύρωσης αυτής με τη δευτερεύουσα οδό. Η απόσταση Lf προκύπτει ως άθροισμα των απαιτούμενων αποστάσεων για πλέξη Lw, για στάση προ της ουράς Ls, και του μήκους της ουράς Lq. Σημειώνεται ότι, σε αυτήν την περίπτωση τα οχήματα δε συγχωνεύονται απλά σε ένα ρεύμα κυκλοφορίας, αλλά οι οδηγοί καλούνται να επιλέξουν και κατάλληλη θέση στο οδόστρωμα, αμέσως μετά τη συγχώνευση, ενόψει της διασταύρωσης που ακολουθεί. Συνεπώς, δημιουργούνται συνθήκες πλέξης και πρέπει να γίνει αντίστοιχος υπολογισμός.



Σχήμα 4.4-2: Σχηματική απεικόνιση συστήματος «Κύριας Οδού-Δευτερεύουσας Οδού-Κλάδου-Βοηθητικής Οδού» με συμβολή του κλάδου στη βοηθητική οδό

Σε περίπτωση κόμβου της μορφής ρόμβου, το μήκος Lf προσδιορίζει το απαιτούμενο μήκος του κλάδου μετά τη λωρίδα επιβράδυνσης και μέχρι τη διασταύρωση με τη δευτερεύουσα οδό. Σε αυτή την περίπτωση δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα η απόσταση για πλέξη.



Σχήμα 4.4-3: Σχηματική απεικόνιση απαιτούμενων αποστάσεων μετά τη λωρίδα επιβράδυνσης για κόμβο μορφής ρόμβου

Οι συνιστώμενες τιμές της απόστασης «Lf» για διαφορετικά επίπεδα φόρτου, στην περίπτωση χρήσης βοηθητικής οδού αναγράφονται στον επόμενο πίνακα.

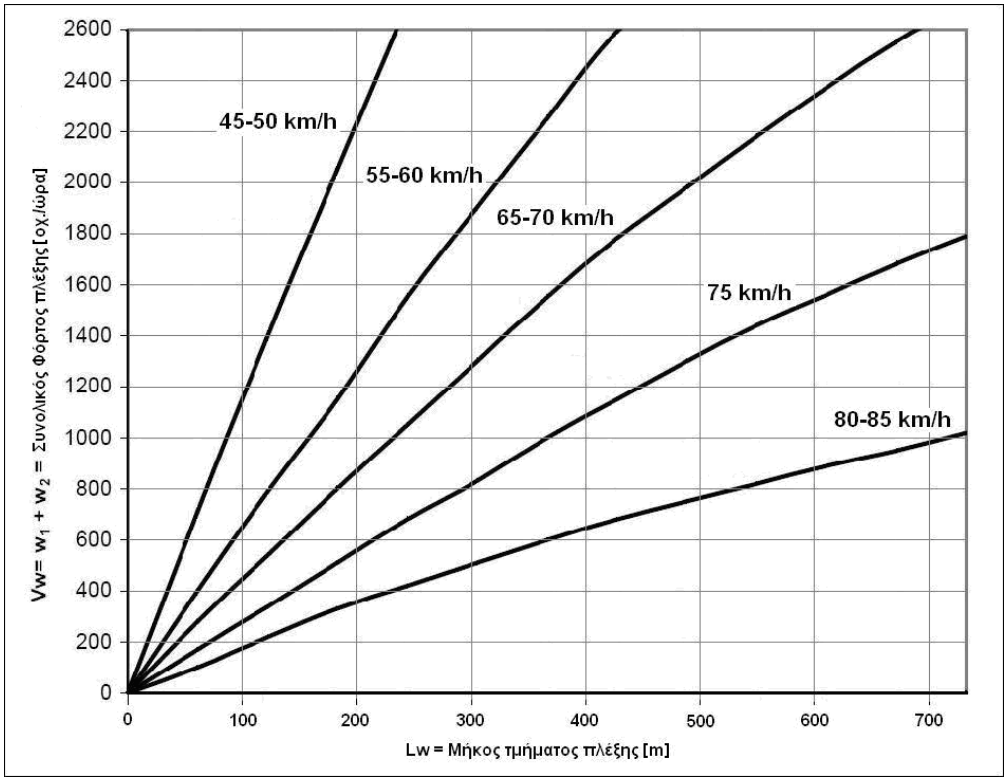
Πίνακας 4.4-1: Απόσταση μεταξύ συμβολής Κλάδου με Βοηθητική Οδό και διασταύρωσης με Δευτερεύουσα Οδό

Φόρτος Βοηθητικής Οδού [οχ/h]	**Φόρτος Κλάδου Εξόδου (69% του φόρτου της Βοηθητικής Οδού)** [οχ/h]	**Απόσταση** (1) [m]		
		Επιθυμητή	**Ελάχιστη**	**Απολύτως ελάχιστη**
200	140	152	116	79
400	275	171	140	110
600	410	192	152	122
800	550	210	165	131
1000	690	232	180	137
1200	830	265	195	146
1400	960	296	210	152
1600	1100	326	235	162
1800	1240	360	262	168
2000	1380	396	296	177

Πηγή: [MNDOT]

(1) Η ακριβής απαιτούμενη απόσταση υπολογίζεται μετά από κατάλληλη κυκλοφοριακή ανάλυση, συνυπολογίζοντας τις επιμέρους αναγκαίες αποστάσεις Lw, Ls, Lq (βλ. Σχήματα 4.4-2 και 4.4-3), ανάλογα με τους συμβαλλόμενους φόρτους, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κλάδου και της βοηθητικής οδού (αν υπάρχει), την παρουσία φωτεινής σηματοδότησης, ή τη σήμανση προτεραιότητας στη διασταύρωση με την εγκάρσια οδό, κτλ.

Ο υπολογισμός του απαιτούμενου μήκους πλέξης, Lw (μήκος πλέξης) (βλ. Σχήμα 4.4-2), μπορεί να γίνει και με τη χρήση του επόμενου νομογραφήματος. Γίνεται η παραδοχή ότι κατά τη συμβολή των δύο οδών οι οδηγοί έχουν αναπτύξει παρόμοιες ταχύτητες.



Πηγή: [Leisch 1982, Layton 1996]

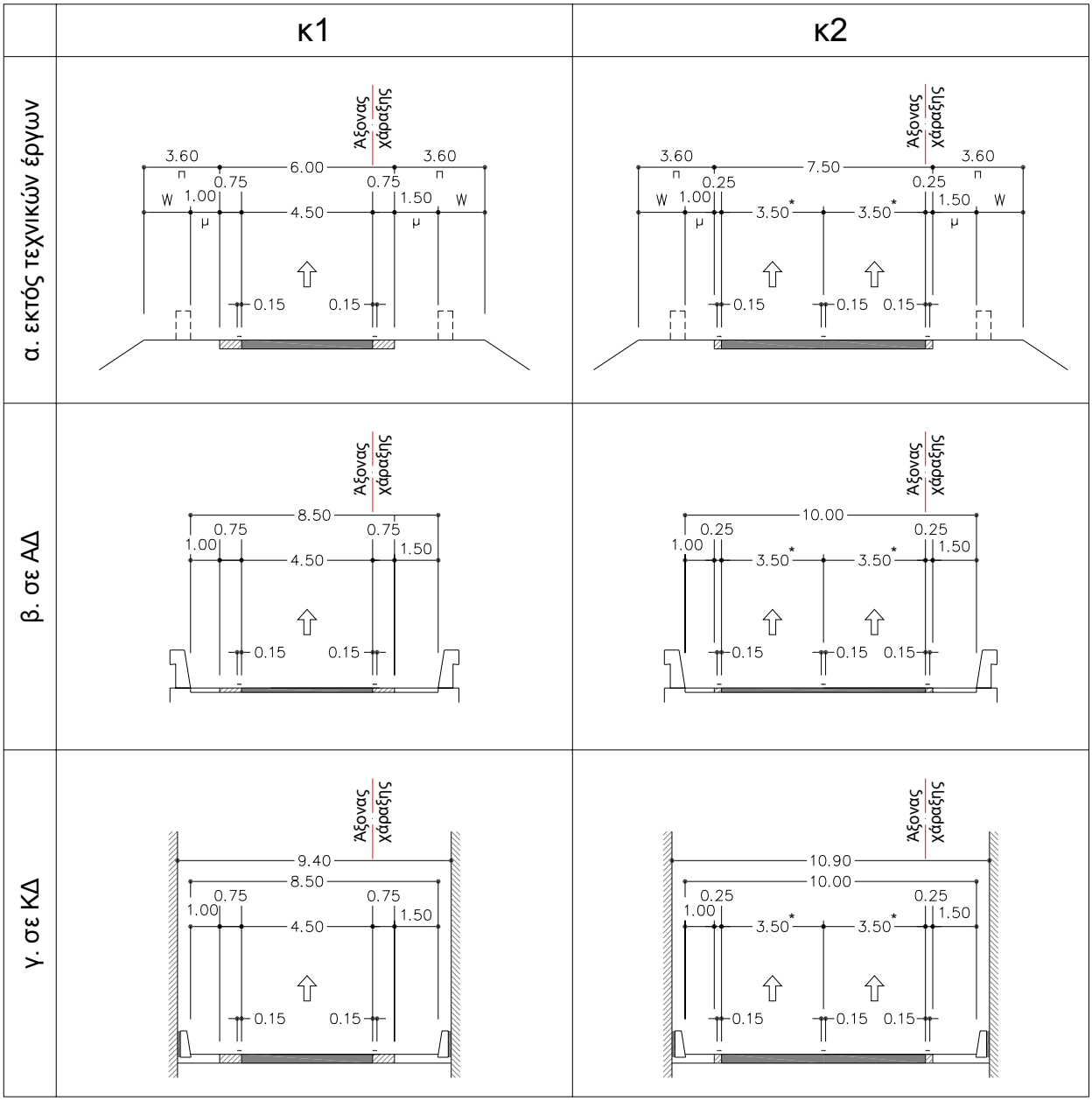
Σχήμα 4.4-4: Απαιτούμενο μήκος πλέξης Lw για συμβολή κλάδου με παράπλευρη οδό εξυπηρέτησης (Βοηθητική Οδό)

4.5 Τυπικές Διατομές Κλάδων και Επιλογή Τύπου Εξόδου και Εισόδου

Οι κλάδοι των κόμβων διακρίνονται στις κατηγορίες I και II (βλ. §4.6), ενώ οι εφαρμοζόμενες τυπικές διατομές σε αυτούς διακρίνονται σε 4 τύπους με ονομασίες κ1, κ2, κ3 και κ4. Η διαστασιολόγηση αυτών ορίζεται στα Σχήματα 4.5-1α και 1β.

Η επιλογή της τυπικής διατομής ενός κλάδου καθορίζεται σε σχέση με τους εξυπηρετούμενους φόρτους, το μήκος του και τη λειτουργία του ως ενιαίας κατεύθυνσης ή αντιθέτων κατευθύνσεων κυκλοφορίας (βλ. Πίνακα 4.5.1-1).

Ως κλάδοι κόμβου χαρακτηρίζονται οδικά τμήματα που συνδέονται, μέσω εξόδου και εισόδου, σε πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομου ή κλειστής οδού), ή σε δευτερεύοντα οδοστρώματα (άλλων κλάδων).



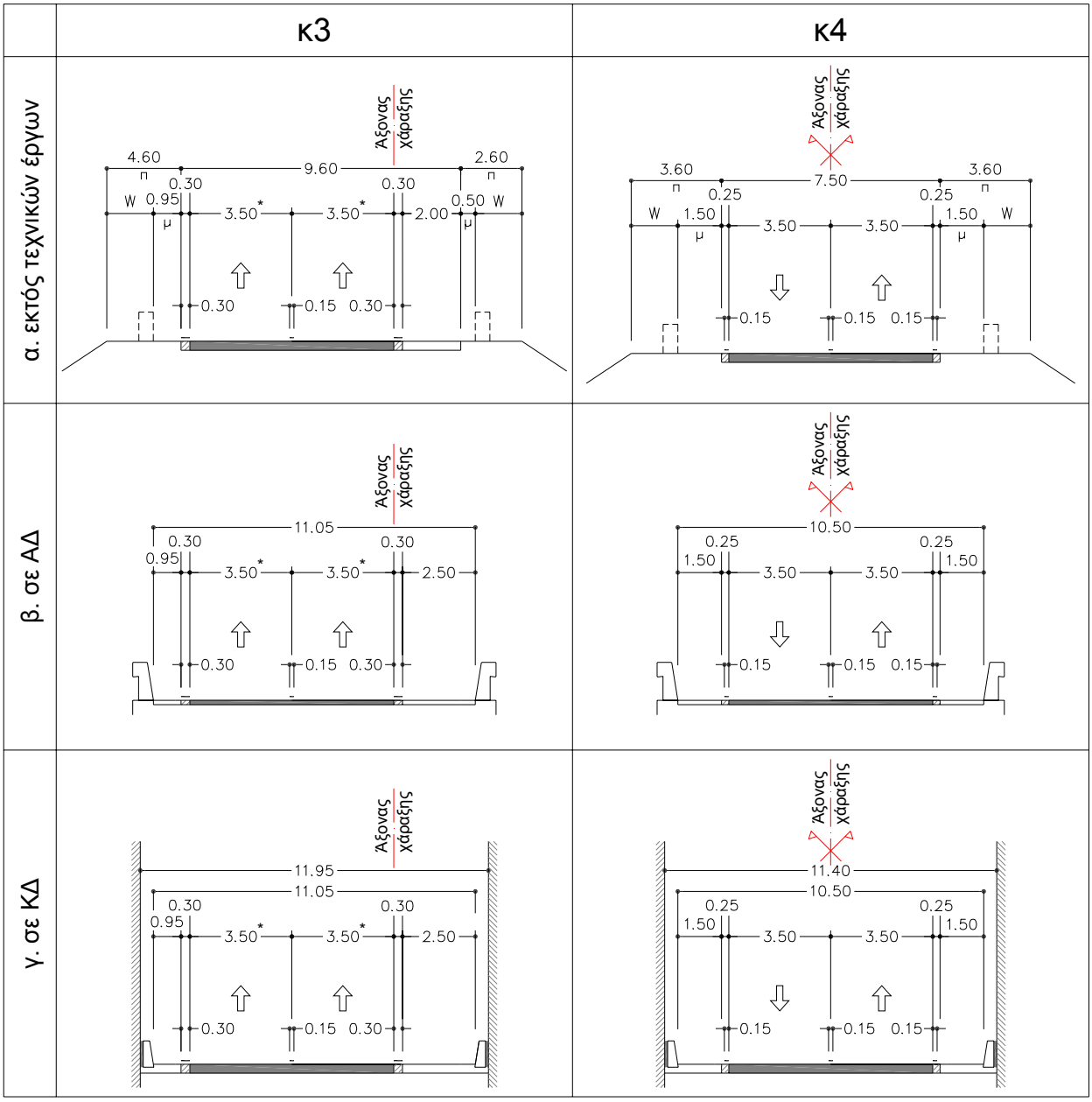
* : Σε αστικό αυτο/δρομο και σε τεταμένη χάραξη, επιτρέπεται μείωση πλάτους λωρίδας κυκλοφορίας σε 3,25 m

π : στην απόσταση δεν περιλαμβάνεται το πάχος της επένδυσης πρανών

W : είναι το ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος ώστε να καλύπτεται το λειτουργικό πλάτος του επιλεγμένου στηθαίου που θα τοποθετείται όταν χρειάζεται

Όταν R ≤ 130 m εφαρμόζεται διαπλάτυνση, σύμφωνα με ΟΜΟΕ-Χ, §9.6

Σχήμα 4.5-1α : Τυπικές διατομές κ1 και κ2



* : Σε αστικό αυτο/δρομο και σε τεταμένη χάραξη, επιτρέπεται μείωση πλάτους λωρίδας κυκλοφορίας σε 3,25 m

π : στην απόσταση δεν περιλαμβάνεται το πάχος της επένδυσης πρανών

W : είναι το ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος ώστε να καλύπτεται το λειτουργικό πλάτος του επιλεγμένου στηθαίου που θα τοποθετείται όταν χρειάζεται

Όταν R ≤ 130 m εφαρμόζεται διαπλάτυνση, σύμφωνα με ΟΜΟΕ-Χ, §9.6

Σχήμα 4.5-1β : Τυπικές διατομές κ3 και κ4

Πίνακας 4.5-1: Κυκλοφοριακή ικανότητα κλάδου μιας λωρίδας κυκλοφορίας

Στάθμη Εξυπηρέτησης	**% Φορτηγών στην ώρα αιχμής σχεδιασμού**	**Ταχύτητα μελέτης V_e** [km/h]											
		$V_e \leq 30$			$V_e \leq 40$			$V_e \leq 50\text{-}60$			$V_e \leq 80$		
		Κατά μήκος κλίση ανωφέρειας [%]											
		0 – 2	3 - 4	≥5	0 - 2	3 - 4	≥5	0 - 2	3 - 4	≥5	0 - 2	3 - 4	≥5
		Κυκλοφοριακή ικανότητα [οχ/ ώρα]											
ΣΕ - Β	0	800	800	800	1000	1000	1000	1100	1100	1100	1220	1220	1220
	5	760	720	700	950	900	870	1050	1000	950	1140	1090	1040
	10	720	670	610	910	830	770	1000	920	850	1090	1000	920
	20	670	570	500	830	720	620	920	780	690	1000	860	750
	30	610	500	420	770	620	530	850	690	580	920	750	630
ΣΕ - Γ	0	1000	1000	1000	1250	1250	1250	1400	1400	1400	1500	1500	1500
	5	950	900	870	1190	1140	1090	1330	1270	1220	1420	1360	1300
	10	910	830	770	1140	1040	960	1270	1170	1080	1360	1250	1150
	20	830	720	620	1040	890	780	1170	1000	870	1250	1070	940
	30	770	620	530	960	780	660	1080	880	740	1150	940	790
Πολλαπλασιαστικός συντελε-στής για τον προσδιορισμό της ικανότητας κλάδου 2 λωρίδων		1,7			1,8			1,9			2,0		

Σημείωση :

1. Για κατωφέρειες χρησιμοποιούνται οι τιμές που αντιστοιχούν σε ανωφέρεια 0 έως 2%
2. Για την ικανότητα σε Στάθμη Εξυπηρέτησης Ε, πολλαπλασιάζονται επί 1,25 οι τιμές της ΣΕ-Γ του Πίνακα

Πηγή : FHWA, capacity analysis for design and operation of freeway facilities

4.5.1 Έξοδοι και είσοδοι σε πρωτεύοντα οδοστρώματα

Ο σχεδιασμός των τύπων εξόδου (Εξ) και εισόδου (Ει) σε πρωτεύοντα οδοστρώματα ορίζονται αντίστοιχα στα Σχήματα 4.8.1α έως 1ε και 4.9.1α έως 1γ.

Ανάλογα με την κατηγορία των κλάδων (I ή II), η διαδικασία για την επιλογή της κατάλληλης τυπικής διατομής, ακολουθεί τα βήματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.5.1-1. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζεται και η διαδικασία επιλογής του τύπου εξόδου του κλάδου με αντίστοιχα βήματα. Αντίστοιχα, για την επιλογή του τύπου εισόδου του κλάδου ακολουθούνται τα βήματα του Πίνακα 4.5.1-2.

Η αναλυτική κυκλοφοριακή ικανότητα των κλάδων προκύπτει ανάλογα με την απαιτούμενη Στάθμη Εξυπηρέτησης σχεδιασμού, τη σύνθεση της κυκλοφορίας (ποσοστό φορτηγών στην ώρα αιχμής), την ταχύτητα μελέτης και την κατά μήκος κλίση (βλ. Πίνακα 4.5-3).

Πίνακας 4.5.1-1 : Διαδικασία επιλογής τυπικής διατομής κλάδου και τύπου εξόδου

<table>
<tr><th>Βήματα</th><th colspan="9">Ελεγχόμενα κριτήρια</th></tr>
<tr><td colspan="10">Κατηγορία Κλάδων I (σε πρωτεύοντες κόμβους)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="9">Φόρτος σχεδιασμού ≤1350 οχ/ώρα</td></tr>
<tr><td colspan="4">ΝΑΙ</td><td colspan="5">ΟΧΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="3">Μήκος κλάδου L≤500 m</td><td colspan="6" rowspan="2">X</td></tr>
<tr><td colspan="2">ΝΑΙ</td><td>ΟΧΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td colspan="9">Επιλογή τυπικής διατομής κλάδων</td></tr>
<tr><td colspan="2">κ1</td><td colspan="2">κ2</td><td colspan="5">κ3 (1)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td colspan="9">Αφαιρείται λωρίδα μετά την έξοδο (2)</td></tr>
<tr><td>ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td><td>ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td><td colspan="2">ΟΧΙ</td><td colspan="3">ΝΑΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td rowspan="3">X</td><td rowspan="3">X</td><td rowspan="3">X</td><td rowspan="3">X</td><td colspan="2">Φόρτος σχεδιασμού >2300 οχ/ώρα</td><td colspan="3">Αφαιρούνται περισσότερες από 1 λωρίδα (2)</td></tr>
<tr><td>ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td><td colspan="2">ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td></tr>
<tr><td colspan="3">Επόμενη έξοδος από τον κλάδο σε απόσταση <250 m</td><td rowspan="2">X</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">X</td><td rowspan="2">X</td><td rowspan="2">X</td><td rowspan="2">X</td><td rowspan="2">X</td><td rowspan="2">X</td><td>ΝΑΙ</td><td>ΟΧΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td colspan="9">Επιλογή τύπου εξόδου</td></tr>
<tr><td>Εξ1</td><td>Εξ6</td><td>Εξ1*</td><td>Εξ6*</td><td>Εξ2</td><td>Εξ3</td><td>Εξ4 (3)</td><td>Εξ5</td><td>Εξ8</td></tr>
<tr><td colspan="10">Κατηγορία Κλάδων II (σε δευτερεύοντες κόμβους)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="9">Φόρτος σχεδιασμού ≤1350 οχ/ώρα</td></tr>
<tr><td colspan="6">ΝΑΙ</td><td colspan="3">ΟΧΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="9">Παράλληλη χάραξη κλάδων αντίθετων κατευθύνσεων</td></tr>
<tr><td colspan="3">ΟΧΙ</td><td colspan="3">ΝΑΙ</td><td colspan="2">ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td colspan="3" rowspan="2">X</td><td colspan="2">Μήκος παράλληλης χάραξης <125 m</td><td colspan="2" rowspan="2">X</td><td rowspan="2">X</td></tr>
<tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΟΧΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td colspan="9">Επιλογή τυπικής διατομής κλάδων</td></tr>
<tr><td colspan="3">κ1</td><td>κ1+Ν+κ1 (4)</td><td>κ4</td><td colspan="2">κ2</td><td>κ2+Ν+κ2 (4)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td colspan="2">Αφαιρείται λωρίδα (2)</td><td rowspan="2">X</td><td rowspan="2">X</td><td colspan="2">Αφαιρείται λωρίδα (2)</td><td rowspan="4" colspan="2">X</td></tr>
<tr><td>ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td><td>ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td colspan="2">Επιλογή τύπου εξόδου</td><td rowspan="2">X</td><td rowspan="2">X</td><td colspan="2">Επιλογή τύπου εξόδου</td></tr>
<tr><td>Εξ1</td><td>Εξ6</td><td>Εξ2</td><td>Εξ7</td></tr>
</table>

X: Παραλειπόμενο βήμα

(1) Στους συνδετήριους κλάδους κόμβων μορφής Y, που δημιουργούνται απευθείας από το ελεύθερο οδικό τμήμα ή συμβάλλουν σε αυτό, χρησιμοποιείται αντί της τυπικής διατομής κ3 η τυπική διατομή του πρωτεύοντος οδοστρώματος. Σε άλλες μορφές κόμβων μπορεί ομοίως να αντικαθιστάται η τυπική διατομή κ3 ανάλογα με τους εξυπηρετούμενους φόρτους.

(2) Η αφαίρεση λωρίδας πέραν της εξόδου εφαρμόζεται όταν ο φόρτος σχεδιασμού (για Στάθμη Εξυπηρέτησης Γ) των διερχόμενων λωρίδων απαιτεί λιγότερες κατά μια ή περισσότερες λωρίδες.

(3) Ο τύπος Εξ4 σε συνδυασμό με την προβλεπόμενη κατακόρυφη σήμανση επιβάλλει την προδιαλογή της χρήσης της μιας εκ των 2 λωρίδων του κλάδου, ανάλογα με τους προορισμούς που θα επιλέξει ο χρήστης στην επόμενη έξοδο από τον κλάδο.

(4) Οι τυπικές διατομές των διαχωρισμένων επιφανειών κυκλοφορίας με κεντρική νησίδα πλάτους N≥2,0 m θα διαμορφώνονται ανά κατεύθυνση με την τυπική διατομή που αντιστοιχεί στον κλάδο εξόδου και εισόδου. Δηλαδή, μπορεί να διαμορφώνεται, π.χ. διατομή κ2+N+κ1 ή κ1+N+κ2

Πίνακας 4.5.1-2 : Διαδικασία επιλογής τύπου εισόδου

Βήματα	**Ελεγχόμενα κριτήρια**					
1	Δεδομένη τυπική διατομή κλάδου κατηγορίας I ή II					
	κ1		κ2		κ3	
2	Προστίθεται λωρίδα μετά την είσοδο (1)					
	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ
3	Επιλογή τύπου εισόδου					
	Ει1	Ει3	Ει2	Ει3(2)	Ει4	Ει5

(1) Η προσθήκη λωρίδας πέραν της εισόδου εφαρμόζεται όταν ο φόρτος σχεδιασμού (για Στάθμη Εξυπηρέτησης Γ) των διερχόμενων λωρίδων απαιτεί επιπλέον μία ή περισσότερες λωρίδες.

(2) Λαμβάνοντας υπόψη την απαιτούμενη διαμόρφωση στην είσοδο σύμφωνα με τον τύπο εισόδου Ει2.

4.5.2 Έξοδοι και είσοδοι σε δευτερεύοντα οδοστρώματα

Ο σχεδιασμός των τύπων εξόδου (ΕξΡ) και εισόδου (ΕιΡ) σε δευτερεύοντα οδοστρώματα ορίζονται αντίστοιχα στα Σχήματα 4.8.2α έως 2δ και 4.9.3α έως 3γ.

Η διαδικασία επιλογής του τύπου εξόδου ή εισόδου ακολουθεί τα βήματα που αναφέρονται αντίστοιχα στους Πίνακες 4.5.2-1 και 4.5.2-2.

Πίνακας 4.5.2-1: Διαδικασία επιλογής τύπου εξόδου από δευτερεύοντα οδοστρώματα (διανεμητήριους κλάδους)

<table>
<tr><th>Βήματα</th><th colspan="12">Ελεγχόμενα κριτήρια</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="12">Δεδομένη τυπική διατομή κλάδου εξόδου</td></tr>
<tr><td colspan="2">κ1</td><td colspan="6">κ2</td><td colspan="4">κ3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="2">Υπεραστικός αυτο/δρομος</td><td colspan="6">Φε>1350 οχ/ώρα</td><td colspan="4">Φε>1350 οχ/ώρα</td></tr>
<tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΟΧΙ</td><td colspan="5">ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td><td colspan="2">ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td colspan="4">Φδ>1350 οχ/ώρα</td><td rowspan="2">Χ</td><td colspan="2">Lδ>500 m</td><td rowspan="2">Χ</td></tr>
<tr><td colspan="2">ΟΧΙ</td><td colspan="2">ΝΑΙ</td><td>ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td colspan="3">Lδ>500 m</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td></tr>
<tr><td>ΟΧΙ</td><td colspan="2">ΝΑΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td colspan="2">Lε>500 m</td><td colspan="2">Lε>500 m</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td><td rowspan="2">Χ</td></tr>
<tr><td>ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td><td>ΟΧΙ</td><td>ΝΑΙ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td colspan="12">Επιλογή τύπου εξόδου</td></tr>
<tr><td>ΕξΡ1</td><td>ΕξΡ1[1] ή ΕξΡ1*</td><td>ΕξΡ2</td><td>ΕξΡ3</td><td>ΕξΡ3*</td><td>ΕξΡ3</td><td>ΕξΡ3*</td><td>ΕξΡ4</td><td>ΕξΡ3</td><td>ΕξΡ3*</td><td>ΕξΡ4</td></tr>
</table>

Χ: Παραλειπόμενο βήμα

Φδ: Διερχόμενος φόρτος

Φε: Εξερχόμενος φόρτος

Lδ: Μήκος διερχόμενου κλάδου

Lε: Μήκος εξερχόμενου κλάδου

[1]: Προεκτιμώμενος τύπος εξόδου αντί του Εξ/Ρ1*

Πίνακας 4.5.2-2: Διαδικασία επιλογής τύπου εισόδου

Βήματα	**Ελεγχόμενα κριτήρια**												
1	Δεδομένη τυπική διατομή κλάδου εισόδου												
	κ1					κ2							κ3
2	Δεδομένη τυπική διατομή κλάδου διερχόμενου												X
	κ1		κ2		κ3	κ1			κ2			κ3	
3	Φδ+Φσ≤1350		Φδ≤1350		X	Φδ+Φσ≤1350			Φδ≤1350			X	X
	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ		ΝΑΙ	ΟΧΙ		ΝΑΙ		ΟΧΙ		
4	X	X	X	X	X	X	Φσ≤1350		Φσ≤1350		X	X	X
							ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ			
5	Επιλογή τύπου εισόδου												
	ΕιΡ1	ΕιΡ2	ΕιΡ2[1]	ΕιΡ3	ΕιΡ3	ΕιΡ1[1]	ΕιΡ2[1]	ΕιΡ4[2]	ΕιΡ2[1]	ΕιΡ4[2]	ΕιΡ3	ΕιΡ3	ΕιΡ4[2]

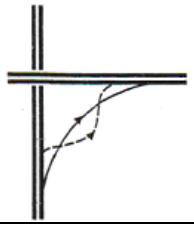
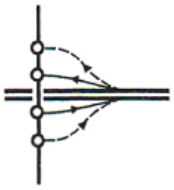
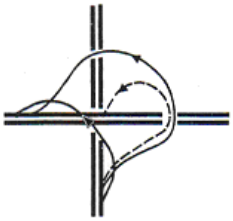
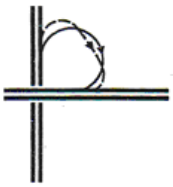
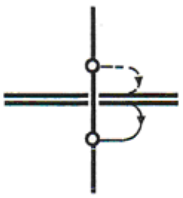
[1] Λαμβάνοντας υπόψη την απαιτούμενη διαμόρφωση στην είσοδο σύμφωνα με τον τύπο εισόδου Ει2.

[2] Επειδή Φδ<Φς, αντί του τύπου ΕιΡ4 συνιστάται η εφαρμογή μιας εκ των δυο εναλλακτικών του Σχήματος 4.9-4

4.6 Στοιχεία Μελέτης Κλάδων Κόμβων

Οι 3 τύποι των κλάδων (κατευθυντήριος, ημικατευθυντήριος και ανακάμπτων), ανάλογα με τη σύνδεση που εκτελούν διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες, όπως δείχνεται στον επόμενο πίνακα, όπου ορίζονται και τα πεδία τιμών των συνιστώμενων ταχυτήτων «Vκ» στις εξόδους και εισόδους των κλάδων από τη μία οδό στην άλλη του ανισόπεδου κόμβου.

Πίνακας 4.6-1: Τύποι κλάδων και κατηγορίες κλάδων με συνιστώμενες ταχύτητες

Τύπος κλάδου	**Κατηγορία κλάδων I (σύνδεση αυτοκινητοδρόμων)**	**Κατηγορία κλάδων II (σύνδεση αυτο/δρόμου με άλλη οδό)**
Κατευθυντήριος	50 ≤ Vκ ≤ 60 (είσοδος) 60 ≤ Vκ ≤ 80 (έξοδος) 	40 ≤ Vκ ≤ 80 
Ημικατευθυντήριος	40 ≤ Vκ ≤ 60 	40 ≤ Vκ ≤ 60
Ανακάμπτων (βρόχος)	30 ≤ Vκ ≤ 50 (είσοδος) 40 ≤ Vκ ≤ 50 (έξοδος) 	30 ≤ Vκ ≤ 40 

Οι οριακές αποδεκτές τιμές των στοιχείων μελέτης για τους κλάδους των κόμβων προσδιορίζονται σε σχέση με την ταχύτητα μελέτης, σύμφωνα με τον Πίνακα 4.6-1.

4.6.1 Απόσταση ορατότητας στάσης σε κλάδους ΑΚ

Η απόσταση ορατότητας για στάση θα υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$S = V \cdot t / 3{,}6 + 0{,}039V^2 / (d + g \cdot s)$$ [Εξίσωση 4.6-1]

όπου:

V [km/h] : ταχύτητα V_{85}

t [s] : χρόνος αντίληψης – αντίδρασης οδηγού (λαμβάνεται 2)

d [m/s^2] : επιβράδυνση οχήματος (λαμβάνεται 3,7)

g [m/s^2] : επιτάχυνση βαρύτητας (λαμβάνεται 9,81)

s [m/m] : κατά μήκος κλίση

4.6.2 Ελάχιστες ακτίνες μηκοτομής σε κλάδους ΑΚ

Η ελάχιστη ακτίνα <u>κατακόρυφης κυρτής καμπύλης</u> H_K θα υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$H_K = S_h^2 / 2\left(\sqrt{h_A} + \sqrt{h_Z}\right)^2$$ [Εξίσωση 4.6-2]

όπου:

S_h [m] : απόσταση ορατότητας

h_A [m] : ύψος οφθαλμού οδηγού μικρού επιβατηγού οχήματος (για τους κλάδους κόμβου λαμβάνεται 1,0 m)

h_Z [m] : ύψος εμποδίου για τους κλάδους κόμβου, σε θέσεις οριζόντιων καμπυλών με ακτίνες R<125 m και με ταχύτητες V≤60 km/h, ο οδηγός πρέπει να βλέπει τις οριογραμμές κυκλοφορίας, γι αυτό λαμβάνεται h_Z=0, ενώ για ταχύτητες V>60 km/h λαμβάνεται h_Z = 0,15 m.

Επομένως, η προηγούμενη εξίσωση γίνεται:

για ταχύτητες V≤60 km/h: $R = S_h^2 / 2$ [Εξίσωση 4.6-3]

για ταχύτητες V>60 km/h: $R = S_h^2 / 3{,}85$ [Εξίσωση 4.6-4]

Η ελάχιστη ακτίνα <u>κατακόρυφης κοίλης καμπύλης</u> H_W θα υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$H_W = S_h^2 / (2h_\Pi + 0{,}035 \times S_h)$$ [Εξίσωση 4.6-5]

όπου:

S_h [m] : απόσταση ορατότητας

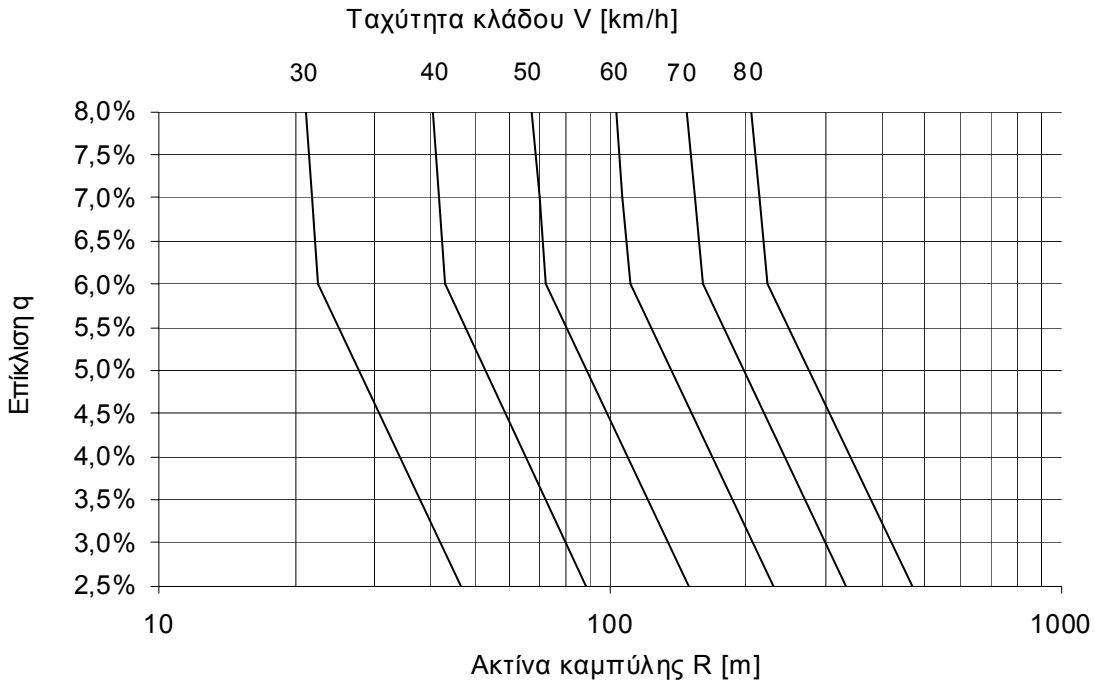
h_Π [m] : ύψος προβολέων οχήματος (λαμβάνεται 0,6)

Προς όφελος της αναγνωρισιμότητας της αιχμής νησίδας θα πρέπει να επιδιώκεται γωνία μερισμού τουλάχιστον 12 gon. Στα διανεμητήρια οδοστρώματα, για την επίτευξη αυτής της τιμής ενδέχεται να απαιτείται η εφαρμογή συναρμογής. Όταν δεν είναι δυνατόν να αποφευχθεί χαμηλότερη τιμή, θα πρέπει να τηρούνται οπωσδήποτε τα 6 gon. Οι κλάδοι εισό-

δου θα πρέπει να συμβάλλουν, κατά το δυνατόν, με μικρή γωνία συμβολής (3 gon έως 5 gon) στις διερχόμενες λωρίδες κυκλοφορίας.

4.6.3 Επικλίσεις σε κλάδους ΑΚ

Στο οδόστρωμα των κλάδων εφαρμόζεται μονοκλινής εγκάρσια κλίση. Η επίκλιση στις στροφές εφαρμόζεται με την κατωφέρεια προς την εσωτερική πλευρά. Κατ' εξαίρεση, προς αποφυγή τμημάτων προσαρμογής των επικλίσεων με στροφή του οδοστρώματος γύρω από τον άξονα περιστροφής, επιτρέπεται επίκλιση 2,5 % με κατωφέρεια προς την εξωτερική πλευρά, εφόσον εφαρμόζεται η κατάλληλη ακτίνα στροφής από τον επόμενο Πίνακα 4.6.3-1 και το επόμενο Σχήμα 4.6.3-1.



Σχήμα 4.6.3-1: Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε κλάδους κόμβων

Πίνακας 4.6.3-1: Ελάχιστες ακτίνες καμπυλών εφαρμογής αρνητικής επίκλισης (-2,5%)

V [km]	30	40	50	60	70	80
R [m]	90	170	300	500	750	1100

Η προσαρμογή των επικλίσεων με στροφή του οδοστρώματος θα πρέπει να επιτελείται κατά το δυνατόν εντός των τόξων συναρμογής. Δεν απαιτείται να εφαρμόζεται μέγιστη κλίση υπερύψωσης στην περιοχή μηδενικής επίκλισης, αντίθετα απαιτείται η εφαρμογή ελάχιστης κλίσης υπερύψωσης για την διασφάλιση της εγκάρσιας στράγγισης.

4.6.4 Οριακές τιμές στοιχείων κλάδων κόμβων

Πίνακας 4.6.4-1: Οριακές τιμές των στοιχείων μελέτης κλάδων ανισόπεδων κόμβων

Στοιχεία μελέτης					**Καθοριστική ταχύτητα**	**Οριακές τιμές των στοιχείων μελέτης σύμφωνα με την καθοριστική ταχύτητα V_e ή V_{85}** [km/h]					
						30	40	50	60	70	80
1					*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Οριζοντιογραφία	Ελάχιστη ακτίνα καμπύλης[1]	max q = 7%	min R	[m]	V_e	22	42	69	107	155	214
		min q=2,5%				47	90	149	230	335	465
	Ελάχιστη παράμετρος κλωθοειδούς		min A	[-]	V_e	[2]					
	Ελάχιστη ακτίνα καμπύλης για την εφαρμογή αρνητικής επίκλισης -2,5%[1] [3]		min R	[m]	V_{85}	90	170	300	500	750	1.100
Μηκοτομή	Μέγιστη κατά μήκος κλίση:	ανωφέρεια	max s	[%]	V_e	+6,0					
		κατωφέρεια	max s	[%]		-7,0					
	Ελάχιστη ακτίνα καμπύλης: για τις ελάχιστες τιμές S_h	κυρτή [4]	min H_K	[m]	V_e	350	800	1.500	2.500	2.500	3.500
		κοίλη [4]	min H_W	[m]	V_e	300	600	1.000	1.400	2.000	2.500
Διατομή	Ελάχιστη επίκλιση		min q	[%]	V_{85}	2,5					
	Μέγιστη επίκλιση		max q	[%]	V_{85}	7,0 (κατ' εξαίρεση 8,0)					
	Μέγιστη πρόσθετη κλίση οριογραμμών[5]	α<4,0 m	max Δ_s	[%]	V_e	0,5α			0,4α		0,25α
		α≥4,0 m				2,0			1,6		1,0
	Ελάχιστη πρόσθετη κλίση οριογραμμών[6]		min Δ_s	[%]	-	0,1 α					
	Μέγιστη λοξή κλίση[7]		max p	[%]	V_e	9,0					
Ορατότητα	Ελάχιστο μήκος ορατότητας για στάση σε κατά μήκος κλίση 0%		min S_h	[m]	V_{85}	25	40	55	70	90	115
	Ελάχιστο μήκος ορατότητας για απόφαση σε κατά μήκος κλίση 0%[8]		min S_d	[m]	V_{85}	70	95	125	160	190	225

(1) Σε κλάδους μιας λωρίδας κυκλοφορίας η ελάχιστη ακτίνα θα εφαρμόζεται στην οριογραμμή κυκλοφορίας που βρίσκεται στην εσωτερική πλευρά της καμπύλης (δηλ. που μπορεί να μην συμπίπτει με την καμπύλη επί του άξονα χάραξης).

(2) Η παράμετρος της κλωθοειδούς πρέπει να είναι R/3 ≤ A < R. Για το τόξο που βρίσκεται στην περιοχή της αιχμής νησίδας, για λόγους έγκαιρης αναγνωρισιμότητας της ακτίνας καμπύλης που έπεται, θα πρέπει να επιδιώκεται η χρήση κατά το δυνατόν μικρών παραμέτρων κλωθοειδούς. Όμως σε κλάδους εξόδου με μορφή βρόχου και με ακτίνες κύριου τόξου 40 m έως 60 m, θα εφαρμόζεται παράμετρος κλωθοειδούς A ≈ R, προκειμένου να επιτυγχάνεται περιστροφή του οδοστρώματος μέσα στο τόξο συναρμογής.

(3) Επιτρέπεται να εφαρμόζεται σε περιοχές μερισμού κλάδου από το οδόστρωμα του αυτοκινητόδρομου.

(4) Οι αναγραφόμενες τιμές προσδιορίζονται με βάση τις τιμές του ελάχιστου μήκους ορατότητας S_h. Στην πραγματικότητα οι τιμές S_h πρέπει να υπολογίζονται ανάλογα με τη μέση κατά μήκος κλίση στην περιοχή της εκάστοτε καμπύλης.

(5) α = απόσταση του άξονα περιστροφής της επιφάνειας κυκλοφορίας από την οριογραμμή της λωρίδας κυκλοφορίας (δεν περιλαμβάνεται το πλάτος των ερεισμάτων)

(6) Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η κλίση της μηκοτομής, ώστε να μην προκύπτει στην επιφάνεια του οδοστρώματος γραμμή μηδενικής κλίσης (αποφυγή λιμνάσματος ομβρίων), ιδιαίτερα σε 2-ιχνους κλάδους. Ο περιορισμός δε ισχύει σε μονόιχνους κλάδους.

(7) Πρέπει να τηρείται ελάχιστη λοξή κλίση 0,5%.

(8) Η τιμή S_d υπολογίζεται με την ίδια εξίσωση που υπολογίζεται η Sh, μόνο που λαμβάνεται ως χρόνος αντίληψης – αντίδρασης τα 7s αντί των 2s.

4.7 Λωρίδες Επιβράδυνσης και Επιτάχυνσης

Οι λωρίδες επιβράδυνσης κι επιτάχυνσης πριν και μετά τους κλάδους, αντίστοιχα, των ανισόπεδων κόμβων θα πρέπει να παρέχουν στους οδηγούς τη δυνατότητα έγκαιρης αναγνώρισης της διάταξης του κόμβου, αλλά και το χώρο και χρόνο για τους απαραίτητους ελιγμούς για την προσαρμογή της ταχύτητας και της θέσης τους ανάλογα με την οδό στην οποία πρόκειται να εισέλθουν.

Η αλλαγή της ταχύτητας (επιβράδυνση/επιτάχυνση) κατά την έξοδο/είσοδο από/προς την κύρια οδό γίνεται κατά μήκος μιας λωρίδας (ή λωρίδων) που προστίθεται παράλληλα με τις διερχόμενες λωρίδες της κύριας οδού. Επιπλέον, σε κλάδους εξόδου πρέπει να ελέγχεται και το διαθέσιμο μήκος επιβράδυνσης μέχρι την επόμενη θέση όπου απαιτείται μείωση (ενδεχομένως και μηδενισμός, σε πρόσβαση ισόπεδου κόμβου) της ταχύτητας.

Για την επίτευξη του επιθυμητού επιπέδου οδικής ασφάλειας, στη θέση διαχωρισμού του κλάδου εξόδου από τον αυτοκινητόδρομο, πρέπει να εφαρμόζεται η ελάχιστη οριζόντια καμπύλη με την οποία (σε συνδυασμό με την εφικτή εφαρμοζόμενη επίκλιση) επιτυγχάνεται ταχύτητα εξόδου επιθυμητή 80 km/h, ή ελάχιστη 60 km/h.

Το απαιτούμενο μήκος επιβράδυνσης και επιτάχυνσης αντίστοιχα υπολογίζεται από τις εξισώσεις:

Μήκος επιβράδυνσης:

$$L_d = \frac{(0{,}75 \cdot V_e)^2 - V_d^2}{26 \cdot (d + g \cdot s)}$$ [Εξίσωση 4.7-1]

Μήκος επιτάχυνσης:

$$L_a = \frac{(0{,}75 \cdot V_e)^2 - V_a^2}{26 \cdot (a - g \cdot s)}$$ [Εξίσωση 4.7-2]

όπου:

L_d	[m]	:	μήκος επιβράδυνσης
L_a	[m]	:	μήκος επιτάχυνσης
V_e	[km/h]	:	ταχύτητα μελέτης της διερχόμενης κυκλοφορίας
V_d	[km/h]	:	ταχύτητα μελέτης του κλάδου στη θέση εξόδου (σύμφωνα με τον Πίνακα 4.6-2)
V_a	[km/h]	:	ταχύτητα μελέτης του κλάδου στη θέση εισόδου
g	[m/s^2]	:	επιτάχυνση βαρύτητας
d	[m/s^2]	:	μέση επιβράδυνση υπολογισμού των επιβατηγών οχημάτων, λαμβάνεται ίση με 1,5 m/s^2
a	[m/s^2]	:	μέση επιτάχυνση υπολογισμού των επιβατηγών οχημάτων λαμβάνεται ίση με 1,0 m/s^2
s	[m/m]	:	κατά μήκος κλίση αυτοκινητοδρόμου (ανωφέρεια: +s, κατωφέρεια: -s)

Ανάλογα με το υπολογιζόμενο μήκος επιβράδυνσης (L_d) από την εξίσωση 4.7-1, ακολουθείται η διαδικασία του επόμενου Πίνακα 4.7-1.

Πίνακας 4.7-1: Διαδικασία ελέγχου μηκών επιβράδυνσης

1	$L_d \leq 250$ m			
	ΝΑΙ		ΟΧΙ	
2	επιλογή ενεργειών			
	ΚΑΜΙΑ		(1)	
3	$L_\delta \geq L_d^*$ (3)			
	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
4	επιλογή ενεργειών			
	ΚΑΜΙΑ	(2)	ΚΑΜΙΑ	(2)

(1) Αύξηση της ακτίνας του κλάδου στην έξοδο, ώστε με τη νέα V_d (που αντιστοιχεί σε αυτή) να προκύπτει από την εξίσωση 4.7-1, $L_d \leq 250$ m

(2) Βελτίωση της χάραξης του κλάδου με αύξηση της R_K, ενδεχομένως και σε συνδυασμό με την κατά μήκος κλίση (s_K), ώστε να προκύπτει $L_\delta \geq L_d^*$

(3) L_δ [m] : διαθέσιμο μήκος επιβράδυνσης (βλ. Σχήμα 4.7-1) και

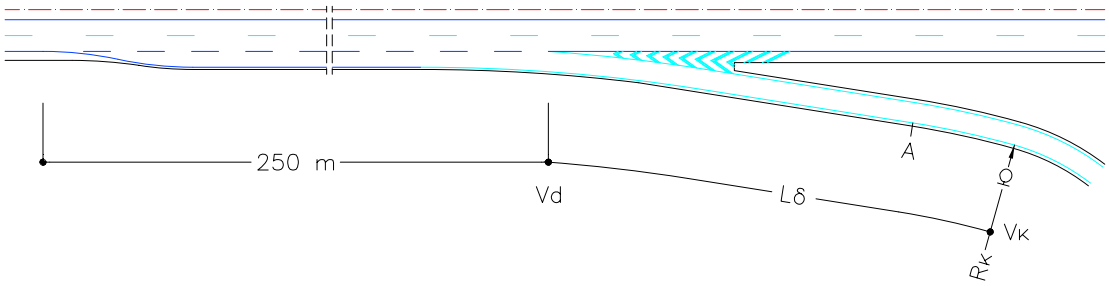
$$L_d^* = \frac{V_d^2 - V_K^2}{26\left(d + g \cdot s_K\right)}$$

όπου:

L_d^* [m] : απαιτούμενο μήκος για την επιβράδυνση από την ταχύτητα V_d (στη θέση εξόδου) μέχρι την ταχύτητα V_K στη θέση Ω

V_K [km/h] : ταχύτητα στη θέση Ω της πρώτης καμπύλης ακτίνας R_K του κλάδου (βλ. Σχήμα 4.7-1)

s_K [m/m] : κατά μήκος κλίση κλάδου (ανωφέρεια: $+s_K$, κατωφέρεια: $-s_K$)



Σχήμα 4.7-1: Μήκη επιβράδυνσης

Ανάλογα με το υπολογιζόμενο μήκος επιτάχυνσης (L_a) από την εξίσωση 4.7-2, ακολουθείται η διαδικασία του επόμενου Πίνακα 4.7-2.

Πίνακας 4.7-2: Διαδικασία ελέγχου μηκών επιτάχυνσης

1	Υπολογίζεται η V_a (1) για L_a = 250 m (2) και ελέγχεται αν $V_a \leq V_\varepsilon$ (3)	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ
2	επιλογή ενεργειών	
	ΚΑΜΙΑ	(4)

(1) Ελάχιστη ταχύτητα σε θέση συμβολής του κλάδου (ώστε τα οχήματα να μπορεί να εισέλθουν στην παράπλευρη διερχόμενη λωρίδα του αυτοκινητοδρόμου), η οποία υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$V_a = \sqrt{(0{,}75 \cdot V_e)^2 - 26 \cdot L_a \cdot (a - g \cdot s)}$$

(2) Για αστικούς αυτοκινητοδρόμους ή κλειστές οδούς μπορεί να λαμβάνεται L_a = 150 m

(3) V_ε : η ταχύτητα του κλάδου στη θέση Ε, που υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$V_\varepsilon = \sqrt{V_K{}^2 + 26 \cdot L_\delta \cdot (a - g \cdot s_K)}$$

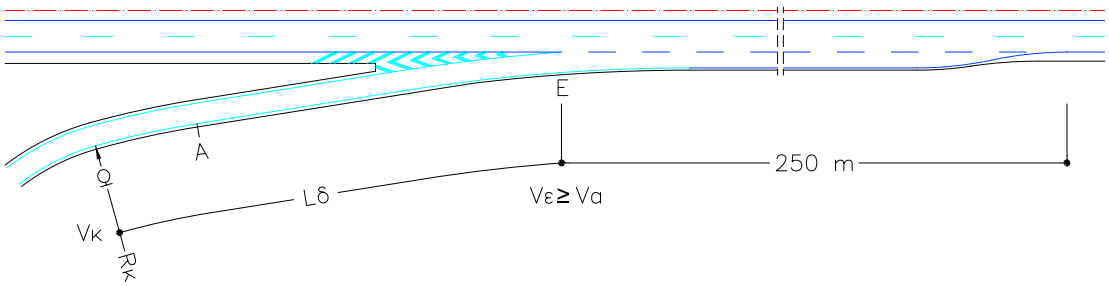
όπου:

L_δ [m] : διαθέσιμο μήκος επιτάχυνσης (βλ. Σχήμα 4.7-2)

V_K [km/h] : ταχύτητα στη θέση Ω της τελευταίας καμπύλης ακτίνας R_K του κλάδου (βλ. Σχήμα 4.7-2)

s_K [m/m] : κατά μήκος κλίση κλάδου (ανωφέρεια: +s, κατωφέρεια: $-s_K$)

(4) Βελτίωση της χάραξης του κλάδου, ώστε στη θέση Ε να επιτυγχάνεται $V_\varepsilon \geq V_a$. Εφόσον αυτό δεν είναι εφικτό, θα πρέπει να επανεξετάζεται κατ' αρχήν ο σχεδιασμός του ανισόπεδου κόμβου σε συνδυασμό με τη δυνατότητα επιλογής νέας θέσης του. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις όπου, ο αυτοκινητόδρομος στη θέση του κόμβου παραμένει σε συνεχή ανωφέρεια ≥4%, επιτρέπεται η αύξηση του μήκους L_a σε 400 m, ή ακόμα και η εφαρμογή πρόσθετης λωρίδας κυκλοφορίας (κατ΄ επέκταση της λωρίδας επιτάχυνσης) σε όσο μήκος απαιτείται, προκειμένου να διατηρείται Στάθμη Εξυπηρέτησης Γ στο έτος σχεδιασμού του έργου. Εντούτοις, το σημείο εισόδου του κλάδου στον αυτοκινητόδρομο δεν πρέπει να βρίσκεται σε κατά μήκος κλίση ≥3%, εκτός εάν εξασφαλίζεται ότι η ταχύτητα εισόδου θα είναι ≥80 km/h.



Σχήμα 4.7-2: Μήκη επιτάχυνσης

4.8 Λεπτομέρειες Σχεδιασμού Εξόδων

Η έξοδος από πρωτεύον οδόστρωμα υλοποιείται με τις διαμορφώσεις των τύπων Εξ1 έως Εξ8 (βλ. Σχήματα 4.8-1α έως 1ε), ανάλογα με το διερχόμενο φόρτο στο πρωτεύον οδόστρωμα και το φόρτο που εξέρχεται από το σημείο εξόδου, καθώς και την κατηγορία (Ι ή ΙΙ) του κλάδου. Αντίστοιχα, η έξοδος από δευτερεύον οδόστρωμα υλοποιείται με τις διαμορφώσεις των τύπων ΕξΡ1 έως ΕξΡ4 και ΕξΡ1* (βλ. Σχήματα 4.8-2α έως 2δ).

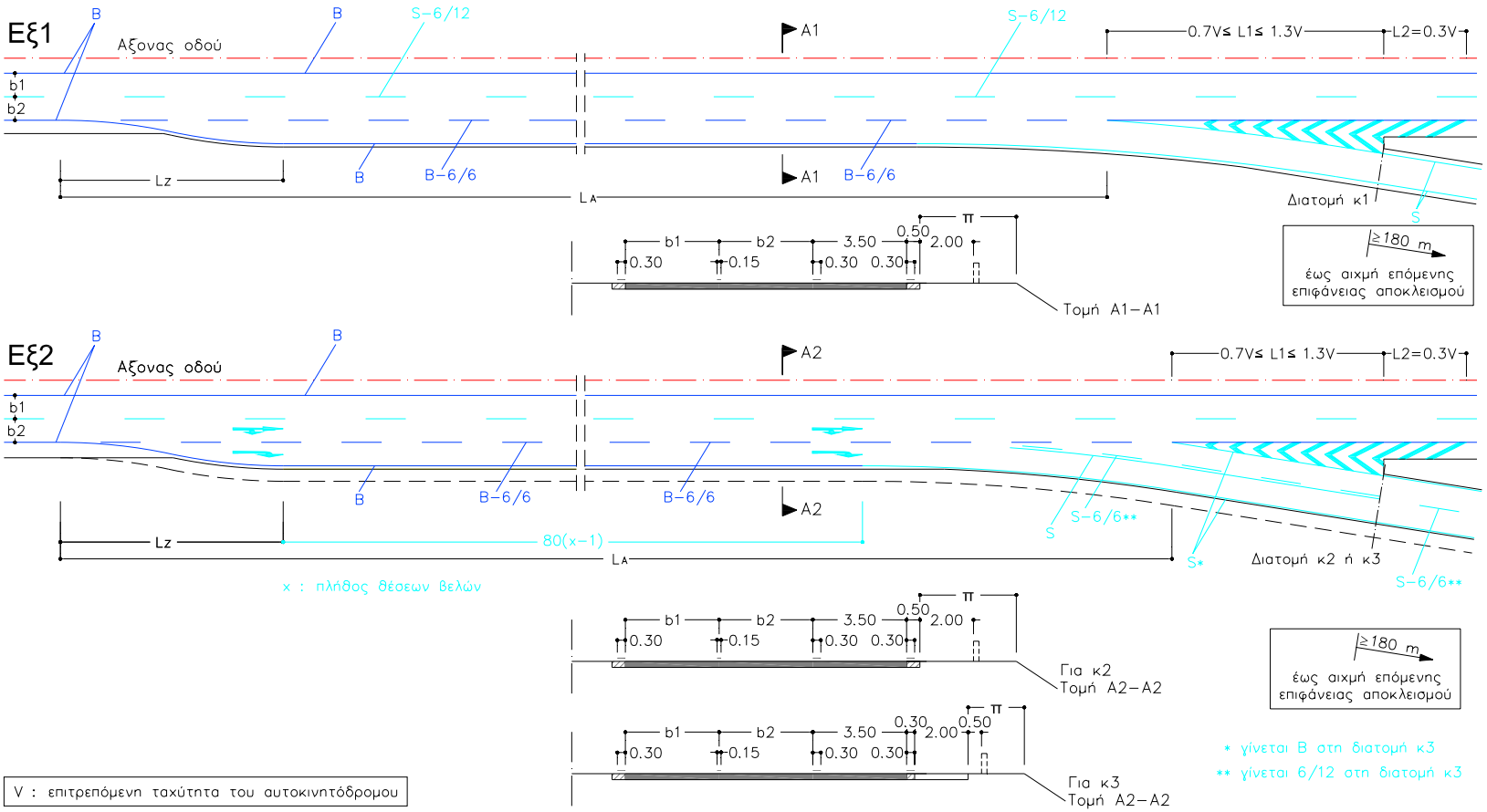
Τα μήκη των λωρίδων επιβράδυνσης «LA» και του αντίστοιχου taper «LZ» ορίζονται ανάλογα με την κατηγορία της οδού στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.8-1: Μήκη των μεγεθών LA και LZ σε εξόδους

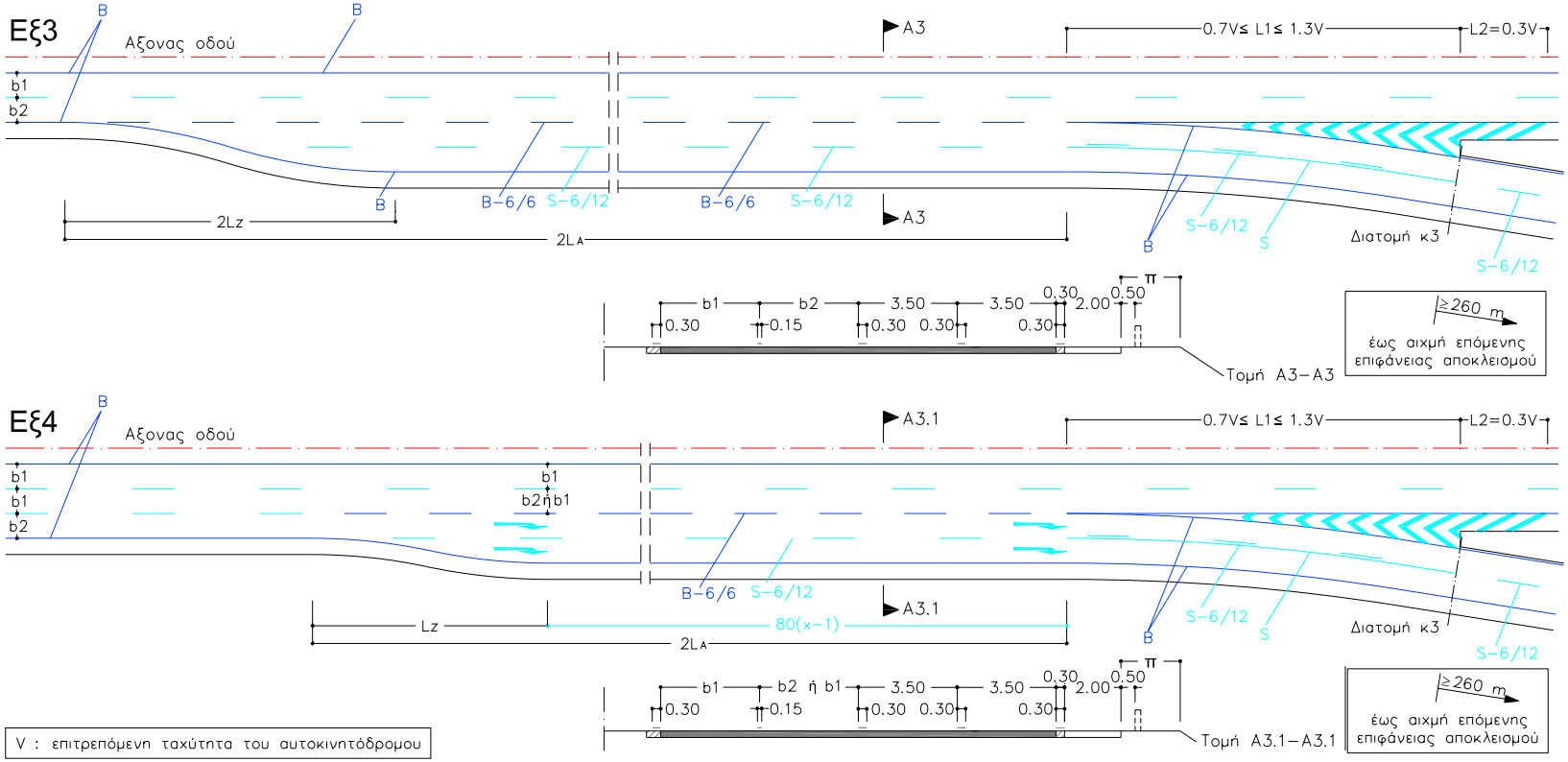
Μέγεθος	**Τύπος εξόδου**	**Αυτοκινητόδρομοι**	
		Υπεραστικοί	**Αστικοί** [(1)]
LA [m]	Όλοι οι τύποι Εξ	250	150
	ΕξΡ1 ΕξΡ3 (διατομή κ2) ΕξΡ4 (διατομή κ2)	150	100
	ΕξΡ1*	-	100
	ΕξΡ3 (διατομή κ3) ΕξΡ4 (διατομή κ3)	200	125
LZ [m]	Όλοι οι τύποι	60	30

(1) Μπορεί να είναι και κλειστή οδός

Το μήκος L1 της τριγωνικής επιφάνειας αποκλεισμού θα επιλέγεται από τον Πίνακα 4.11-1

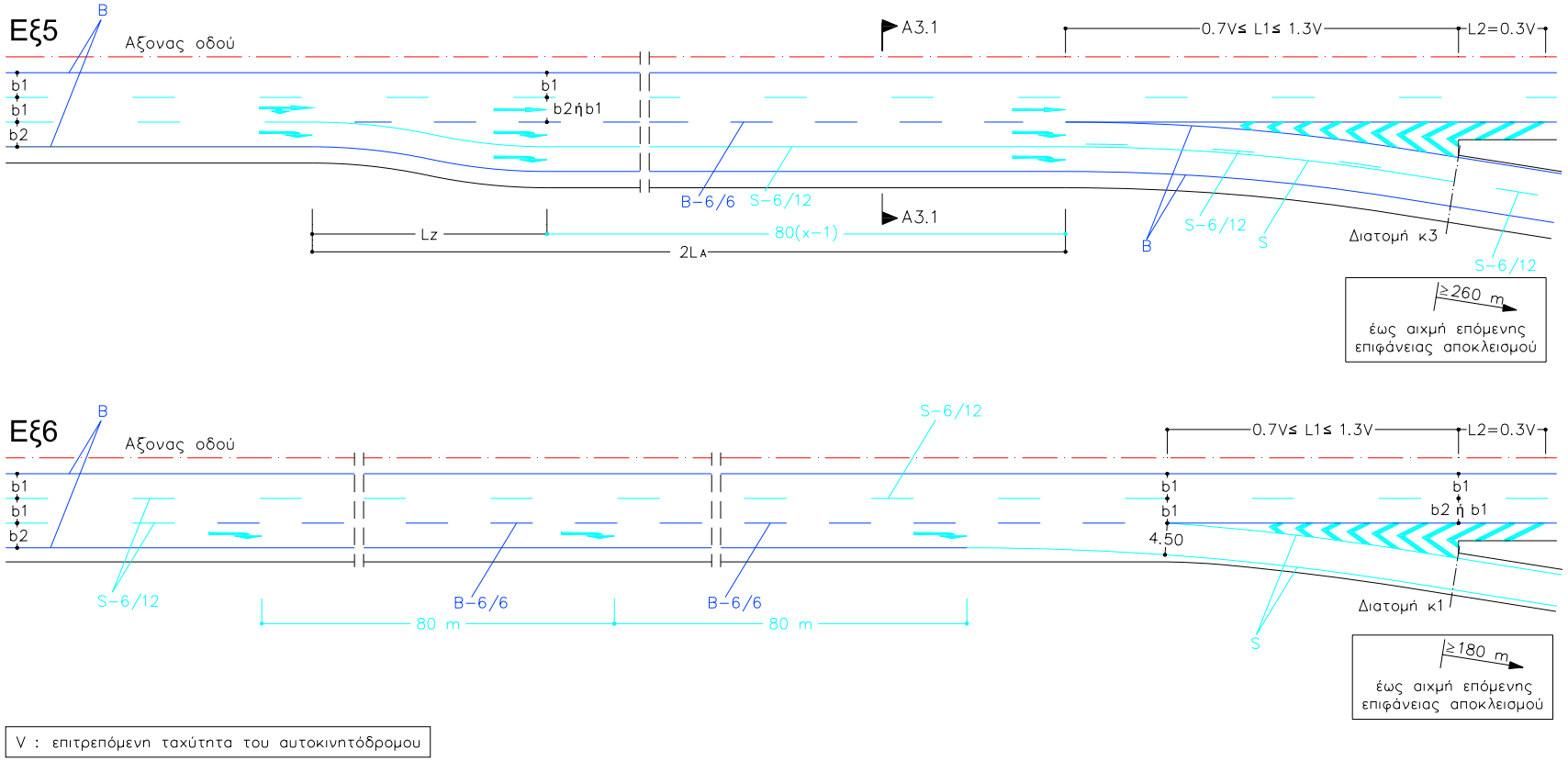


Σχήμα 4.8-1α: Τύποι εξόδων από πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομοι)

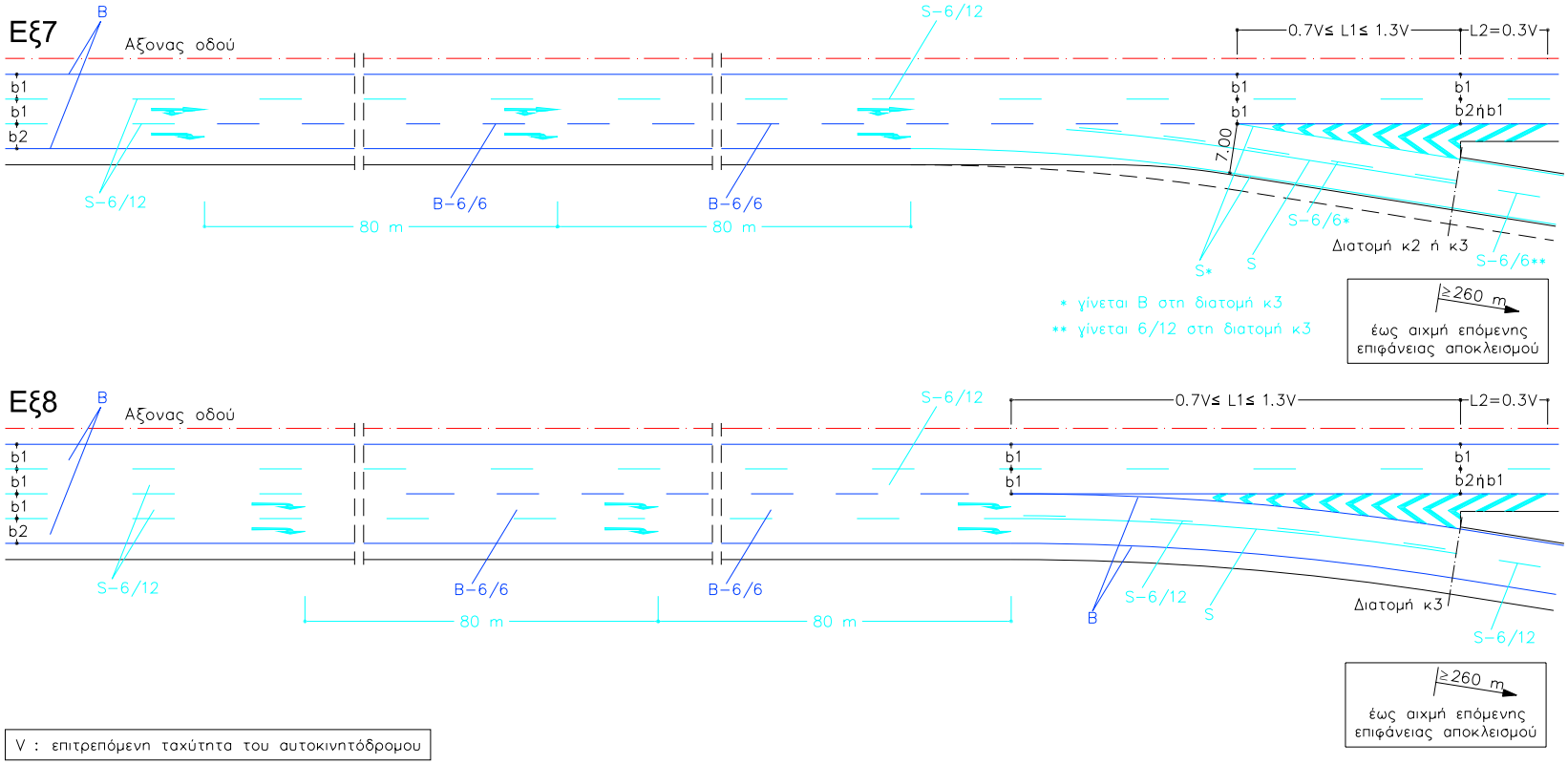


Ο τύπος Εξ4 σε συνδυασμό με την προβλεπόμενη κατακόρυφη σήμανση επιβάλλει την προδιαλογή της χρήσης της μιας εκ των 2 λωρίδων του κλάδου, ανάλογα με τους προορισμούς που θα επιλέξει ο χρήστης στην επόμενη έξοδο από τον κλάδο.

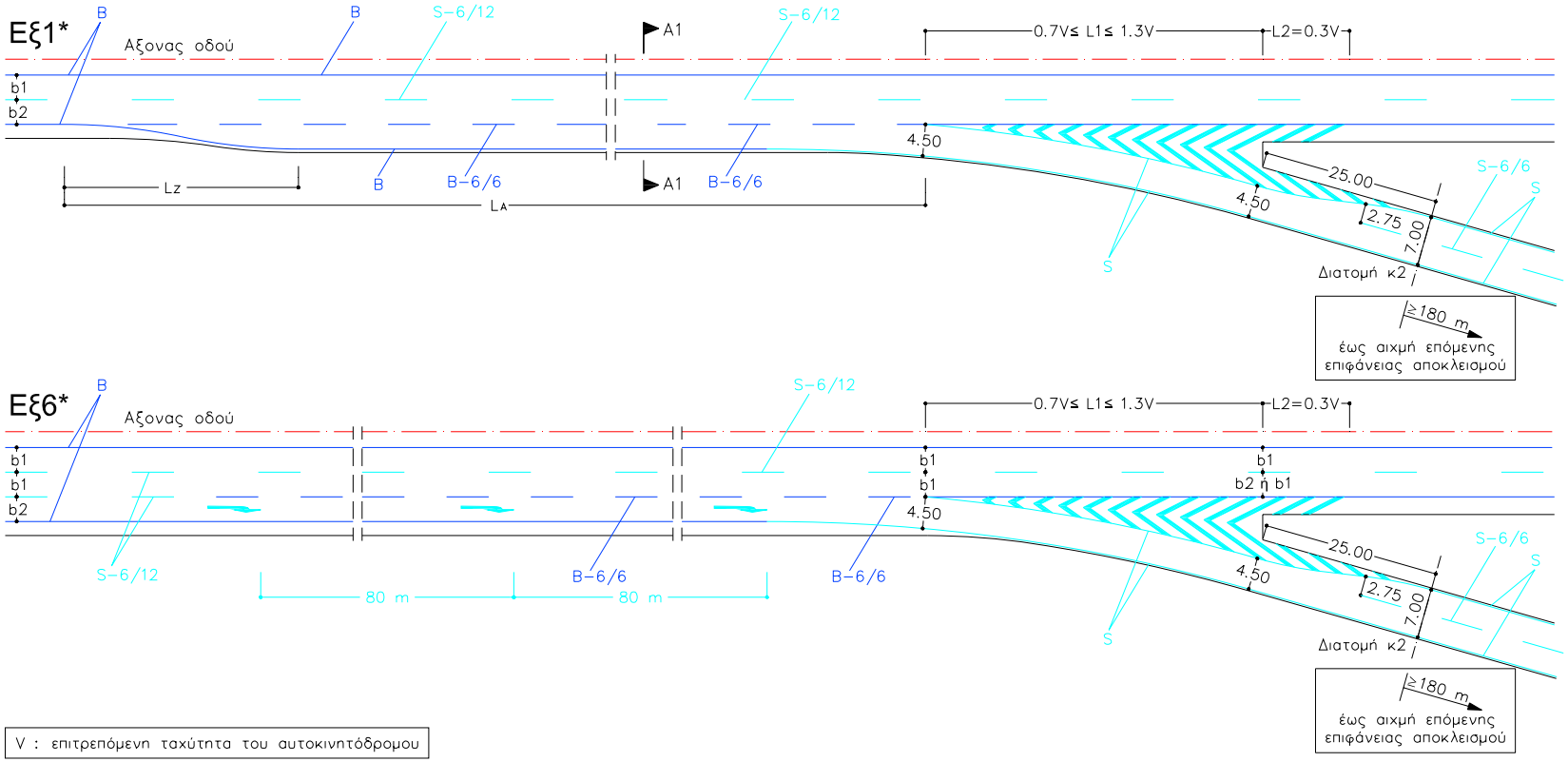
Σχήμα 4.8-1β: Τύποι εξόδων από πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομοι)



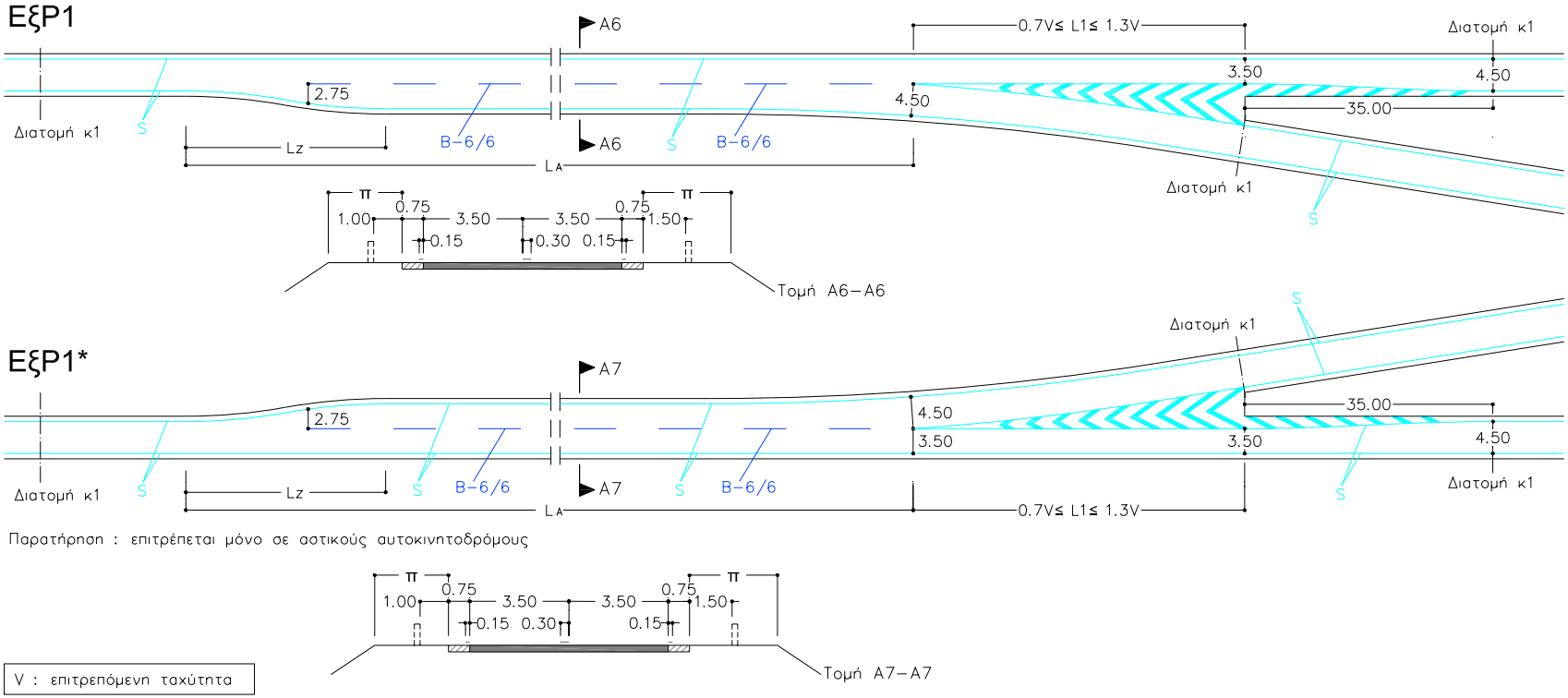
Σχήμα 4.8-1γ: Τύποι εξόδων από πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομοι)



Σχήμα 4.8-1δ: Τύποι εξόδων από πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομοι)

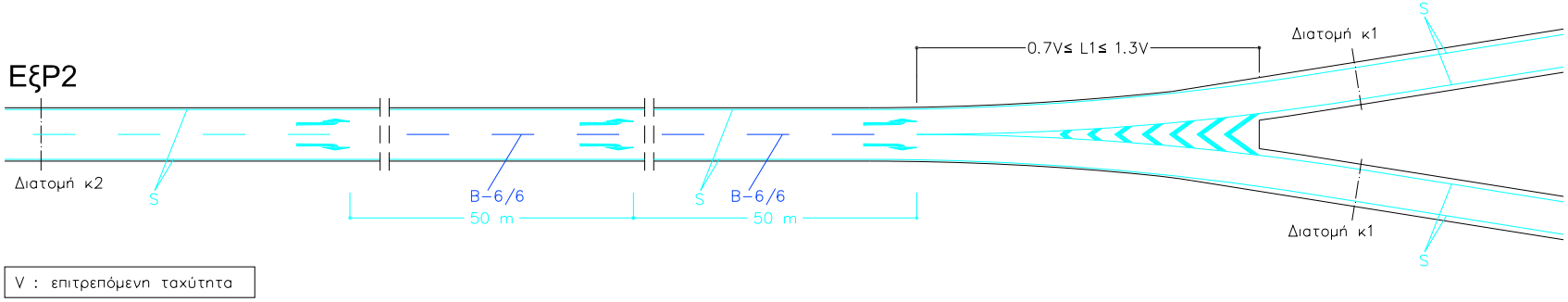


Σχήμα 4.8-1ε: Τύποι εξόδων από πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομοι)

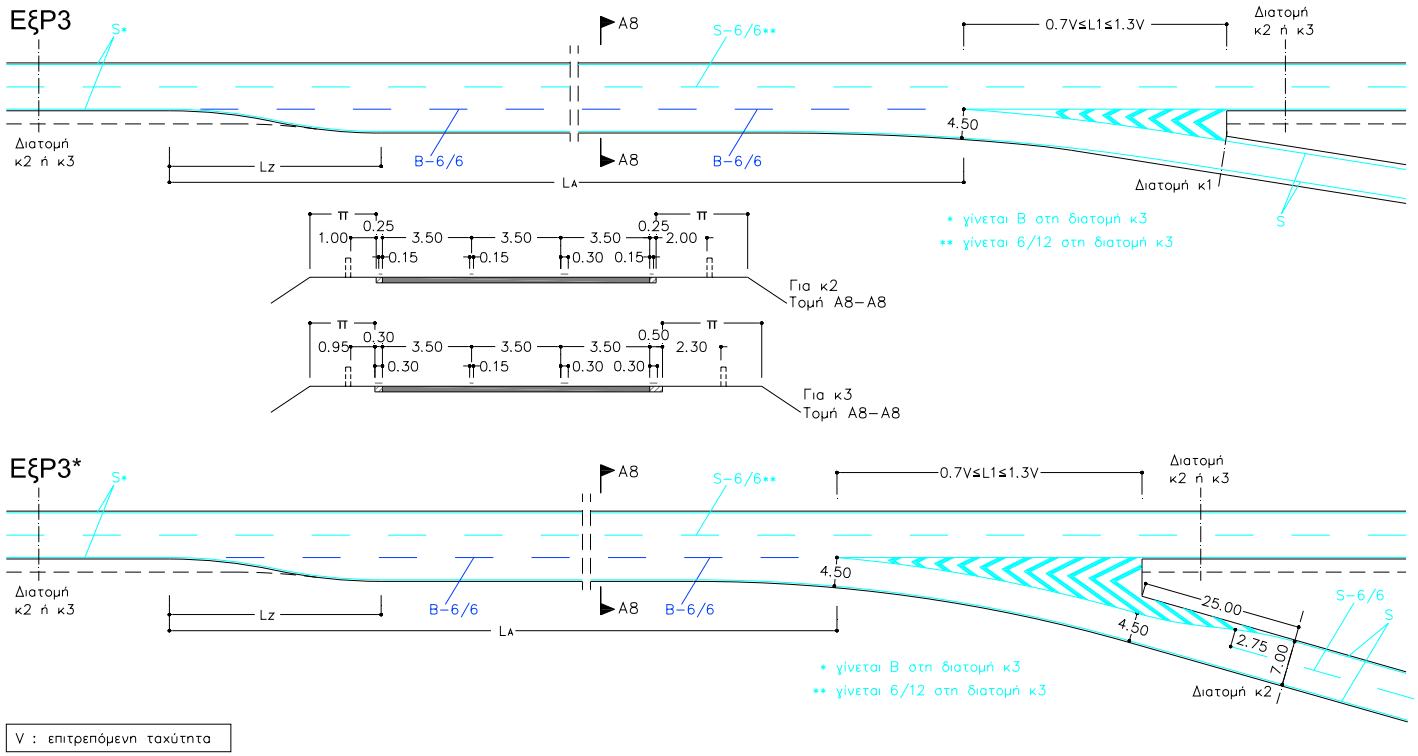


Σε περίπτωση αστικού αυτο/δρόμου επιτρέπεται και η εφαρμογή του τύπου ΕξΡ1* όταν υπάρχει πράγματι ανάγκη

Σχήμα 4.8-2α: Τύποι εξόδων από δευτερεύοντα οδοστρώματα (διανεμητήριοι κλάδοι)

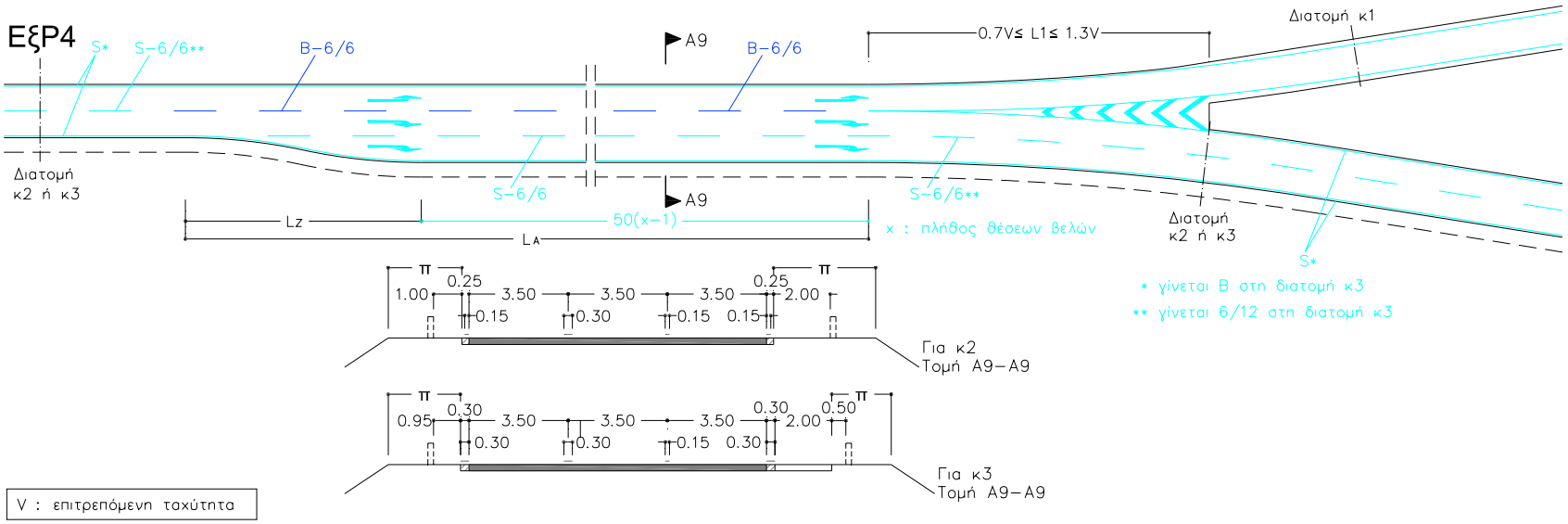


Σχήμα 4.8-2β: Τύποι εξόδων από δευτερεύοντα οδοστρώματα (διανεμητήριοι κλάδοι)



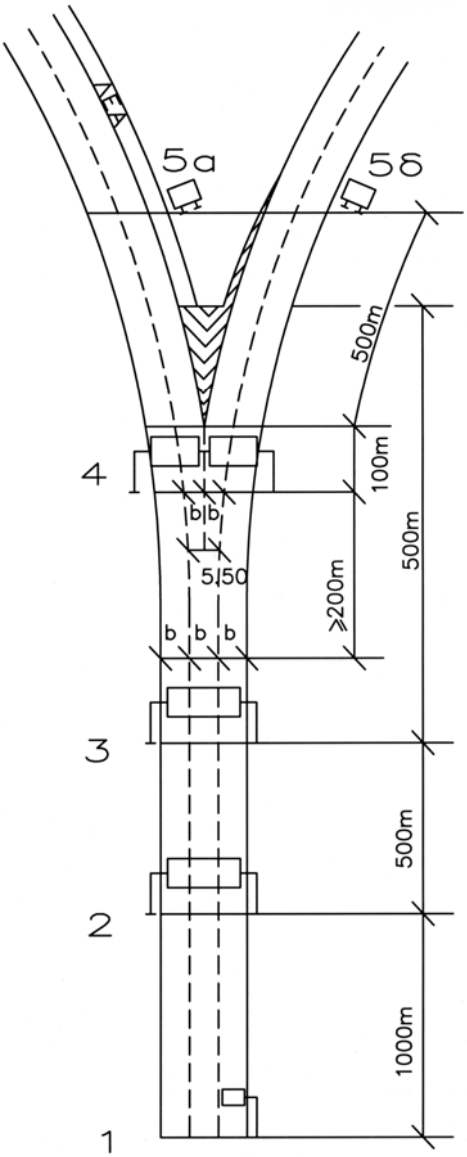
Ο τύπος ΕξΡ3 εφαρμόζεται όταν ο εξερχόμενος φόρτος σχεδιασμού είναι ≤1350 οχ/ώρα και το μήκος του εξερχόμενου κλάδου είναι ≤500 m. Ο τύπος ΕξΡ3* εφαρμόζεται όταν ο εξερχόμενος φόρτος ≤1350 οχ/ώρα και το μήκος του εξερχόμενου κλάδου είναι >500 m.

Σχήμα 4.8-2γ: Τύποι εξόδων από διανεμητήριους κλάδους



Ο ΕξΡ4 εφαρμόζεται όταν ο εξερχόμενος φόρτος είναι >1350 οχ/ώρα

Σχήμα 4.8-2δ: Τύποι εξόδων από διανεμητήριους κλάδους



Αυτός ο τύπος έχει εφαρμοστεί σε υφιστάμενες οδούς, ενώ σε νέες κατασκευές όταν επιβάλλεται η προδιαλογή για τους εξερχόμενους, πρέπει να εφαρμόζεται ο τύπος Εξ4, αλλιώς ο τύπος Εξ5

Σχήμα 4.8-3: Τύπος εξόδου Εξ9 σε πρωτεύοντες κόμβους (ΑΚ μεταξύ αυτοκινητοδρόμων)

4.9 Λεπτομέρειες Σχεδιασμού Εισόδων

Η είσοδος σε πρωτεύον οδόστρωμα υλοποιείται με τις διαμορφώσεις των τύπων Ει1 έως Ει5 (βλ. Σχήματα 4.9-1α έως γ), ανάλογα με το διερχόμενο φόρτο στο πρωτεύον οδόστρωμα και το φόρτο που εισέρχεται στο σημείο εισόδου, καθώς και την κατηγορία (I ή II) του κλάδου. Αντίστοιχα, η είσοδος στο δευτερεύον οδόστρωμα υλοποιείται με τις διαμορφώσεις των τύπων ΕιΡ1 έως ΕιΡ4 (βλ. Σχήματα 4.9-3α έως 3γ).

Επειδή, ο διερχόμενος κλάδος έχει μικρότερο φόρτο σχεδιασμού από εκείνον του συμβάλλοντος κλάδου, αντί του τύπου ΕιΡ4 μπορεί να εφαρμόζεται μια από τις ακόλουθες δυο εναλλακτικές:

α. Να μην υλοποιείται η συμβολή και οι δυο κλάδοι να οδηγούνται χωριστά σε δυο διαδοχικές εισόδους στο πρωτεύον οδόστρωμα, σύμφωνα με το Σχήμα 4.9-2.

β. Ο συμβάλλων κλάδος να οδηγείται σε απευθείας σύνδεση (συμβολή) στο πρωτεύον οδόστρωμα, ενώ ο διερχόμενος κλάδος να διασταυρώνεται ανισόπεδα με το συμβάλλοντα και στη συνέχεια ο ίδιος να συμβάλλει στον άλλο κλάδο (πριν από την είσοδο στο πρωτεύον οδόστρωμα).

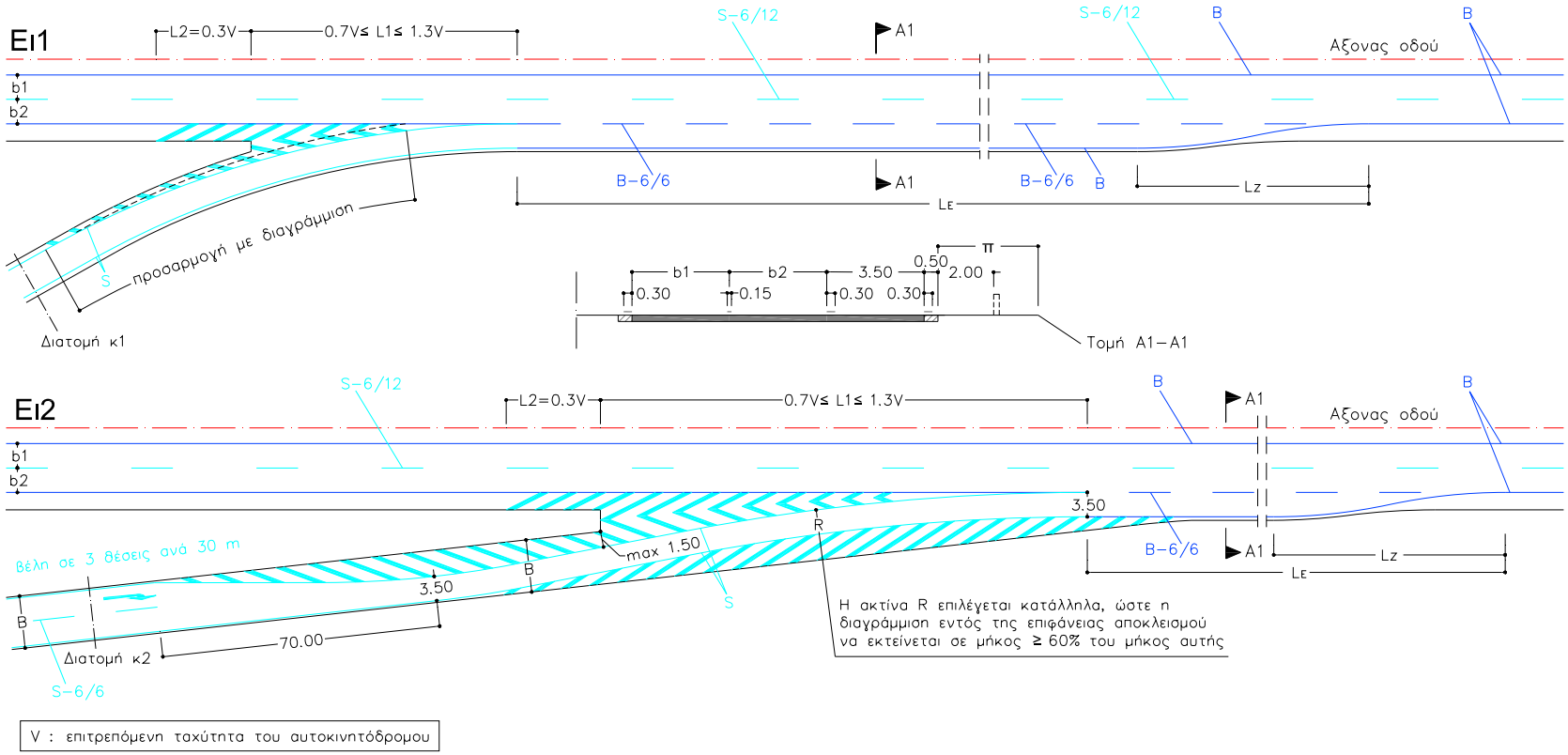
Τα μήκη των λωρίδων επιτάχυνσης «LE» και του αντίστοιχου taper «LZ» ορίζονται ανάλογα με την κατηγορία της οδού στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.9-1: Μήκη των μεγεθών LE και LZ σε εισόδους

Μέγεθος	**Τύπος εξόδου**	**Αυτοκινητόδρομοι**	
		Υπεραστικοί	**Αστικοί** [(1)]
LE [m]	Όλοι οι τύποι Ει Όλοι οι τύποι ΕΕι	250	150
	ΕιΡ1 ΕιΡ3 ΕιΡ4	150	100
LZ [m]	Όλοι οι τύποι	60	30

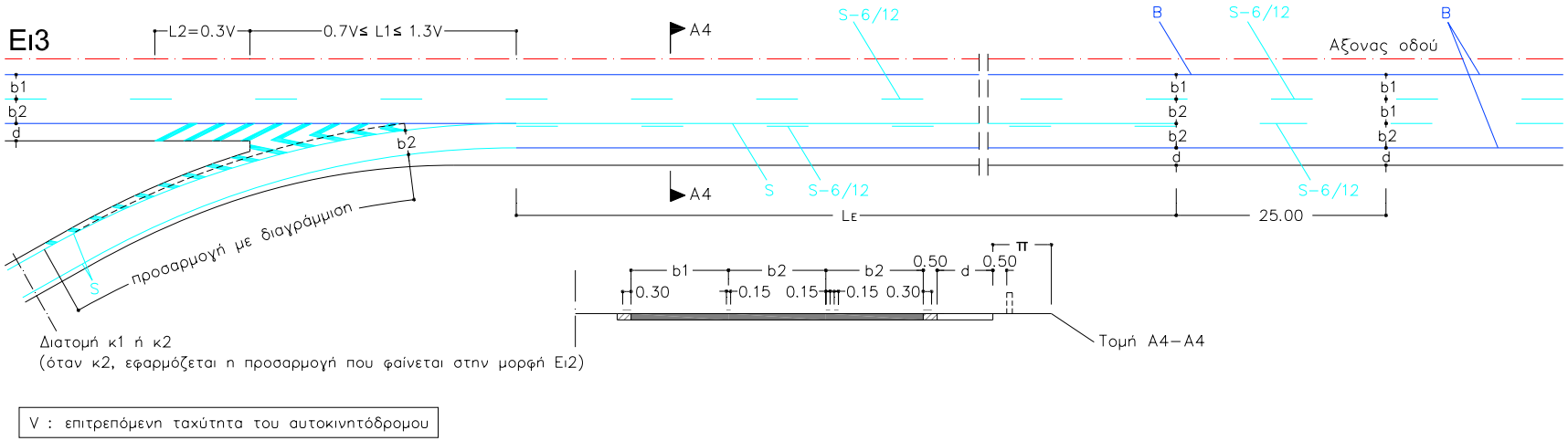
(1) Μπορεί να είναι και κλειστή οδός

Το μήκος L1 της τριγωνικής επιφάνειας αποκλεισμού θα επιλέγεται από τον Πίνακα 4.11-1



Στον τύπο Ει2, η θέση της στένωσης από 2 σε 1 λωρίδα πρέπει να είναι ορατή σε απόσταση ορατότητας απόφασης (§10.1.4, ΟΜΟΕ-Χ) αλλιώς αυτή μετατοπίζεται σε κατάλληλη θέση

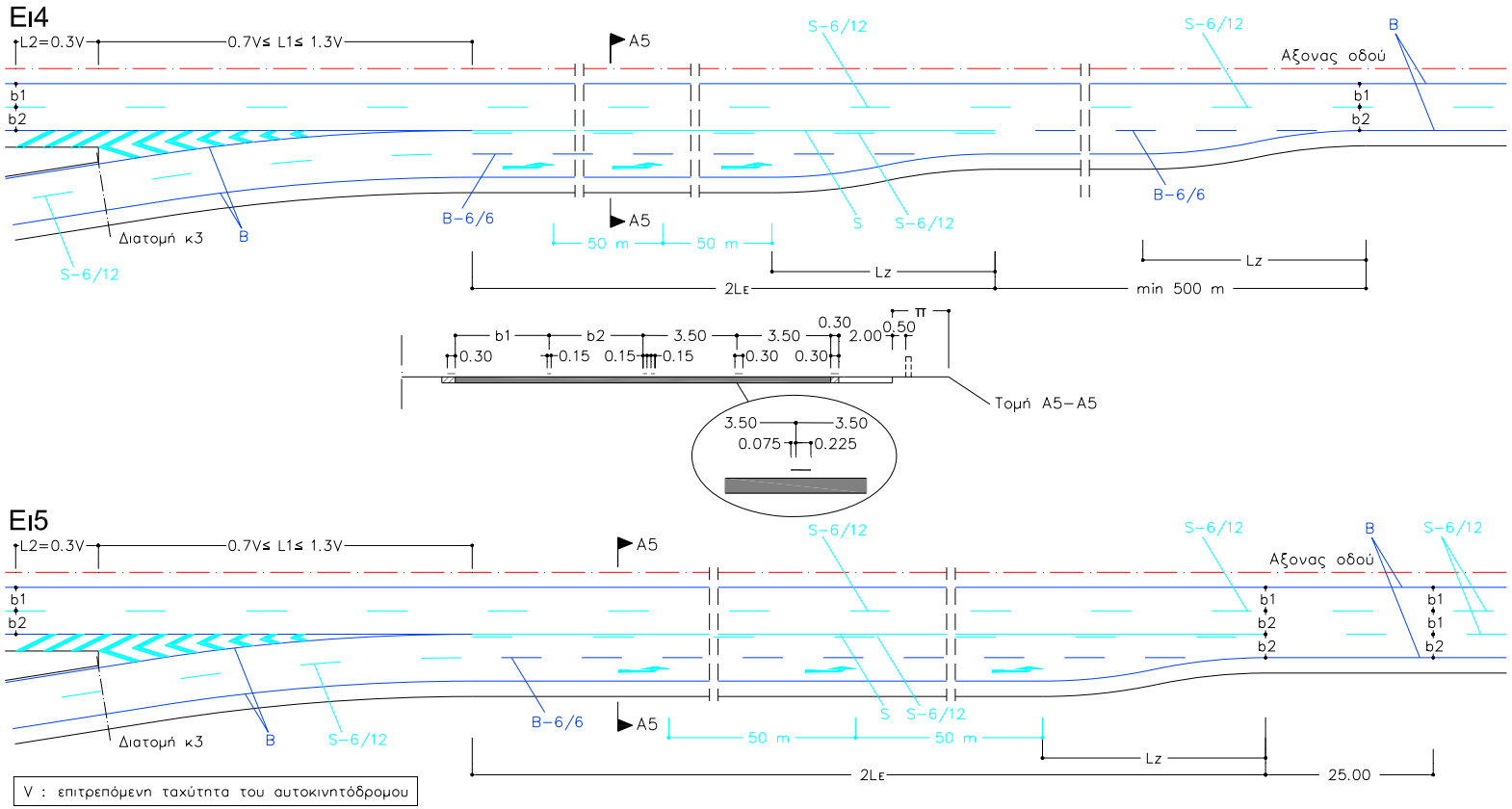
Σχήμα 4.9-1α: Τύποι εισόδων σε πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομοι)



V : επιτρεπόμενη ταχύτητα του αυτοκινητόδρομου

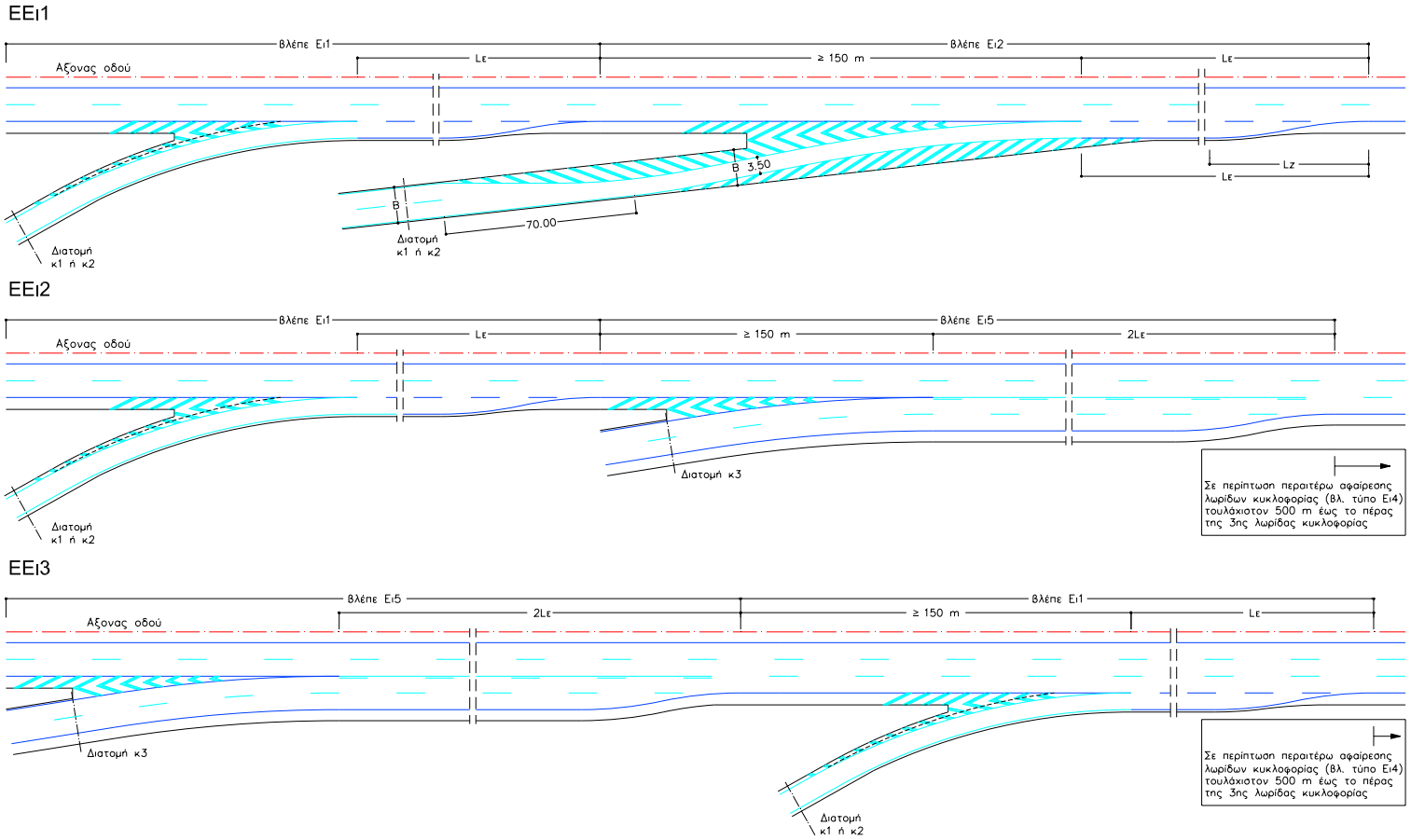
Αυτός ο τύπος εφαρμόζεται όταν ο εισερχόμενος φόρτος δημιουργεί την ανάγκη προσθήκης λωρίδας στο πρωτεύον οδόστρωμα, ώστε να διασφαλίζεται Στάθμη Ε-ξυπηρέτησης Γ στο έτος σχεδιασμού του έργου.

Σχήμα 4.9-1β: Τύποι εισόδων σε πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομοι)



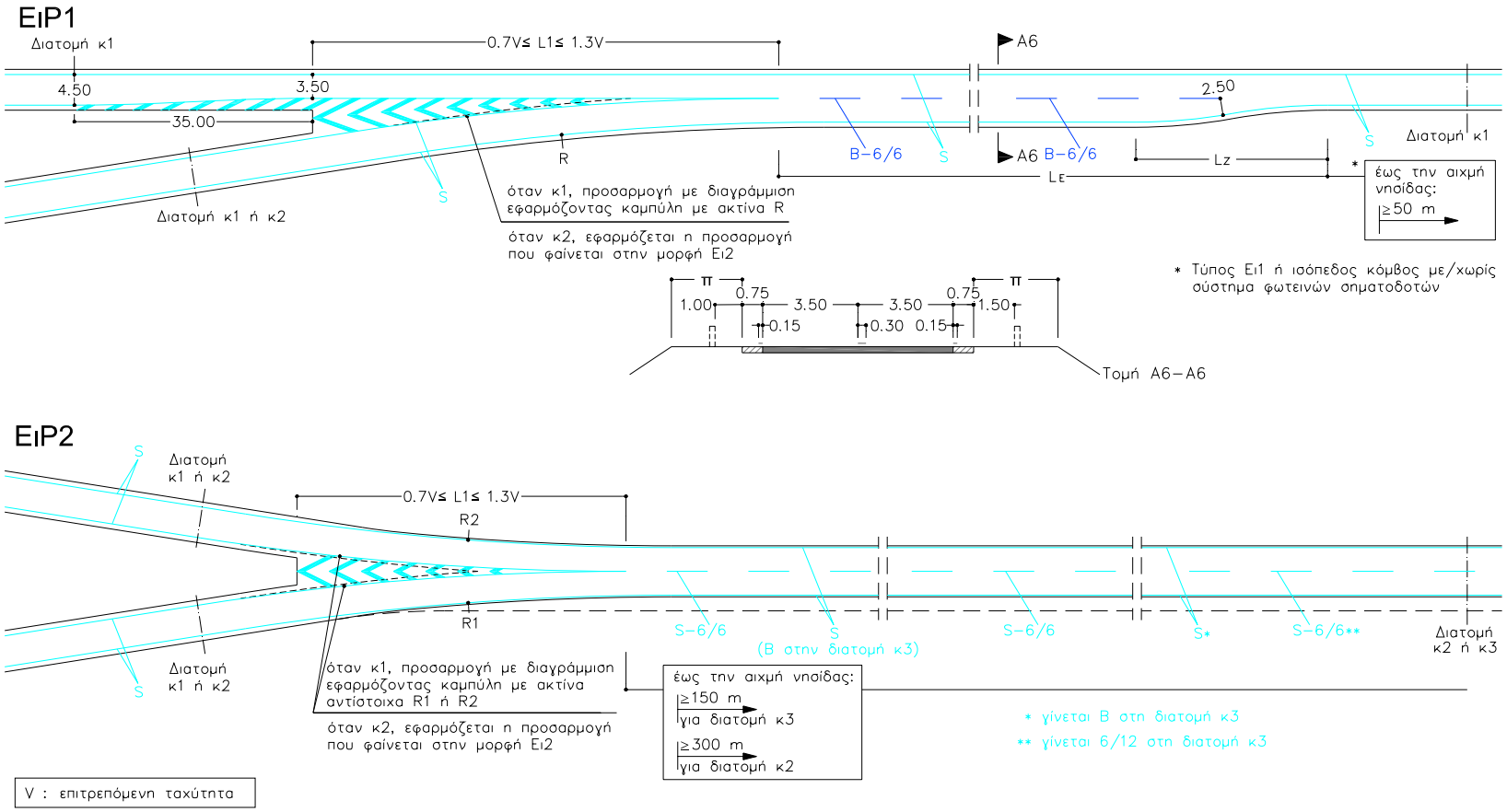
Στον τύπο Ει5. μπορεί η εξωτερική λωρίδα να συνεχίζει ως πλήρης προσθήκη αν ο φόρτος σχεδιασμού (για Στάθμη Εξυπηρέτησης) το απαιτεί.

Σχήμα 4.9-1γ: Τύποι εισόδων σε πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομοι)

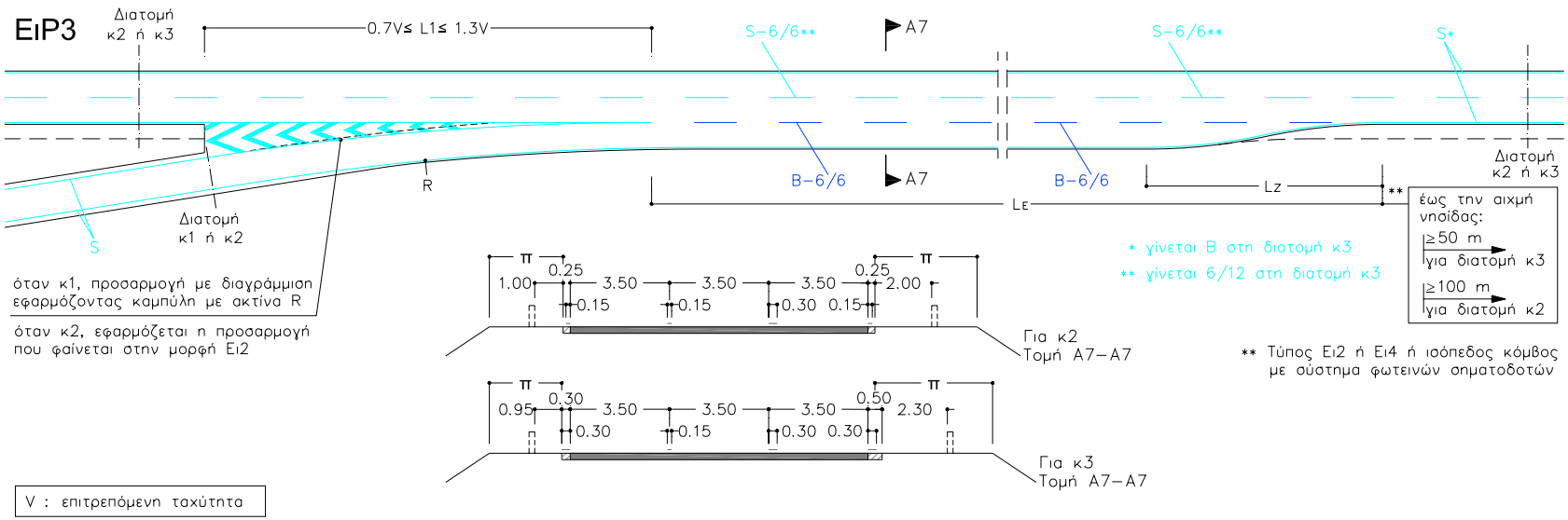


Σχήμα 4.9-2: Τύποι διαδοχικών εισόδων σε πρωτεύοντα οδοστρώματα (αυτοκινητόδρομο) (βλ. σημείωση στην επόμενη σελίδα)

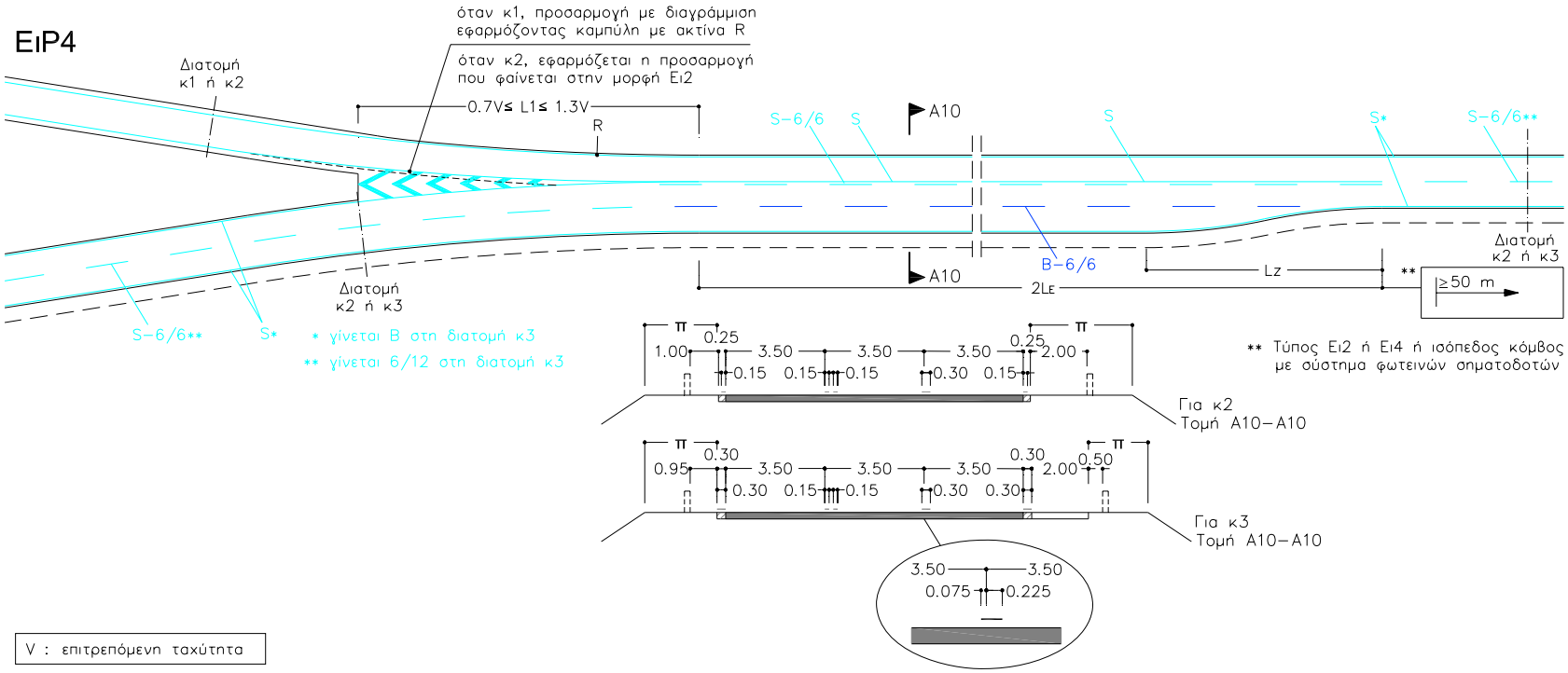
Οι απεικονιζόμενοι τύποι ΕΕι στο Σχήμα 4.9-2 για διαδοχικές εισόδους εφαρμόζονται ό-ταν, τα κυκλοφοριακά ρεύματα των κλάδων για λόγους φόρτων πρόκειται να οδηγηθούν μεμονωμένα στο πρωτεύον οδόστρωμα. Αλλιώς, οι υπόψη κλάδοι συμβάλλουν μεταξύ τους πριν από την είσοδο στο πρωτεύον οδόστρωμα. Η απόσταση μεταξύ των δύο εισό-δων (βλ. Σχήμα 4.9-2) θα πρέπει να τηρείται ως ελάχιστη.



Σχήμα 4.9-3α: Τύποι εισόδων σε δευτερεύοντα οδοστρώματα (διανεμητήριοι κλάδοι)



Σχήμα 4.9-3β: Τύποι εισόδων σε δευτερεύοντα οδοστρώματα (διανεμητήριοι κλάδοι)



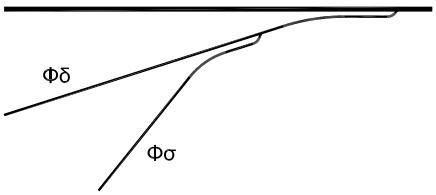
Σχήμα 4.9-3γ: Τύποι εισόδων σε διανεμητήριους κλάδους

Ο **τύπος εισόδου ΕιΡ4** μπορεί να χρησιμοποιείται στην περίπτωση αυξημένων κυκλοφοριακών φόρτων στον δεξιό συμβάλλοντα κλάδο σύνδεσης. Εναλλακτικά, υπάρχει επίσης η δυνατότητα διαχωρισμού (με ανισόπεδη διασταύρωση) του κλάδου που δέχεται τους χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους στο σημείο της συμβολής, ή μετατόπισης της συμβολής αυτού του κλάδου από ξεχωριστή είσοδο στο πρωτεύον οδόστρωμα.

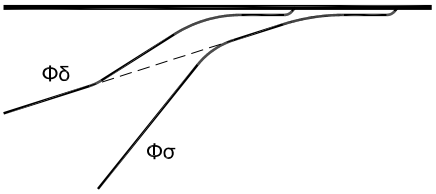
Επειδή, στον τύπο εξόδου ΕιΡ4, ο φόρτος Φ5 του διερχόμενου κλάδου είναι μικρότερος του φόρτου Φ5 του συμβάλλοντος κλάδου, συνιστάται η εφαρμογή μιας εκ των ακολούθων 2 εναλλακτικών (βλ. Σχήμα 4.9-4):

α. Να μην υλοποιείται η συμβολή και οι δυο κλάδοι να οδηγούνται χωριστά σε δυο διαδοχικές εισόδους στο πρωτεύον οδόστρωμα (βλ. Σχήμα 4.9-2).

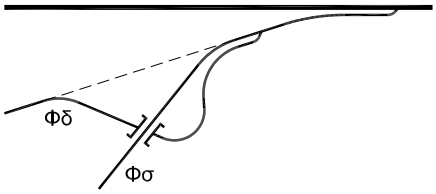
β. Ο συμβάλλον κλάδος να οδηγείται σε απευθείας σύνδεση (συμβολή) στο πρωτεύον οδόστρωμα, ενώ ο διερχόμενος κλάδος να διασταυρώνεται ανισόπεδα με το συμβάλλοντα και στη συνέχεια ο ίδιος να συμβάλλει στον άλλο κλάδο (πριν από την είσοδο στο πρωτεύον οδόστρωμα).



Τυπική περίπτωση
φόρτοι : Φδ < Φσ



Εναλλακτική 1

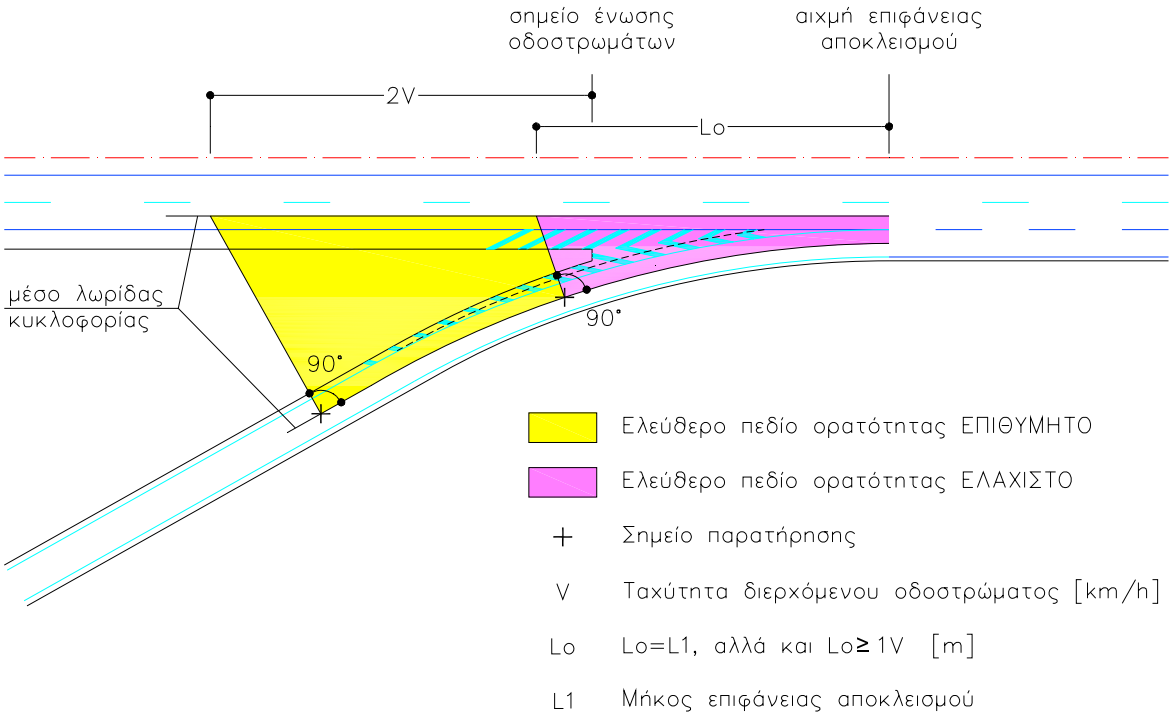


Εναλλακτική 2

Σχήμα 4.9-4: Συνιστώμενες εναλλακτικές του τύπου ΕιΡ4

Σε περίπτωση που μετά την είσοδο στο σύστημα κλάδων ακολουθεί νέα είσοδος στο πρωτεύον οδόστρωμα, τότε θα πρέπει να υπάρχει ελάχιστη απόσταση 50 m ανάμεσα στις δύο εισόδους.

Για όλες τις εισόδους θα πρέπει να τεκμηριώνεται το επαρκές μήκος ορατότητας για είσοδο. Τα πεδία ορατότητας (επιθυμητό και ελάχιστο) τα οποία θα πρέπει να διατηρούνται ελεύθερα παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 4.9-5: Συνθήκες ορατότητας στην περιοχή εισόδου

4.10 Περιοχές πλέξης

Οι προϋποθέσεις για μια πλέξη υφίστανται όταν, σε ένα οδόστρωμα μίας κατεύθυνσης κυκλοφορίας με πολλαπλές λωρίδες, μετά από μια είσοδο έπεται μια έξοδος, σε τόσο σύντομη απόσταση ώστε μεταξύ τους να μην προκύπτει αδιατάρακτη κυκλοφοριακή ροή τοπικά.

Σε μια περιοχή πλέξης υπάρχουν τέσσερα κυκλοφοριακά ρεύματα: το εσωτερικό οριακό ρεύμα (διερχόμενα οχήματα επί του οδοστρώματος μονής κατεύθυνσης κυκλοφορίας), το εξωτερικό οριακό ρεύμα (εισερχόμενα οχήματα, τα οποία εξέρχονται εκ νέου στην επόμενη έξοδο) και τα δύο διασταυρούμενα μεταξύ τους ρεύματα πλέξης (εξερχόμενα οχήματα, τα οποία φτάνουν στο οδόστρωμα μονής κατεύθυνσης κυκλοφορίας και εισερχόμενα οχήματα, που συνεχίζουν την πορεία τους επί του οδοστρώματος μονής κατεύθυνσης).

Σύμφωνα με τα μεγέθη του φόρτου των κυκλοφοριακών ρευμάτων διακρίνονται τέσσερις διαφορετικές περιπτώσεις περιοχών πλέξης (βλ. Πίνακα 4.10-1):

α. Πλέξη σε δευτερεύοντα (διανεμητήρια) οδοστρώματα σε κόμβο μορφής τετράφυλλο τριφύλλι (απουσιάζουν και τα δύο οριακά ρεύματα)

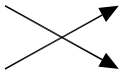
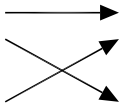
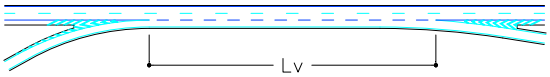
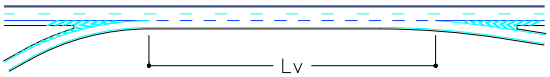
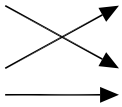
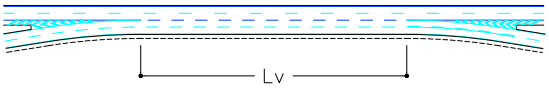
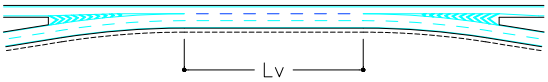
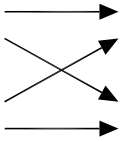
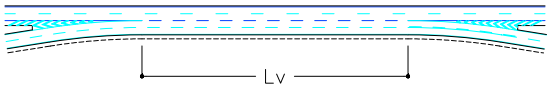
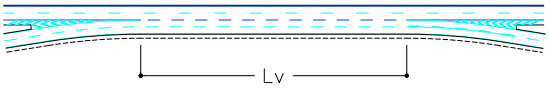
β. Πλέξη σε κόμβο μορφής τετράφυλλο τριφύλλι με λωρίδες πλέξης παράλληλες προς το πρωτεύον οδόστρωμα (απουσιάζει το εξωτερικό οριακό ρεύμα)

γ. Πλέξη σε διανεμητήριο οδόστρωμα ανάμεσα σε δύο κόμβους (απουσιάζει το εσωτερικό οριακό ρεύμα)

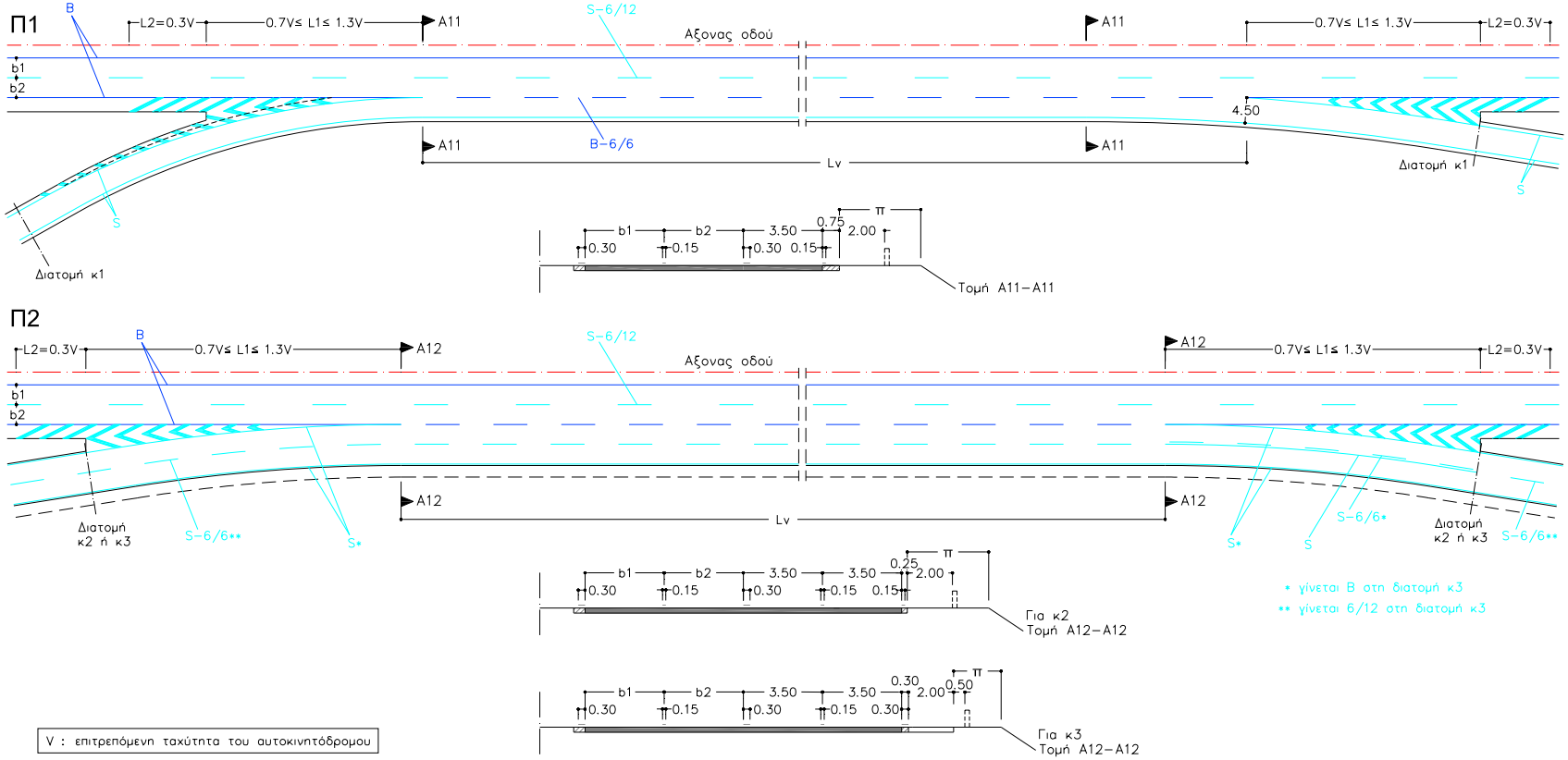
δ. Όλες οι άλλες πλέξεις, π.χ. ανάμεσα σε δύο κόμβους παράλληλα προς ένα πρωτεύον οδόστρωμα, ή παράλληλα προς ένα δευτερεύον (διανεμητήριο) οδόστρωμα μεγάλου μήκους ανάμεσα σε περισσότερους από δύο κόμβους, ή εντός του συστήματος κλάδων ενός σύνθετου κόμβου (δεν απουσιάζουν κυκλοφοριακά ρεύματα).

Οι τύποι πλέξης παρουσιάζονται στα Σχήματα 4.10-1 και 4.10-2, οι οποίοι εφαρμόζονται στις 4 περιπτώσεις (α, β, γ και δ), που αναφέρονται στον Πίνακα 4.10-1, ανάλογα με τη θέση της πλέξης, δηλαδή σε πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα οδοστρώματα.

Πίνακας 4.10-1: Όρια χρήσης και ελάχιστα μήκη πλέξης Lv των τύπων πλέξης

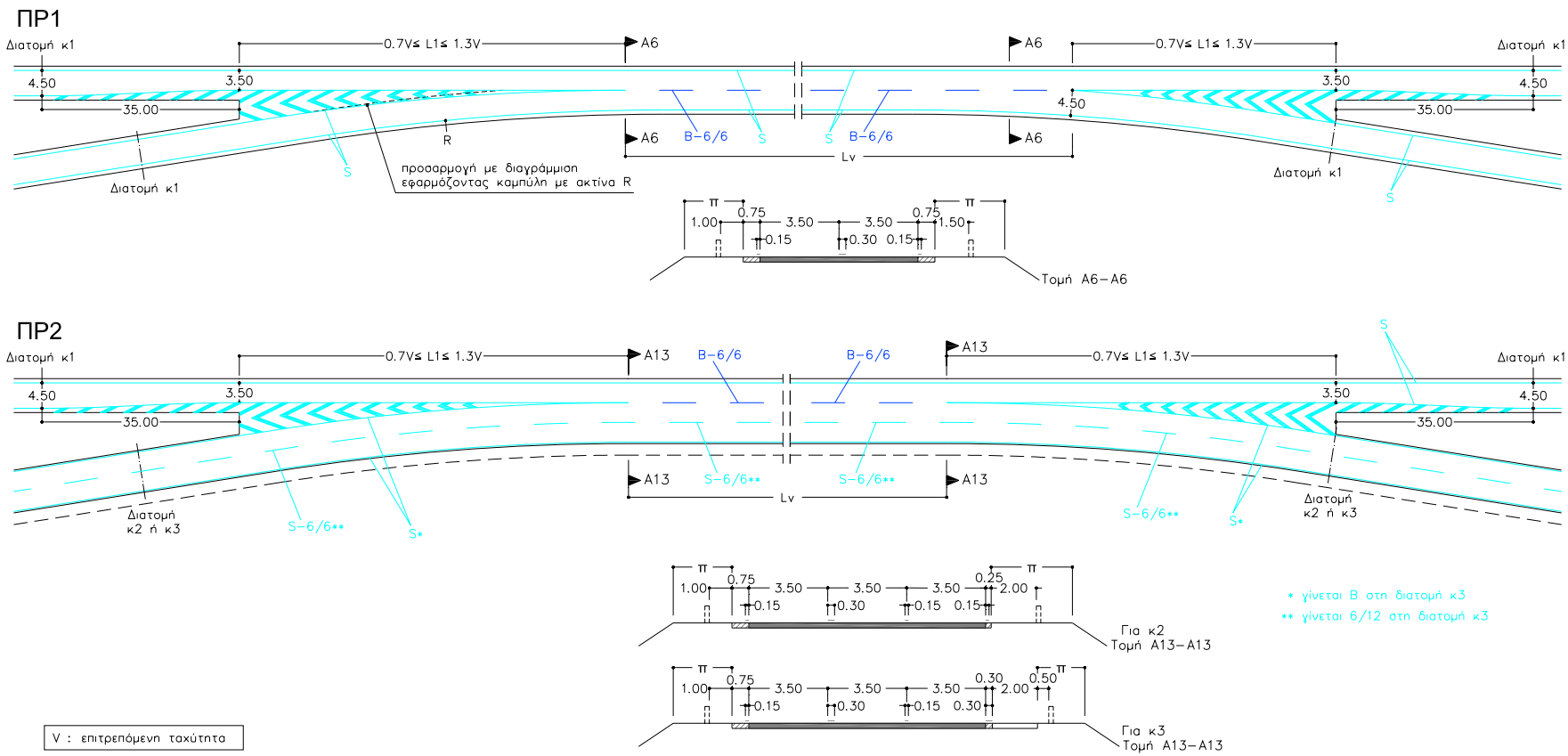
Κυκλοφο-ριακά ρεύματα	**Θέση της πλέξης**	
	σε πρωτεύον οδόστρωμα	**σε δευτερεύον οδόστρωμα**
Περίπτωση (α)  Απουσιάζουν και τα δύο οριακά ρεύματα		ΠΡ1 • Διανεμητήριο οδόστρωμα τριφυλλιού Lv = 200 m*
Περίπτωση (β)  Απουσιάζει το εξωτερικό οριακό ρεύμα	Π1  • Κόμβος Τριφύλλι Lv = 250 m*	Π1  • Διανεμητήριο οδόστρωμα με πρόσβαση σε ≥ 3 κόμβους με πολύ μικρό φόρτο στην εξωτερική λωρίδα πλέξης Lv = 250 m*
Περίπτωση (γ)  Απουσιάζει το εσωτερικό οριακό ρεύμα		Π2  Lv όπως στην περίπτωση (δ) • Διανεμητήριο οδόστρωμα μεταξύ δύο κόμβων ΠΡ2  Lv όπως στην περίπτωση (β) • Κλάδος σύνδεσης σε σύνθετους κόμβους με πολύ ασθενές εσωτερικό οριακό ρεύμα
Περίπτωση (δ)  Υπάρχουν και τα δύο οριακά ρεύματα	Π2  • Μεταξύ 2 κόμβων Lv = 300 m*	Π2  • Διανεμητήριο οδόστρωμα μεγάλου μήκους σε ≥ 3 κόμβους ή • Κλάδος σύνδεσης σε σύνθετους κόμβους Lv = 300 m*

* Η τυχόν απαιτούμενη αυξομείωση του αναγραφόμενου μήκους, ώστε αυτό σε συνδυασμό με τους φόρτους των πλεκόμενων κινήσεων, να επαρκεί, θα ελέγχεται με τη βοήθεια του λογισμικού Highway (capacity software).



Ο αριθμός των λωρίδων του πρωτεύοντος οδοστρώματος είναι ενδεικτικός

Σχήμα 4.10-1: Τύποι περιοχών πλέξης γενικής χρήσης



Σχήμα 4.10-2: Ειδικοί τύποι πλέξης σε διανεμητήριους κλάδους

4.11 Επιφάνεια Αποκλεισμού Τριγωνικής Μορφής

Οι τριγωνικής μορφής επιφάνειες αποκλεισμού είναι θέσεις λήψης απόφασης για συνέχιση ή αλλαγή της πορείας. Αυτές επιβάλλεται να διαμορφώνονται ομοιόμορφα σε μέγεθος, σχήμα και εμφάνιση, ώστε να αναγνωρίζονται εγκαίρως και σαφώς από τους οδηγούς. Οι εν λόγω επιφάνειες περιλαμβάνουν πλήρες οδόστρωμα το οποίο καλύπτει το διάστημα μεταξύ του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος οδοστρώματος, σε μήκος που ορίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$0{,}7\ V \leq L1 \leq 1{,}3\ V$$

όπου:

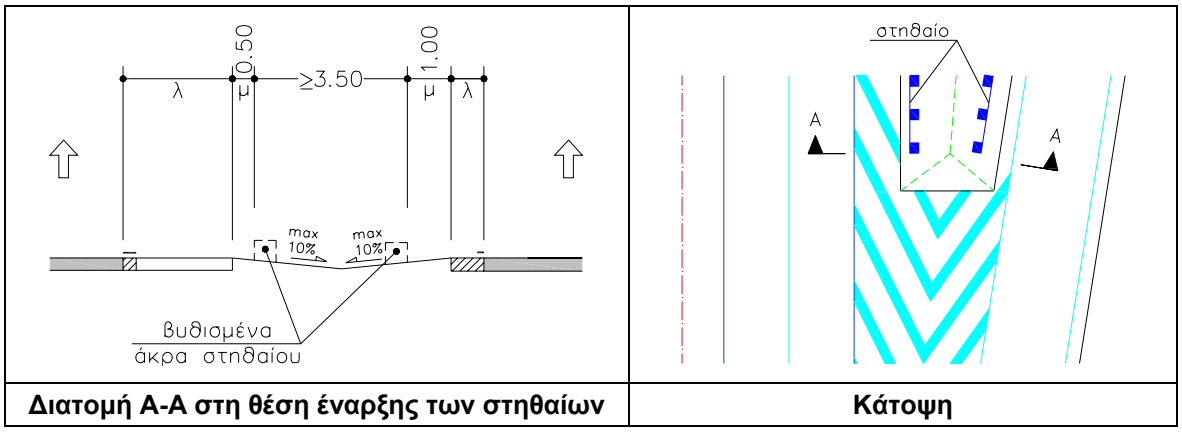
V [km/h] : επιτρεπόμενη ταχύτητα στο πρωτεύον οδόστρωμα

*L*1 [km/h] : μήκος πλευρά σχηματιζόμενου «τριγώνου» επί του πρωτεύοντος οδοστρώματος

Στην επιφάνεια αποκλεισμού εφαρμόζεται λοξή οριζόντια διαγράμμιση και τοποθετούνται ανακλαστήρες οδοστρώματος. Επιπροσθέτως μπορεί να εφαρμοστούν διαμήκεις έγγλυφες ραβδώσεις κατά μήκος της οριογραμμής κυκλοφορίας και συγκεκριμένα, εντός του πλάτους της ΛΕΑ του πρωτεύοντος οδοστρώματος και αντίστοιχα εντός του πλάτους του ερείσματος του δευτερεύοντος οδοστρώματος.

Η περιοχή πέρα από τη θέση συνένωσης των οδοστρωμάτων πρέπει να παραμένει ελεύθερη εμποδίων στο μεγαλύτερο δυνατό μήκος, ενώ πρέπει να διαμορφώνεται κατά το δυνατόν ομοεπίπεδη με τα οδοστρώματα κυκλοφορίας. Σε αυτή την περιοχή πρέπει να αποφεύγεται η εγκατάσταση ακλόνητων εμποδίων όπως, βαριές στηρίξεις πινακίδων, στύλοι οδοφωτισμού και βάθρα γεφυρών.

Στην περίπτωση, που αναγκαστικά προβλέπεται ακλόνητο εμπόδιο εντός της περιοχής, τότε τοποθετείται αποσβεστήρας πρόσκρουσης στον οποίο θα καταλήγουν τα τυχόν στηθαία ασφαλείας. Ο αποσβεστήρας πρόσκρουσης τοποθετείται στη βάση της τριγωνικής μορφής επιφάνειας αποκλεισμού, κατά προτίμηση με το πίσω μέρος αυτού ακριβώς στο σημείο συνένωσης των οδοστρωμάτων. Η θέση των άκρων των τυχόν στηθαίων καθορίζεται από τις αποστάσεις που δείχνονται στο Σχήμα 4.11-1.



Σχήμα 4.11-1: Θέση έναρξης στηθαίων

Στις θέσεις εξόδου πρέπει να παρέχεται στους χρήστες η δυνατότητα ομαλής μετάβασης στη νέα κατεύθυνση και ικανό χρονικό περιθώριο για διόρθωση της πορείας σε περίπτωση σφάλματος. Ως εκ τούτου, οι συνιστώμενες τιμές για το μήκος της τριγωνικής μορφής επιφάνειας αποκλεισμού στην έξοδο παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.11-1: Επιθυμητό μήκος (L1) τριγωνικής μορφής επιφάνειας αποκλεισμού

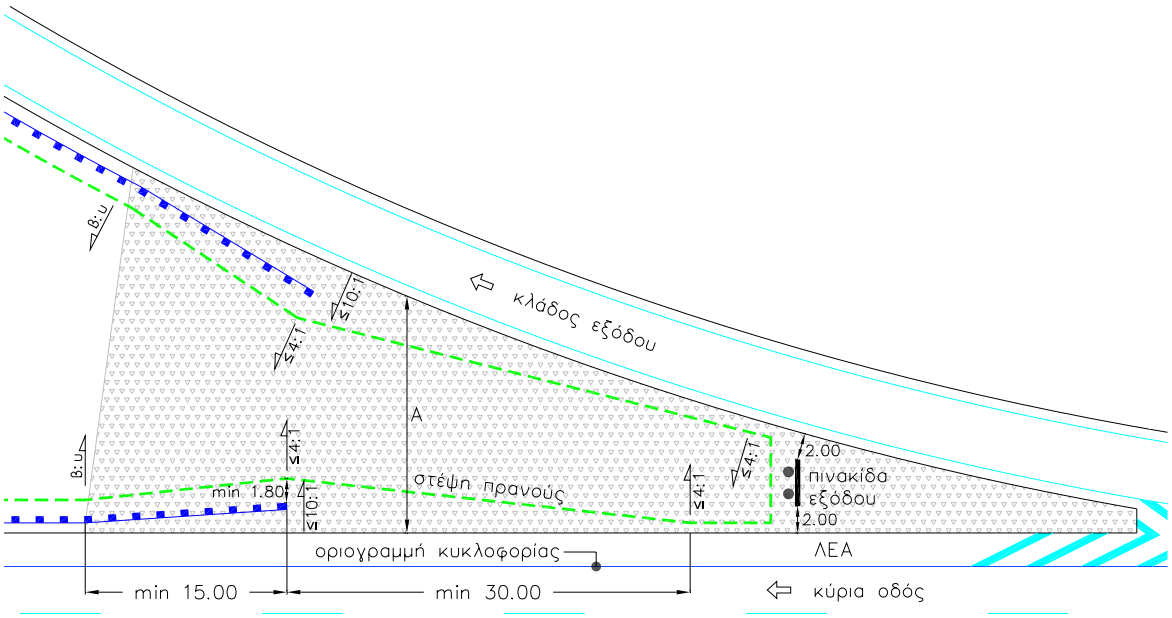
Τύποι εξόδου	**L1**		
	0,7V	1,0V	1,3V*
Έξοδοι			
Εξ1	√		√
Εξ2 με διατομή κ2	√		
Εξ2 με διατομή κ3		√	√
Εξ3		√	√
Εξ4, Εξ5, Εξ6, Εξ7 και Εξ8			√
ΕξΡ1	√		
ΕξΡ1*	√		
ΕξΡ2		√	
ΕξΡ3	√		
ΕξΡ3*	√		
ΕξΡ4			√
Είσοδοι			
Ει1	√		
Ει2	√	√	
Ει3	√		
Ει4		√	√
Ει5		√	

* Για εξόδους/εισόδους εντός σηράγγων ή πλησίον των στομίων αυτών εφαρμόζεται πάντα μήκος L1=1,3V

V: επιτρεπόμενη ταχύτητα στο πρωτεύον οδόστρωμα (αυτο/δρόμου ή κλειστής οδού) σε km/h

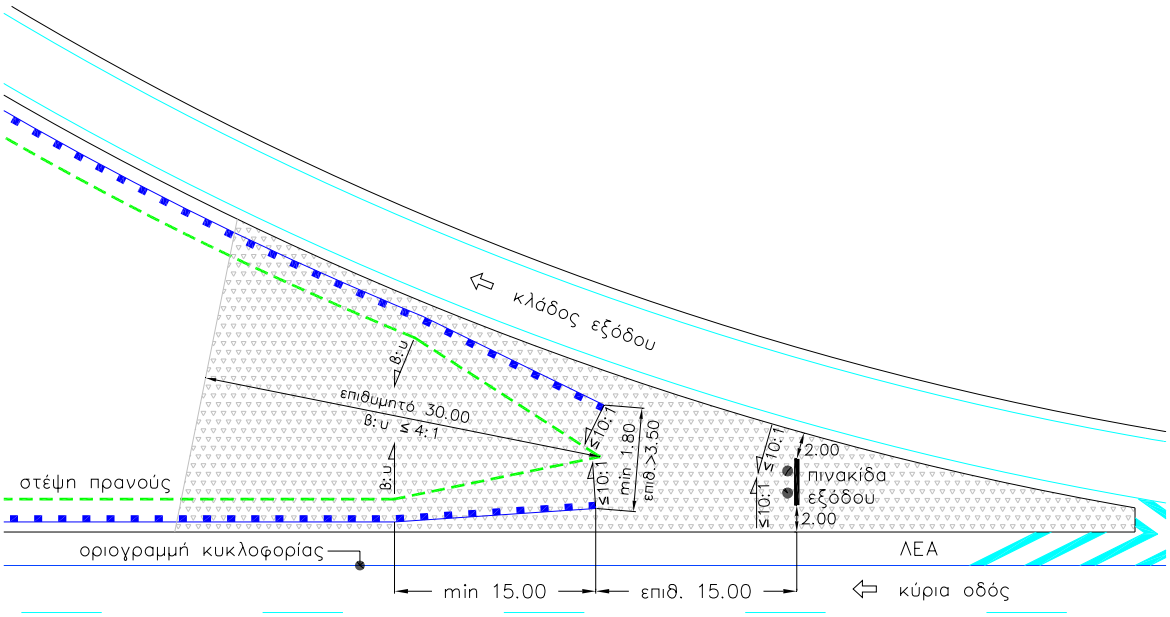
Διαμόρφωση Επιφανειών μεταξύ Κλάδων Κόμβων

Η υψομετρική διαφορά της στάθμης, μεταξύ των καταστρωμάτων των κλάδων του ΑΚ, ή μεταξύ αυτών και της κύριας διερχόμενης οδού (αυτοκινητοδρόμου ή άλλης οδού), θα πρέπει να διαμορφώνεται με επιφάνειες ήπιων εγκάρσιων κλίσεων (υ:β≤1:6 ή καλύτερα υ:β≤1:10). Αυτός ο κανόνας θα εφαρμόζεται, από το σημείο διαχωρισμού των δυο γειτονικών οδοστρωμάτων μέχρι τη θέση όπου αυτά απέχουν μεταξύ τους μέχρι 15 m (βλ. Σχήμα 4.11-2). Ως εκ τούτου, για το σχεδιασμό της κατακόρυφης χάραξης των κλάδων του κόμβου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ως δέσμευση, ο εν λόγω κανόνας διαμόρφωσης των ενδιάμεσων επιφανειών με ήπιες εγκάρσιες κλίσεις.



Μέχρι τη θέση όπου η απόσταση Α των δυο οδοστρωμάτων παραμένει ≤15 m είναι επιθυμητή η διαμόρφωση των πρανών με εγκάρσιες κλίσεις 1:6 ή καλύτερα 1:10.

α. Επιθυμητή διαμόρφωση με ήπια πρανή



β. Ελάχιστη διαμόρφωση

Σχήμα 4.11-2: Διαμόρφωση επιφανειών μεταξύ κλάδων κόμβων

4.12 Ρυθμιζόμενη Κυκλοφορία Κλάδων ΑΚ (Ramp Motoring)

4.12.1 Γενικά

Υπό ορισμένες συνθήκες, η ελεύθερης ροής είσοδος/έξοδος σε/από αυτο/δρομο μέσω ΑΚ συνιστά αιτία υποβάθμισης της Στάθμης Εξυπηρέτησης, που αλλιώς παρέχεται στη διαμπερή κυκλοφορία του αυτο/δρόμου. Ταυτόχρονα, τέτοιες συνθήκες δημιουργούν προϋπόθεση να συμβούν ατυχήματα νωτομετωπικών συγκρούσεων. Όταν τέτοιες επικίνδυνες συνθήκες δημιουργούνται στις πλέον ευαίσθητες θέσεις των οδών, όπως εγγύς των στομίων σηράγγων ή και εντός αυτών, δηλαδή στις θέσεις έναρξης λωρίδας επιβράδυνσης ή τέλους λωρίδας επιτάχυνσης, τότε είναι αναγκαία η εγκατάσταση συστήματος ρύθμισης της κυκλοφοριακής ροής των αντίστοιχων κλάδων του ΑΚ.

Η εφαρμογή λύσεων ΑΚ, που εμπίπτουν στη δημιουργία τέτοιων επικίνδυνων καταστάσεων, κατ΄αρχήν πρέπει να αποφεύγονται με κάθε τρόπο. Για παράδειγμα, το πέρας λωρίδας επιτάχυνσης δεν επιτρέπεται να βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 200 m πριν από το στόμιο σήραγγας, αλλά και ούτε εντός της σήραγγας. Ο βασικός λόγος αποφυγής τέτοιων συνθηκών είναι ότι, οι συγκρούσεις εντός σηράγγων μπορεί να έχουν πολύ μεγαλύτερες επιπτώσεις, λόγω της αδυναμίας εύκολης διαφυγής των επιβαινόντων στα οχήματα, ιδίως σε περίπτωση που η σύγκρουση προκαλέσει πυρκαγιά. Εφόσον το όριο των 200 m είναι αδύνατο να τηρηθεί, τότε πρέπει να συνεχίζει η λωρίδα επιτάχυνσης, ως κανονική λωρίδα σε όλο το μήκος της σήραγγας και να αφαιρείται μετά την έξοδο από τη σήραγγα.

Η εν λόγω ρυθμιζόμενη κυκλοφοριακή ροή στους κλάδους ΑΚ μπορεί να υλοποιείται με εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης και σήμανσης και ενδεχομένως δρύφακτων, ώστε να ελέγχεται ο αριθμός των εισερχομένων ή εξερχόμενων οχημάτων στον ή από τον αυτο/δρομο και να επιτυγχάνονται οι λειτουργικοί στόχοι του έργου. Τέτοιοι στόχοι συνήθως είναι:

- Η εξισορρόπηση ζήτησης και χωρητικότητας του αυτο/δρόμου
- Η διατήρηση βέλτιστης Στάθμης Εξυπηρέτησης στον αυτο/δρομο ελαττώνοντας τον αριθμό των περιστατικών που προκαλούν καθυστερήσεις
- Η βελτίωση της οδικής ασφάλειας

Τυπικά οφέλη, από την εφαρμογή μέτρων διαχείρισης της κυκλοφοριακής ροής, στις εισόδους/εξόδους αυτο/δρόμου, αναφέρονται συνοπτικά στα επόμενα.

Ασφάλεια

Σύμφωνα με αξιολογήσεις, από εκτεταμένη εφαρμογή των εν λόγω μέτρων στις ΗΠΑ, προκύπτει ότι μειώνονται οι συγκρούσεις από 15% έως 50%. Τα μέτρα ρυθμιζόμενης ροής σε κλάδους ΑΚ ελαττώνουν τις συνθήκες «σταμάτα-ξεκίνα», με αποτέλεσμα τη μείωση των νωτο-μετωπικών συγκρούσεων. Επίσης, αυτά διασπούν το σχηματισμό φαλαγγών οχημάτων στις θέσεις εισόδου αυτο/δρόμου, με αποτέλεσμα λιγότερες πλευρικές συγκρούσεις στα σημεία συγχώνευσης λωρίδων.

Κινητικότητα και παραγωγικότητα

Η εφαρμογή των εν λόγω μέτρων αυξάνει τις ταχύτητες μετακίνησης, ενώ μειώνει τις καθυστερήσεις. Αυτό/δρομοι, που διαθέτουν μέσα ρύθμισης της ροής εισόδου/εξόδου, συ-

νήθως εξυπηρετούν μεγαλύτερη κυκλοφορία από εκείνη πριν από την εγκατάσταση των μέσων, ενώ επιτυγχάνουν τις προαναφερόμενες βελτιώσεις. Από συγκεκριμένη αξιολόγηση αποδείχθηκε αύξηση του εξυπηρετούμενου φόρτου σε ώρες αιχμής κατά 25% και αντίστοιχα της ταχύτητας κατά 5 km/h.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι βελτιώσεις, που προαναφέρονται, συνεπάγονται τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και κατά συνέπεια της εκπομπής καυσαερίων.

4.12.2 Σύστημα μέτρησης κυκλοφορίας εισόδων/εξόδων ΑΚ

Για τον έλεγχο και τη ρύθμιση της κυκλοφορίας, συνήθως χρησιμοποιείται φωτεινή σηματοδότηση.

Με την προϋπόθεση ότι το σύστημα ελέγχου και ρύθμισης της κυκλοφορίας στις προσβάσεις, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες ρύθμισης της κυκλοφορίας στην ευρύτερη περιοχή του ΑΚ, υπάρχουν μερικές απόψεις συνδεόμενες με τη λειτουργία του συστήματος, τις οποίες χρειάζεται να έχουν υπόψη οι μελετητές του, οι οποίες είναι:

- Η στρατηγική του συστήματος ρύθμισης κυκλοφορίας
- Η γεωγραφική έκταση του συστήματος
- Η ρύθμιση όλων των προσβάσεων
- Η κατάρτιση των κατάλληλων αλγορίθμων
- Η διαχείριση των σχηματιζόμενων ουρών αναμονής
- Η ρύθμιση της ροής
- Η σήμανση σε συνδυασμό με το σύστημα ρύθμισης της κυκλοφορίας

4.12.3 Σήμανση

Όταν σε κλάδους εφαρμόζεται σύστημα ρυθμιζόμενης κυκλοφορίας με στοιχεία φωτεινής σηματοδότησης, παράλληλα χρειάζεται και η εγκατάσταση της κατάλληλης κατακόρυφης και οριζόντιας σήμανσης.

Η τοποθέτηση της κατακόρυφης σήμανσης πρέπει να εκτείνεται μέχρι τη θέση όπου ο οδηγός θα πρέπει να ενημερώνεται για την παρουσία του συστήματος ρυθμιζόμενης εισόδου στον αυτοκινητόδρομο, άλλη και να καθοδηγείται ανάλογα. Αυτή η σήμανση έχει τη λειτουργία της προειδοποίησης, για παράδειγμα, μπορεί αυτή να αφορά στις χρονικές διάρκειες που τίθεται σε λειτουργία το σύστημα ρυθμιζόμενης εισόδου στον αυτοκινητόδρομο.

Η θέση που πρέπει να κάνουν στάση τα οχήματα μπορεί να ορίζεται με μόνιμη πινακίδα επιπλέον της παρουσίας του φωτεινού σηματοδότη (βλ. Σχήμα 4.12.3-1).

Σχήμα 4.12.3-1: Υπόδειξη θέσης στάσης

4.12.4 Διακοπή λειτουργίας κλάδου

Η διακοπή της λειτουργίας κλάδου είναι η απλούστερη μορφή ρύθμισης της κυκλοφορίας. Η διακοπή μπορεί να γίνεται με τη συνδρομή και αυτόματων δρύφακτων, ή και χειροκίνητων, ή ακόμη και πυλών επί του κλάδου στη θέση που αυτός αρχίζει. Λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις από τη διακοπή λειτουργίας ενός κλάδου αυτή θα πρέπει να εφαρμόζεται σε εξαιρετικά δυσμενείς συνθήκες. Για παράδειγμα, ένα ατύχημα που έχει συμβεί αμέσως μετά από την είσοδο κλάδου σε αυτοκινητόδρομο, μπορεί να αξιολογείται ως τέτοια δυσμενής συνθήκη, που επιβάλλει την προσωρινή διακοπή της λειτουργίας του κλάδου. Άλλο παράδειγμα είναι η περίπτωση, όπου από αδυναμία της μελέτης η λωρίδα επιτάχυνσης ενός κλάδου να βρίσκεται εντός σήραγγας, οπότε εφόσον ο όγκος της κυκλοφορίας εντός της σήραγγας δημιουργεί φάλαγγες οχημάτων, είναι λογικό να διακόπτεται η λειτουργία των αμέσως προηγούμενων κλάδων εισόδου στον αυτοκινητόδρομο.

α. Είδη διακοπής λειτουργίας κλάδου

Υπάρχουν τρία γενικά είδη ή κατηγορίες διακοπής λειτουργίας κλάδων, που είναι:

- Μόνιμη διακοπή
- Προσωρινή διακοπή
- Διακοπή για χρονικό διάστημα της ημέρας ή χρονική προγραμματισμένη

Η μόνιμη διακοπή λειτουργίας κλάδου σε υφιστάμενο ΑΚ επιφέρει μόνιμες επιπτώσεις στη λειτουργία του οδικού δικτύου. Αυτή επιλέγεται ως λύση μετά από σχετική μελέτη των επιπτώσεων.

Η προσωρινή διακοπή λειτουργία επιλέγεται στην περίπτωση συμβάντων, τα οποία χρειάζονται κάποιο χρονικό διάστημα για την αποκατάσταση της ομαλής κυκλοφοριακής λειτουργίας του αυτοκινητοδρόμου.

Η διακοπή, για χρονικά διαστήματα ή η προγραμματισμένη όταν συμβαίνει αυξημένη κυκλοφορία, που υποβαθμίζει σημαντικά μια προκαθορισμένη Στάθμη Εξυπηρέτησης αντίστοιχα σε τυχαία χρονική διάρκεια ή στη διάρκεια των γνωστών ωρών αιχμής.

β. Μέθοδος διακοπής κυκλοφορίας

Οι μέθοδοι διακοπής της λειτουργίας κλάδου διακρίνονται ως προς τα μέσα που χρησιμοποιούνται και τα οποία είναι:

- Χειροκίνητα φράγματα μεταφερόμενα ή μόνιμα αποθηκευμένα σε κατάλληλη θέση. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν, πύλες, κώνους και άλλον εξοπλισμό που μεταφέρονται από θέση σε θέση. Αυτά χρησιμοποιούνται προφανώς στην περίπτωση προσωρινής διακοπής και όχι συστηματικής διακοπής στην ίδια θέση.
- Αυτόματης λειτουργίας φράγματα μόνιμα εγκατεστημένα σε μια θέση. Τέτοια είναι δρύφακτα, η ενεργοποίηση των οποίων συνοδεύεται και με μόνιμα εγκατεστημένη σήμανση με πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων.

Εικόνα 4.12.4-1: Μόνιμο φράγμα διακοπής λειτουργίας

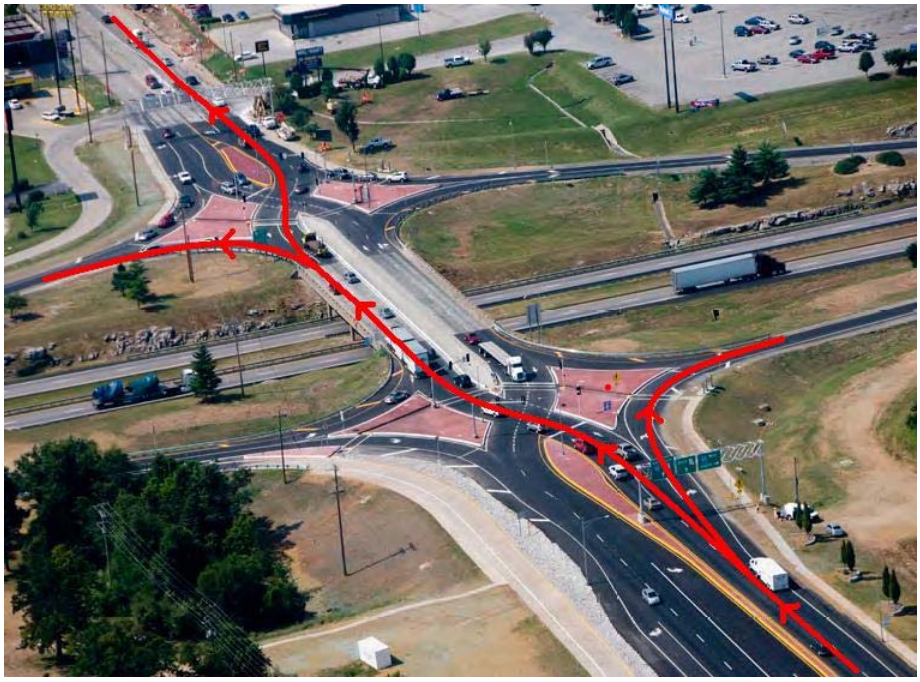
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΑΚ μορφής Ρόμβου Αντιμετάθεσης Κατευθύνσεων (ΡΑΚ)

Περιεχόμενα

Α1. ΓΕΝΙΚΑ 3
Α1.1 Πλεονεκτήματα 3
Α1.2 Μειονεκτήματα 6
Α2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ 7
Α2.1 Αποστάσεις μεταξύ Διασταυρώσεων 7
Α2.2 Ταχύτητα Μελέτης 7
Α2.3 Χωροθέτηση Σημείων Διασταύρωσης 7
Α2.4 Γωνία Διασταύρωσης 9
Α2.5 Διαμόρφωση Άκρων Νησίδων 9
Α2.6 Ακτίνες Καμπών 10
Α2.7 Πλάτος Λωρίδων 11
Α2.8 Ερείσματα 11
Α2.9 Μήκη Ορατότητας 11
Α2.10 Διαμορφώσεις για Πεζούς 12
Α2.11 Φωτεινή Σηματοδότηση 13

Α1. ΓΕΝΙΚΑ

Η σύγχρονη πρακτική σχεδίασης ανισόπεδων κόμβων ανά τον κόσμο έχει υιοθετήσει νέες μορφές με αποτελεσματικότερη και ασφαλέστερη κίνηση των οχημάτων. Μια από αυτές είναι ο ΑΚ μορφής Ρόμβου, με Αντιμετάθεση Κατευθύνσεων (Diverging Diamond Interchange – DDI)[1], που αποτελεί παραλλαγή του Ρόμβου με δύο ισόπεδες διασταυρώσεις. Ειδικό χαρακτηριστικό αυτής της μορφής είναι ότι στο τμήμα μεταξύ των δυο διασταυρώσεων γίνεται αντιμετάθεση των δυο αντίθετων κατευθύνσεων της δευτερεύουσας οδού. Με αυτή τη διαμόρφωση εξυπηρετούνται κυρίως περιπτώσεις με μεγάλο φόρτο αριστερών στρεφουσών κινήσεων από και προς την κύρια οδό, προσφέρονται βελτιωμένες συνθήκες ασφαλείας. Παράλληλα απλοποιείται η λειτουργία της απαιτούμενης φωτεινής σηματοδότησης.



Σχήμα Α1-1: Κόμβος μορφής ΡΑΚ (DDI) στο Springfield, Missouri

Α1.1 Πλεονεκτήματα

Η διαμόρφωση του ΡΑΚ επιτρέπει την εξυπηρέτηση μεγαλύτερων φόρτων για αριστερά στρέφουσες κινήσεις από και προς την κύρια οδό, σε σχέση με τις τυπικές μορφές ρόμβου, χωρίς να απαιτείται σημαντικά μεγαλύτερος χώρος ή και δαπάνη.

---

[1] Πρώτη εφαρμογή της παραλλαγής DDI στις ΗΠΑ έγινε τον Ιούνιο του 2009, στο Springfield, Missouri, για τον ανισόπεδο κόμβο μεταξύ του αυτοκινητοδρόμου Kansas Expressway (MO-13) και του διαπολιτειακού αυτοκινητοδρόμου Interstate I-44. Όπως στο Missouri, έτσι και σε άλλες περιπτώσεις, που κρίθηκε ότι πληρούνται οι προϋποθέσεις και τελικά εφαρμόστηκε η συγκεκριμένη παραλλαγή ανισόπεδου κόμβου μορφής ρόμβου, τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά.

Η μορφή ΡΑΚ παρουσιάζει λιγότερα σημεία εμπλοκής όλων των τύπων σε σχέση με τις τυπικές μορφές ρόμβου (ενός και δύο σημείων διασταύρωσης), όπως φαίνεται στο επόμενο Σχήμα Α1.1-1 και τον Πίνακα Α1.1-1.

Πίνακας Α1.1-1: Αριθμός σημείων ανά τύπο εμπλοκής για τις 3 μορφές Ρόμβου

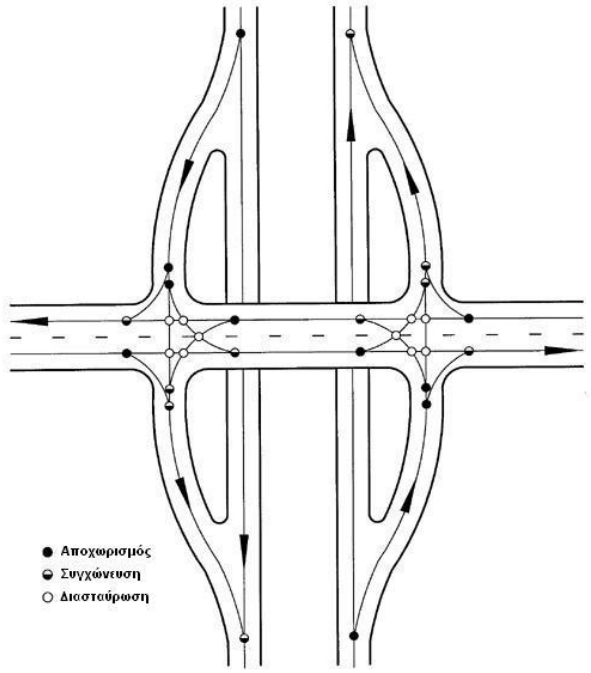
Μορφή ΑΚ	Τύπος εμπλοκής			
	Χωρισμός	Συμβολή	Διασταύρωση	Σύνολο
Ρόμβος Α	10	10	10	30
Ρόμβος Β	8	8	8	24
Ρόμβος Γ	8	8	2	18

Ο τρόπος που διοχετεύεται η κυκλοφορία ενθαρρύνει τη μείωση της ταχύτητας κίνησης περί τις διασταυρώσεις και κατά μήκος της δευτερεύουσας οδού, ενώ η διευθέτηση των ρευμάτων κυκλοφορίας, μέσω των προβλεπόμενων των νησίδων, καθιστά σχεδόν αδύνατη την κατά λάθος είσοδο σε απέναντι κλάδο αντίθετης ροής.

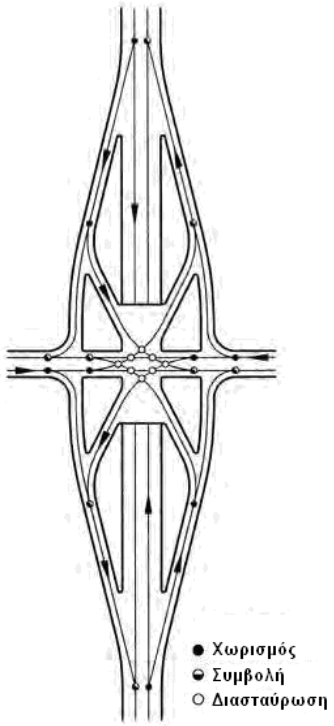
Η σηματοδότηση που απαιτείται είναι λιγότερο πολύπλοκη σε σχέση με ένα τυπικό σύστημα δύο διαδοχικών διασταυρώσεων ή μίας κεντρικής διασταύρωσης, αφού μπορεί να εξυπηρετήσει με ασφάλεια τις κινήσεις χρησιμοποιώντας ακόμα και δύο μόνο φάσεις, σχετικά μικρής διάρκειας. Οι καθυστερήσεις είναι μικρότερες, ενώ αποφεύγεται η δημιουργία μεγάλων ουρών, ειδικά στη δευτερεύουσα οδό.

Επιπλέον, διευκολύνεται ιδιαίτερα η αναστροφή για οχήματα συντήρησης του αυτοκινητοδρόμου ή σε περιπτώσεις που ο οδηγός θα πρέπει να επιστρέψει σε προηγούμενη έξοδο.

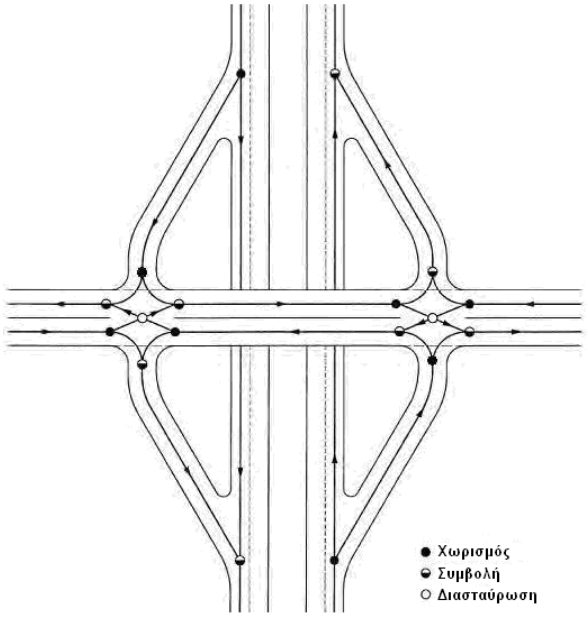
Αξίζει να σημειωθεί ότι στα σημεία των δυο διασταυρώσεων προσφέρεται η δυνατότητα ανάπτυξης κλάδου αναστροφής επί της δευτερεύουσας οδού.



Α: «Ρόμβος 2 διασταυρώσεων»



Β: «Ρόμβος 1 διασταύρωσης»



Γ: «Ρόμβος 2 διασταυρώσεων με αντιμετάθεση κατευθύνσεων»

Σχήμα Α1.1-1: Σημεία και τύποι εμπλοκής για ΑΚ μορφής ρόμβου

Α1.2 Μειονεκτήματα

Η διαμόρφωση ΡΑΚ δεν προτείνεται για όλες τις περιπτώσεις. Μία από αυτές συμβαίνει όταν οι φόρτοι ευθείας κίνησης επί της δευτερεύουσας οδού είναι υψηλοί, καθώς οι οδηγοί που δεν έχουν σκοπό να βγουν από τη δευτερεύουσα οδό καλούνται να αλλάξουν πλευρά στο οδόστρωμα δύο φορές κατά τη φορά κίνησής τους.

Ιδιαίτερο πρόβλημα προκύπτει όταν υπάρχουν υψηλοί φόρτοι επί της δευτερεύουσας οδού (είτε για ευθεία, είτε για αριστερά στρέφουσα κίνηση). Αυτό θα συμβαίνει όταν οι διαδοχικές διασταυρώσεις δεν αντέχουν αρκετά μεταξύ τους, ώστε το μήκος αποθήκευσης που απαιτείται.

Η ασυνήθιστη διαμόρφωση μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους οδηγούς, που δεν αναμένουν την εξαναγκασμένη κίνησή τους στην αριστερή πλευρά. Συνεπώς, θα πρέπει να υπάρχει επαρκής σήμανση και κατάλληλη διαμόρφωση ώστε να είναι σαφής η πορεία για κάθε κίνηση. Οι οδηγοί θα πρέπει να προειδοποιούνται έγκαιρα και με σαφήνεια για τη διαμόρφωση ΡΑΚ, μέσω κατάλληλης σήμανσης.

Σχήμα Α1.2-1: Παραδείγματα σήμανσης ενόψει διαμόρφωσης αλλαγής πλευράς οδοστρώματος

Με τη διαμόρφωση ΡΑΚ δεν είναι δυνατή η συνέχιση της διαδρομής από τον κλάδο εξόδου στον απέναντι κλάδο εισόδου προς την κύρια οδό, σε περίπτωση που έχει επιλεχθεί η έξοδος από λάθος. Για να εκτελεστεί αυτή η μετάβαση θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα αναστροφής σε σημείο επί της δευτερεύουσας οδού και μακριά από τη διασταύρωση, ώστε να μην ενθαρρύνεται η κίνηση της αναστροφής υπό φυσιολογικές συνθήκες. Η αναστροφή αυτή μπορεί να εκτελείται με ειδική διαμόρφωση λωρίδων επιβράδυνσης κι επιτάχυνσης επί των κεντρικών νησίδων (J-turns) ή με τη χρήση κόμβων κυκλικής κίνησης (roundabouts).

Η ασυνήθιστη διευθέτηση της κυκλοφορίας ενδέχεται να προκαλέσει σύγχυση και στους πεζούς, που αναμένεται να κοιτούν αριστερά πριν διασχίσουν την οδό. Σε περίπτωση που η διαμόρφωση των διαβάσεων και οι κυκλοφοριακοί φόρτοι δεν επιτρέπουν την ασφαλή διέλευση των πεζών, ενδέχεται να απαιτηθεί επιπλέον σηματοδότηση, ειδικά για τις δεξιές στροφές, και συνεπώς να μειωθεί η αποδοτικότητα του κόμβου.

Σε περιπτώσεις συμβάντων επί του αυτοκινητοδρόμου, μεταξύ της εξόδου και της ακόλουθης εισόδου, είναι δύσκολη η δημιουργία παράκαμψης με χρήση του κόμβου ΡΑΚ, καθώς δεν είναι δυνατή η ευθεία κίνηση από τον κλάδο εξόδου στον κλάδο εισόδου. Αντίθε-

τα, η εύκολη αναστροφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δυνατότητα όταν τα συμβάντα λαμβάνουν χώρα πριν ή μετά τα όρια του συστήματος του κόμβου.

Α2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η παραλλαγή ΡΑΚ παρουσιάζει ιδιαίτερα λειτουργικά και σχεδιαστικά χαρακτηριστικά. Ακολουθούν οδηγίες και συστάσεις για το σχεδιασμό τον κρίσιμων στοιχείων του κόμβου, όπως αυτές προκύπτουν υπό το στόχο της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας των μετακινήσεων.

Α2.1 Αποστάσεις μεταξύ Διασταυρώσεων

Η απαιτούμενη απόσταση μεταξύ των διαδοχικών διασταυρώσεων δεν είναι δεδομένη, συνεπώς προκύπτει από κυκλοφοριακή ανάλυση με βάση τους φόρτους και υπόκειται σε χωρικούς και οικονομικούς περιορισμούς ανά περίπτωση. Κύριο ζητούμενο αποτελεί ο καθορισμός του απαιτούμενου μήκους αποθήκευσης μεταξύ των δύο διασταυρώσεων για το σύνολο των οχημάτων που προτίθενται να κινηθούν ευθεία ή αριστερά κατά τη φορά κάθε ρεύματος κυκλοφορίας της δευτερεύουσας οδού, ανάλογα με το πρόγραμμα σηματοδότησης που επιλέγεται.

Στο σχεδιασμό του μοντέλου προς ανάλυση θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται και άλλες διασταυρώσεις της περιοχής, αν αυτές βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη του 1 km από τις διασταυρώσεις του κόμβου.

Α2.2 Ταχύτητα Μελέτης

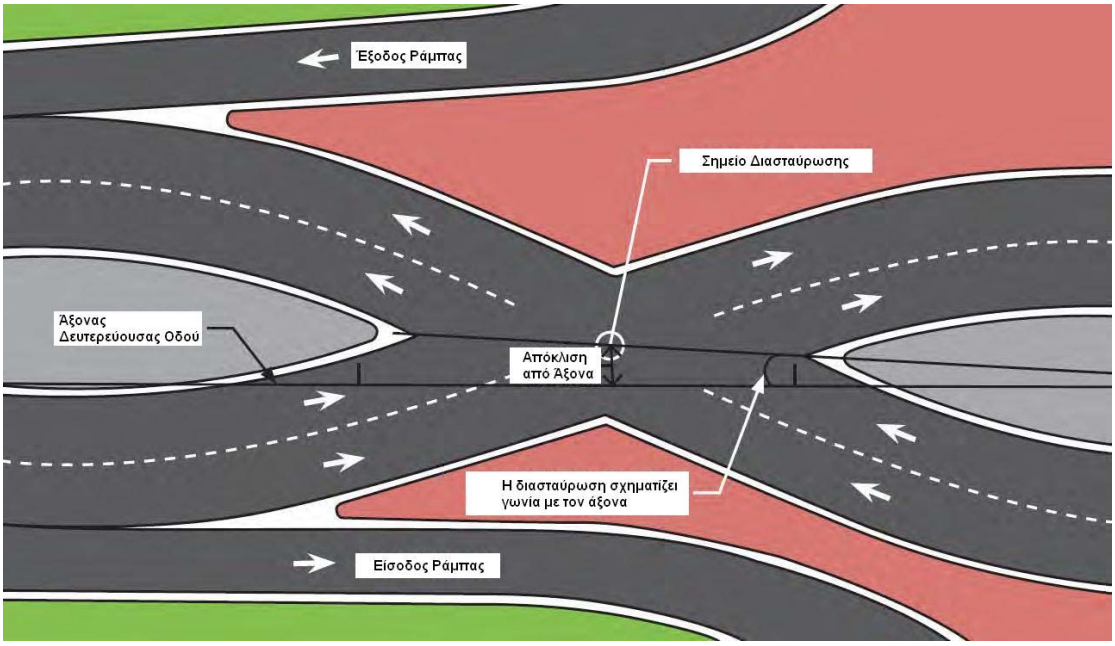
Τα οχήματα αναμένεται να κινούνται επί της δευτερεύουσας οδού με ταχύτητες 35 έως 50 km/h και να εκτελούν τις στρέφουσες κινήσεις με ταχύτητες 25 km/h.

Η ταχύτητα μελέτης μπορεί να επηρεάζεται από τους χωρικούς και οικονομικούς περιορισμούς, τους κυκλοφοριακούς φόρτους και το ποσοστό βαρέων οχημάτων, που θα οδηγήσουν σε συγκεκριμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά.

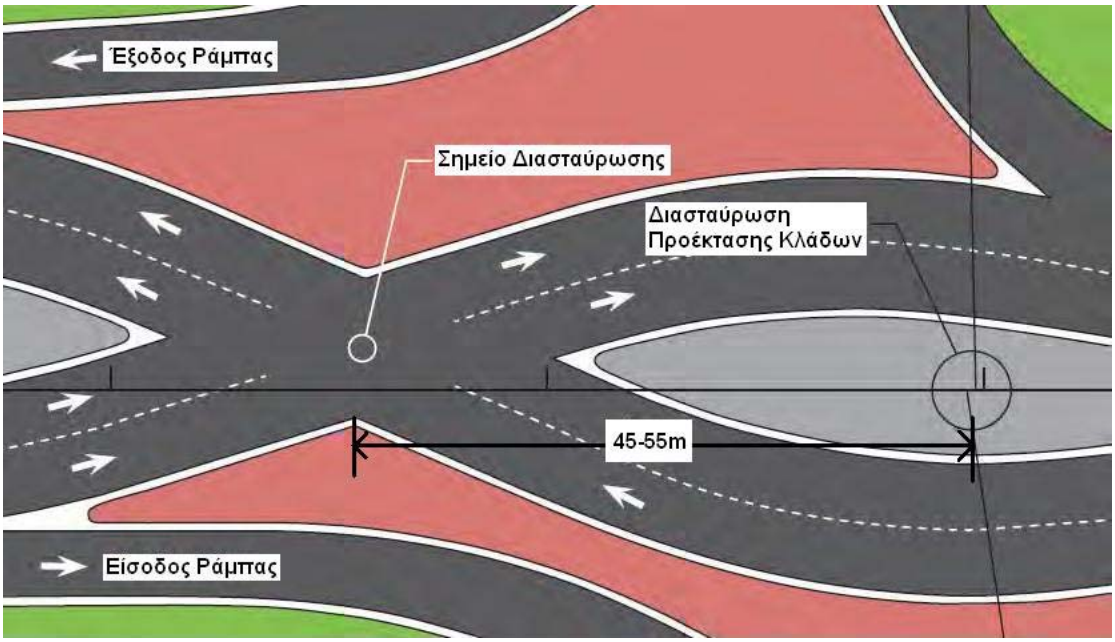
Α2.3 Χωροθέτηση Σημείων Διασταύρωσης

Το σημείο διασταύρωσης των δύο αξόνων των ρευμάτων κυκλοφορίας, στη θέση που αυτά αλλάζουν πλευρά στο οδόστρωμα, μπορεί να μη βρίσκεται πάνω στον κεντρικό άξονα της δευτερεύουσας οδού (βλ. Σχήμα Α2.3-1).

Επίσης, το θεωρητικό σημείο διασταύρωσης των προεκτάσεων των αντικριστών κλάδων εισόδου/ εξόδου βρίσκεται πάνω στην κεντρική νησίδα που διαχωρίζει τα δύο ρεύματα κυκλοφορίας και άρα σε άλλο σημείο από αυτό που ορίζει την αντιμετώπιση των δύο ρευμάτων κυκλοφορίας. Η οριζόντια απόσταση των δύο αυτών διαφορετικών σημείων, γενικά, συνιστάται να είναι της τάξης των 45 m (βλ. Σχήμα Α2.3-2).



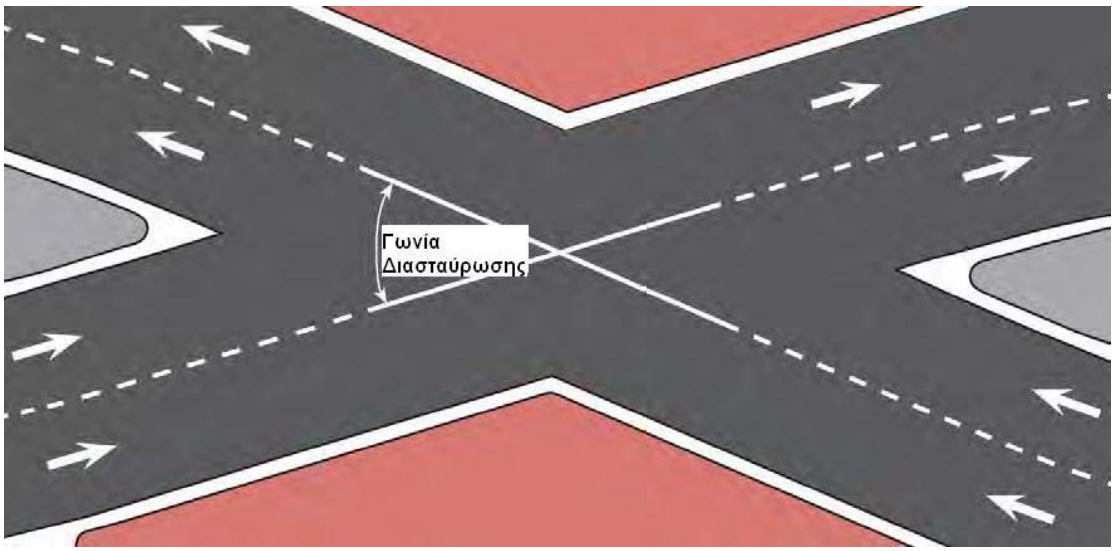
Σχήμα Α2.3-1: Απόκλιση σημείου διασταύρωσης των ρευμάτων κυκλοφορίας από άξονα δευτερεύουσας οδού



Σχήμα Α2.3-2: Απόσταση σημείου διασταύρωσης ρευμάτων κυκλοφορίας από διασταύρωση προέκτασης κλάδων

Α2.4 Γωνία Διασταύρωσης

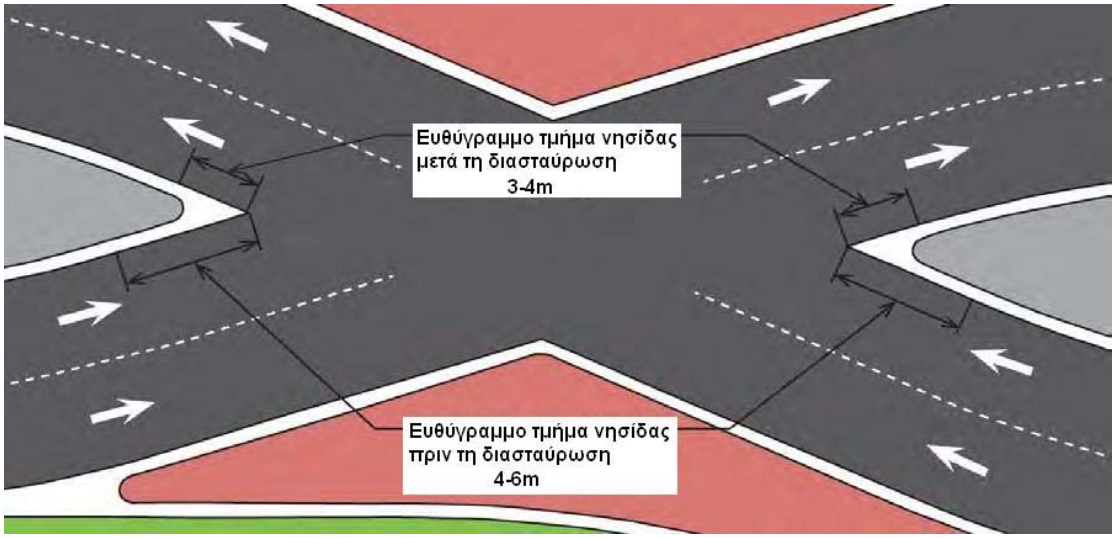
Η γωνία διασταύρωσης των ρευμάτων κυκλοφορίας θα πρέπει να επιλέγεται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα σφάλματος στην επιλογή πορείας από τον οδηγό. Μια μεγάλη γωνία βοηθά τον οδηγό στη διάκριση των ρευμάτων κυκλοφορίας, αφού η διαμόρφωση προσομοιάζεται με κανονική ισόπεδη διασταύρωση δύο οδών. Επίσης, μειώνονται οι αποστάσεις που πρέπει να διανύσουν τα οχήματα κατά τη μετάβαση από τη μία πλευρά του οδοστρώματος στην άλλη. Σε περίπτωση μεγάλων φόρτων για την ευθεία κίνηση κατά μήκος της δευτερεύουσας οδού, η μεγάλη γωνία διασταύρωσης προκαλεί προβλήματα στη ροή της κυκλοφορίας και την άνεση των οδηγών. Μικρές γωνίες αυξάνουν την πιθανότητα εισόδου στο αντίθετο ρεύμα και την απόσταση που πρέπει να διανυθεί για την αλλαγή πλευράς οδοστρώματος. Βοηθούν, όμως, την κυκλοφορία κατά μήκος της δευτερεύουσας οδού και απαιτούν λιγότερο χώρο για την κατασκευή της διαμόρφωσης. Γενικά, συνιστάται οι γωνίες να είναι της τάξης των 40° έως 50° (βλ. Σχήμα Α2.4-1).



Σχήμα Α2.4-1: Γωνία διασταύρωσης ρευμάτων κυκλοφορίας

Α2.5 Διαμόρφωση Άκρων Νησίδων

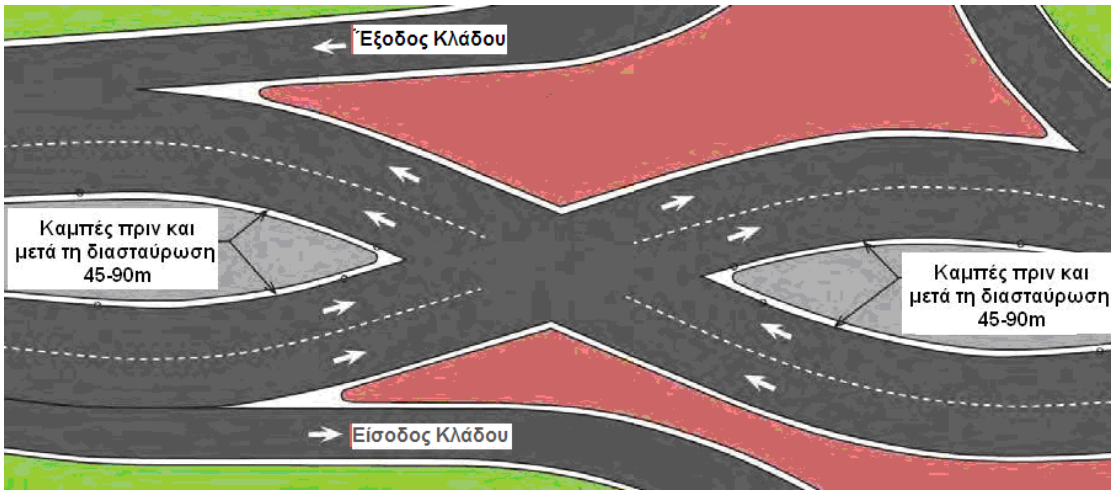
Πριν και μετά την είσοδο στην περιοχή διασταύρωσης, τα άκρα των νησίδων χρήζουν ειδικής διαμόρφωσης για να διευκολύνεται η επιλογή της πορείας και να είναι πιο άνετη η κίνηση. Ένα μικρό ευθύγραμμο μήκος στα άκρα των νησίδων πριν και μετά τη διασταύρωση βοηθά τον οδηγό να προσαρμόσει την πορεία του σωστά και να αποφύγει απότομους ελιγμούς κατά την εναλλαγή των καμπών. Αυτό το μήκος συνιστάται να είναι περί τα 4,5 έως 6 m πριν από τη διασταύρωση και 3 – 4,5 m μετά από τη διασταύρωση (βλ. Σχήμα Α2.5-1).



Σχήμα Α2.5-1: Διαμόρφωση άκρων νησίδων πριν και μετά τη διασταύρωση των ρευμάτων κυκλοφορίας

Α2.6 Ακτίνες Καμπών

Οι καμπές που χρησιμοποιούνται για να κατευθύνουν τα οχήματα στην αλλαγή πλευράς θα πρέπει να δίνουν τη δυνατότητα κίνησης στις επιθυμητές ταχύτητες επί της δευτερεύουσας οδού και να προσφέρουν ομαλή μετάβαση από και προς τους κλάδους εισόδου και εξόδου. Οι ακτίνες των καμπών μπορεί να είναι διαφορετικές σε κάθε πλευρά της διασταύρωσης, αφού η διαμόρφωση δεν θα είναι πάντα εντελώς συμμετρική, λόγω χωρικών ή οικονομικών περιορισμών. Οι ακτίνες των καμπών αμέσως πριν και μετά τη διασταύρωση των ρευμάτων κυκλοφορίας συνιστάται να είναι της τάξης των 45 έως 90 m (βλ. Σχήμα Α2.6-1).



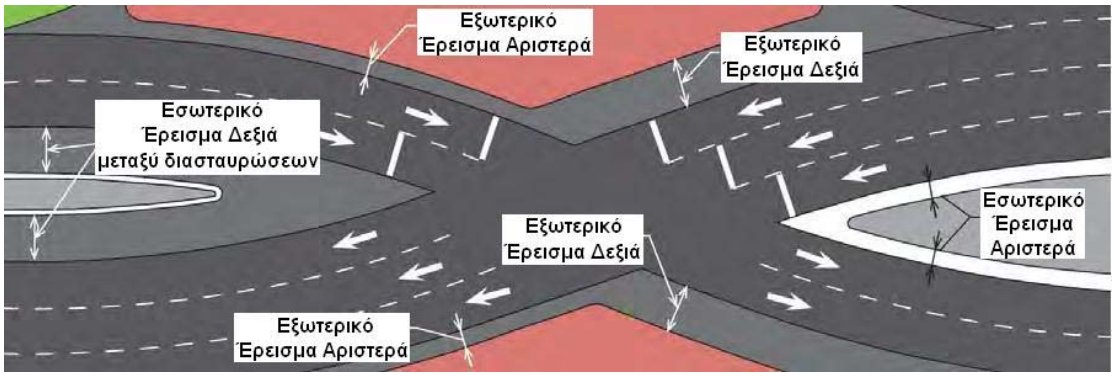
Σχήμα Α2.6-1: Ακτίνες καμπών αμέσως στη διασταύρωση των ρευμάτων κυκλοφορίας

Α2.7 Πλάτος Λωρίδων

Τα πλάτη των λωρίδων στη μορφή ΡΑΠ είναι ένα κρίσιμο στοιχείο του σχεδιασμού στην περιοχή της διασταύρωσης των ρευμάτων. Γενικά, θα πρέπει το πλάτος των λωρίδων να είναι τέτοιο ώστε να επιτρέπει στα οχήματα να παραμένουν στη λωρίδα τους καθ' όλη τη διάρκεια της μετάβασης από τη μία πλευρά του οδοστρώματος στην άλλη. Στη διαδικασία καθορισμού του πλάτους των λωρίδων και του μήκους για το οποίο ισχύει αυτό το πλάτος θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις και τα ίχνη κατά τη στροφή κάθε τύπου οχήματος, που αναμένεται να χρησιμοποιήσει τον κόμβο. Στην περιοχή της διασταύρωσης συνιστάται το πλάτος κάθε λωρίδας να είναι της τάξης των 4,5 m, που καλύπτει τις απαιτήσεις στις συνήθεις συνθέσεις κυκλοφορίας, όμως η παρουσία βαρέων και μακρών οχημάτων μπορεί να απαιτήσει ακόμα μεγαλύτερα πλάτη. Σε περίπτωση παρουσίας πολλαπλών λωρίδων για αριστερή στροφή, τα βαρέα και μακρά οχήματα θα πρέπει να χρησιμοποιούν τις δεξιές λωρίδες. Μεταξύ των δύο διαδοχικών διασταυρώσεων, τα πλάτη λωρίδων μπορεί να είναι μεγαλύτερα από τα τυπικά πλάτη της δευτερεύουσας οδού, αλλά δεν πρέπει να ξεπερνούν το πλάτος των λωρίδων, όπως αυτό ορίστηκε στην περιοχή διασταύρωσης των ρευμάτων κυκλοφορίας.

Α2.8 Ερείσματα

Εάν προβλέπονται ερείσματα στη δευτερεύουσα οδό, τότε θα πρέπει να συνεχίζονται με τα ίδια χαρακτηριστικά και εντός του κόμβου, στο διάστημα μεταξύ των διαδοχικών διασταυρώσεων. Σε περίπτωση ανάγκης για στάση, ο οδηγός προσδοκά να μπορεί να σταματήσει στα δεξιά. Αυτή η προσδοκία θα πρέπει να ικανοποιείται καθ' όλη την πορεία, παρά την αλλαγή πλευράς μετά τη διασταύρωση των ρευμάτων κυκλοφορίας και παρά το γεγονός ότι στο διάστημα αυτό η δεξιά πλευρά είναι πλέον η εσωτερική.



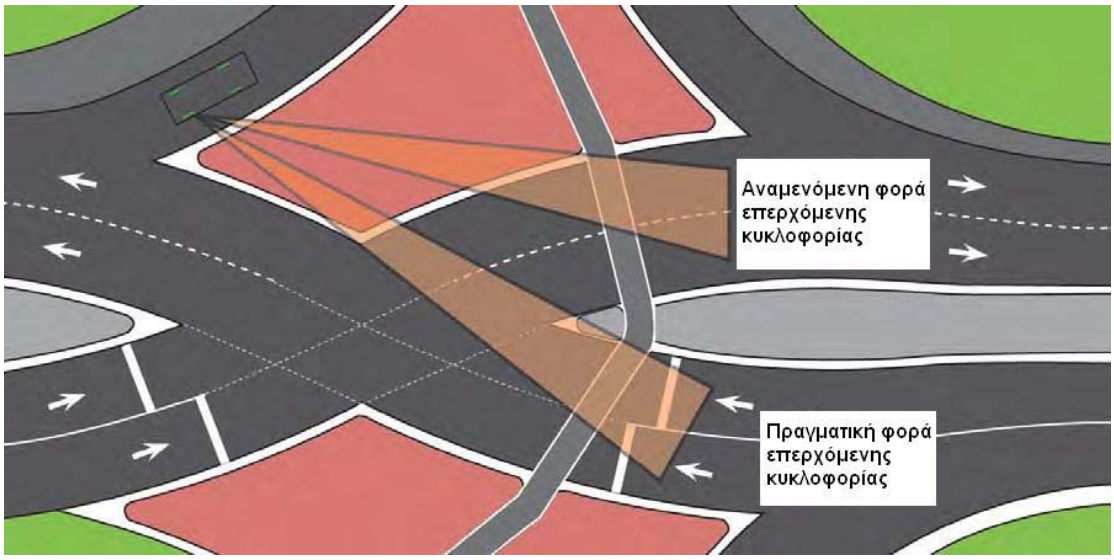
Σχήμα Α2.8-1: Συνέχεια ερεισμάτων πριν και μετά τη διασταύρωση των ρευμάτων κυκλοφορίας

Α2.9 Μήκη Ορατότητας

Οι οδηγοί έχουν συγκεκριμένες προσδοκίες για την κατεύθυνση από την οποία αναμένονται τα επερχόμενα οχήματα. Στη μορφή ΡΑΠ θα πρέπει να υπάρχει πρόνοια σήμανσης και ελεύθερο οπτικό πεδίο, ώστε οι οδηγοί να μπορεί να αναγνωρίζουν έγκαιρα και με ασφάλεια τα επερχόμενα οχήματα.

Ιδιαίτερο πρόβλημα παρουσιάζεται κατά την είσοδο στη δευτερεύουσα οδό από τον κλάδο εξόδου του αυτοκινητόδρομου. Σε αυτό το σημείο, ο οδηγός αναμένει να συγχωνευτεί με

τα οχήματα που έρχονται αμέσως από αριστερά, όμως στην πραγματικότητα αυτά έρχονται από τη διαγωνίως απέναντι κατεύθυνση (βλ. Σχήμα Α2.9-1). Εάν υπάρχει χωρική και οικονομική δυνατότητα, συνιστάται να μεταφέρεται το σημείο συγχώνευσης της λωρίδας εισόδου στη δευτερεύουσα οδό πιο μακριά από τη διασταύρωση, μέσω κατάλληλης διαμόρφωσης νησίδας ή διαγράμμισης, ώστε τα επερχόμενα οχήματα να έχουν ήδη μεταβεί στη δεξιά πλευρά του οδοστρώματος. Εάν προβλέπεται στηθαίο ασφαλείας για τη διάβαση των πεζών στη νησίδα, θα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι το ύψος και η θέση του δεν εμποδίζει την ορατότητα των οδηγών.

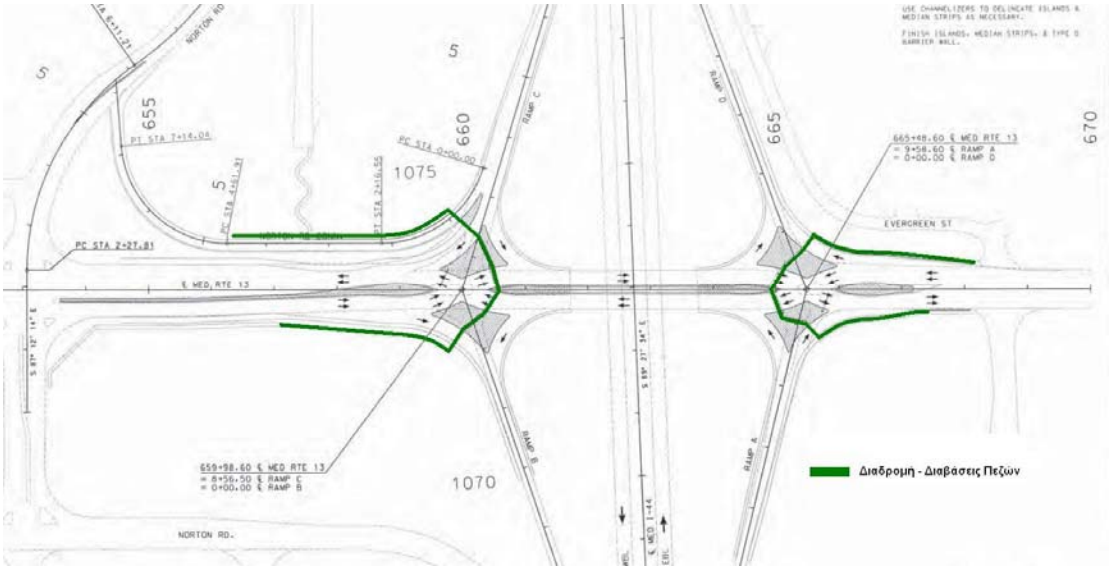


Σχήμα Α2.9-1: Αναμενόμενη και πραγματική φορά επερχόμενης κυκλοφορίας για όχημα που εισέρχεται στη δευτερεύουσα οδό

Α2.10 Διαμορφώσεις για Πεζούς

Στον κόμβο ΡΑΠ η κίνηση των πεζών και των ποδηλάτων δυσχεραίνεται από την ασυνήθιστη διαμόρφωση, μπορεί, όμως, να εκτελείται με άνεση και ασφάλεια εάν γίνει κατάλληλος σχεδιασμός.

Αν η κεντρική νησίδα, που διαχωρίζει τα ρεύματα κυκλοφορίας επί της δευτερεύουσας οδού και μεταξύ των δύο διαδοχικών διασταυρώσεων, έχει ικανό πλάτος (1,5 – 2 m), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κίνηση πεζών ή/ και ποδηλάτων, επιτρέποντας τη μετάβαση, όχι μόνο κατά μήκος, αλλά και καθέτως της δευτερεύουσας οδού.



Σχήμα Α2.10-1: Παράδειγμα σχεδιασμού πορείας πεζών/ ποδηλατών

Για την προστασία των πεζών συνιστάται η παρουσία στηθαίου ασφαλείας με ύψος που δεν εμποδίζει σημαντικά την ορατότητα των οδηγών.

Σχήμα Α2.10-2: Παράδειγμα στηθαίου ασφαλείας για πεζούς/ ποδηλάτες στην κεντρική νησίδα

Α2.11 Φωτεινή Σηματοδότηση

Η σηματοδότηση μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στην ασφάλεια και τη λειτουργικότητα της διαμόρφωσης ΡΑΠ. Ένας τέτοιος κόμβος έχει μειωμένες απαιτήσεις σηματοδότησης, εξαρτώμενες κυρίως από τις ισχύουσες ή προβλεπόμενες κυκλοφοριακές συνθήκες.

Η σχεδίαση της αριστερής στροφής εισόδου στη δευτερεύουσα οδό, στο τέλος του κλάδου εξόδου του αυτοκινητόδρομου, επιτρέπει την κίνηση των οχημάτων χωρίς σηματοδότηση, αλλά μόνο με σήμανση για παραχώρηση προτεραιότητας έναντι του ρεύματος κυκλοφορίας κατά μήκος της δευτερεύουσας οδού. Για λόγους ασφαλείας και απάλειψης εμπλοκών κατά τη συγχώνευση των κινήσεων, μπορεί να απαιτηθεί σηματοδότηση και γι' αυτή την αριστερόστροφη κίνηση, όμως αυτό ενδέχεται να επηρεάσει αρνητικά την αποδοτικότητα του κόμβου και να δημιουργήσει ουρές στον κλάδο εξόδου. Σε περίπτωση χρήσης αυτής

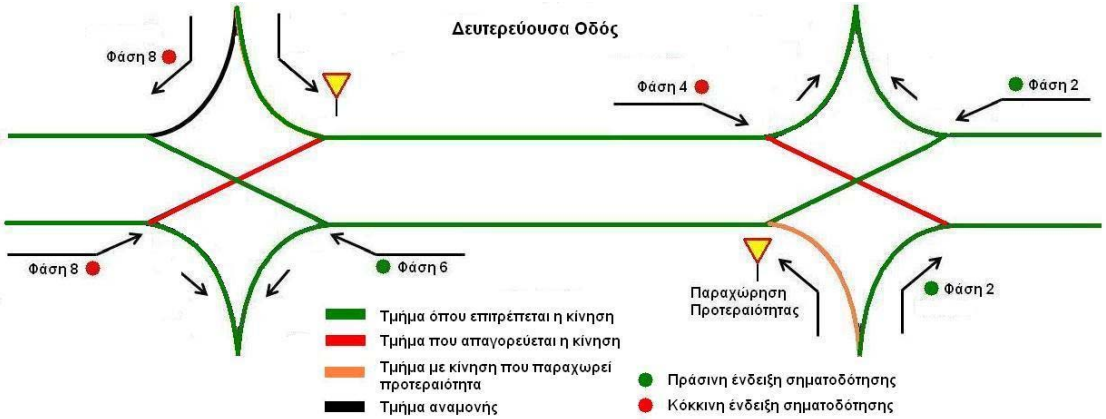
της δυνατότητας, συνιστάται η απόσταση μεταξύ των δύο διαδοχικών διασταυρώσεων να είναι κατά το δυνατόν μικρότερη, ώστε να μην προκύπτει απαίτηση για μεγαλύτερη διάρκεια κίτρινης και καθολικής κόκκινης ένδειξης, ενώ θα υπάρχουν μικρότερες απώλειες πραγματικού χρόνου πρασίνου. Τα προηγούμενα ισχύουν και για τις δεξιές στροφές.

Η διάβαση των πεζών κάθετα προς την αριστερόστροφη κίνηση, που περιγράφεται προηγουμένως, παραβαίνει τις προσδοκίες πεζών και οδηγών, οπότε απαιτεί επιπλέον σήμανση και -ενδεχομένως- σηματοδότηση.

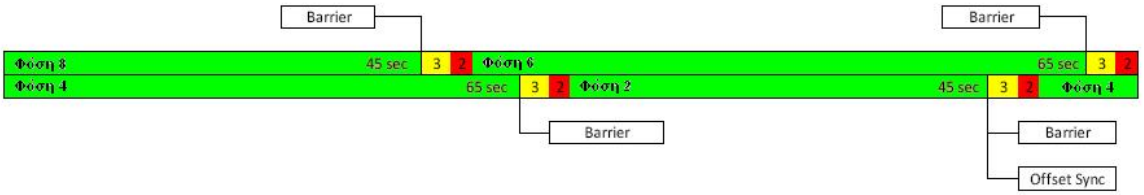
Η διαμόρφωση ΡΑΠ είναι δυνατό να εξυπηρετηθεί από πρόγραμμα σηματοδότησης μόνο δύο φάσεων και τη χρήση μόνο μίας μονάδας ρυθμιστού (controller) για τις δύο διασταυρώσεις. Με αυτό τον τρόπο είναι ευκολότερη η ενιαία λειτουργία των δύο διασταυρώσεων ως ένα σύστημα.

Ο προγραμματισμός της σηματοδότησης θα πρέπει να γίνεται με τρόπο που επιτρέπει την αποφόρτιση του τμήματος μεταξύ των διασταυρώσεων, πριν φτάσουν στην ουρά τα οχήματα από τη φάση που ακολουθεί.

Ένα παράδειγμα προγράμματος σηματοδότησης παρουσιάζεται μέσω των ακόλουθων σχεδιαγραμμάτων.



Σχήμα Α2.11-1: Επιτρεπόμενες ροές οχημάτων κατά την ταυτόχρονη λειτουργία των φάσεων 6 & 2



Σχήμα Α2.11-2: Παράδειγμα προγράμματος σηματοδότησης

Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ)
Τεύχος 11
Ανισόπεδοι Κόμβοι (ΟΜΟΕ-ΑΚ)

Ιούλιος 2013 - Έκδοση 3

Σύμβουλος: ΝΑΜΑ ΑΕ