Ειδικά Θέματα Οδοποιίας

Ενότητα **1**: Ισόπεδοι Κόμβοι

Γεώργιος Μίντσης
Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

CC BY SA

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Ισόπεδοι Κόμβοι

Περιεχόμενα ενότητας

1. Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων
2. Στάδια μελέτης κόμβου
3. Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών
4. Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι
5. Ελιγμοί
6. Μηκοτομή
7. Λειτουργικά χαρακτηριστικά των ισόπεδων κόμβων
8. Σήμανση ισόπεδων κόμβων

Σκοπός ενότητας

- Σκοπός της Θεματικής Ενότητας είναι να εισάγει τον/την φοιτητή/ τρια στη μελέτη χάραξης και λειτουργίας των ισόπεδων κόμβων. Ειδικότερα να παρουσιάσει τα βασικά στοιχεία της γεωμετρίας και της λειτουργίας ισόπεδων κόμβων, τους χρησιμοποιούμενους τύπους, τα διαστασιολογικά πρότυπα των οδηγιών μελέτης των ισόπεδων κόμβων καθώς και μεθοδολογίες χάραξης των διαφόρων τύπων των ισόπεδων κόμβων.

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (1/16)

- Στα πλαίσια μιας πλήρους διαμόρφωσης και σχεδιασμού του οδικού δικτύου και συγκεκριμένα κατά το στάδιο που αφορά στη μελέτη κόμβων, αφού έχει προηγηθεί, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ – ΛΚΟΔ ο προσδιορισμός της κατηγορίας των οδών που συναντώνται, ακολουθεί ο σχεδιασμός (μελέτη χάραξης) του κόμβου· βασικό εισαγωγικό στοιχείο του σχεδιασμού είναι η επιλογή του τύπου του κόμβου βάσει των υπαρχόντων χωροταξικών – πολεοδομικών, λειτουργικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών δεδομένων και περιορισμών.

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (2/16)

- Οι κόμβοι πρέπει να διακρίνονται ως προς την ύπαρξη ή όχι φωτεινής σηματοδότησης. Μία τέτοια εγκατάσταση προκαλεί περιορισμό των μεγίστων ταχυτήτων σε $\mathbf{V_{επιτρ.} \leq 70km/h}$ και σκοπό έχει τη βελτίωση του επιπέδου ασφαλείας της κυκλοφορίας ιδιαίτερα, όταν ο κόμβος εξυπηρετεί μεγάλους κυκλοφοριακούς φόρτους ή όταν υπάρχει έντονο το πρόβλημα επικινδυνότητας ή ακόμα όταν πρόσθετες λωρίδες, κυρίως μέσα σε δομημένες περιοχές, δεν μπορούν να δημιουργούνται.

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (3/16)

- Έτσι αρχικά οι κόμβοι διακρίνονται σε:
  - **κόμβους χωρίς φωτεινή σηματοδότηση** και
  - **κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση.**

- Φυσικά, οι κόμβοι διαχωρίζονται και με κριτήριο το αν οι οδοί-κλάδοι τους συναντώνται στο ίδιο επίπεδο ή όχι. Έτσι διαχωρίζονται βασικά σε:
  - **Ισόπεδους κόμβους** και
  - **Ανισόπεδους κόμβους.**

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (4/16)

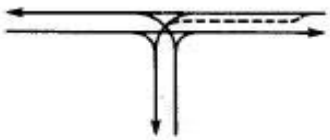
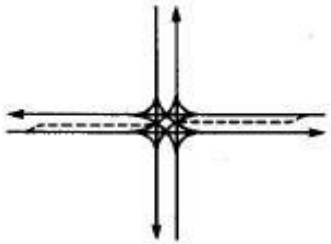
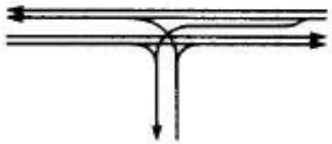
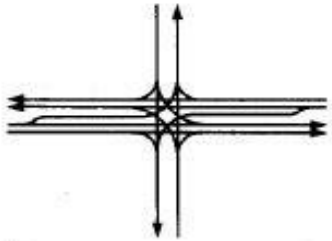
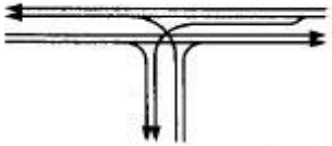
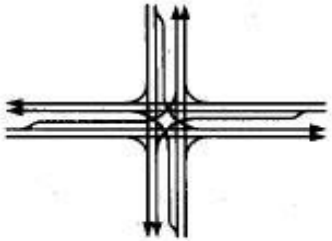
- Η επιλογή του είδους του κόμβου γίνεται με βάση τα γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των οδών που συναντώνται αλλά και τα στοιχεία της κυκλοφορίας που εξυπηρετεί η ευρύτερη περιοχή του κόμβου.
- Εκτός από τον προσδιορισμό του είδους του κόμβου, απαραίτητη είναι και η εκλογή της συγκεκριμένης γεωμετρικής μορφής του, που πρέπει να βρίσκεται σε συμφωνία με τα υπόλοιπα στοιχεία σχεδιασμού του οδικού δικτύου καθώς και η ανάγκη για την εγκατάσταση ή μη φωτεινής σηματοδότησης.

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (5/16)

- Στους Γερμανικούς κανονισμούς RAS-K-1 [1], οι ισόπεδοι κόμβοι κατατάσσονται σε:
  - **Συμβολές τύπου Τ.**
  - **Συμβολές τύπου Υ.**
  - **Διασταυρώσεις.**
  - **Κυκλικοί κόμβοι.**

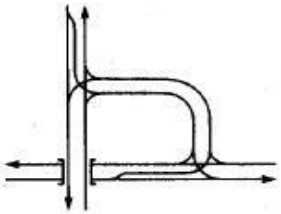
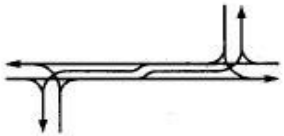
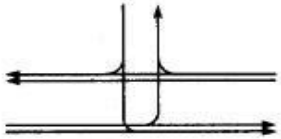
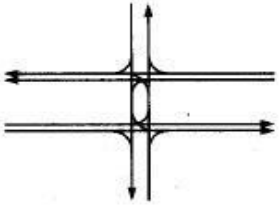
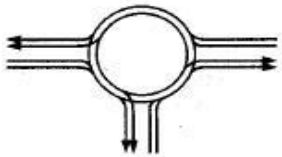
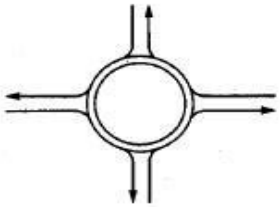
- Επιπλέον, οι RAS-K-1, προτείνουν εναλλακτικές λύσεις για τη γεωμετρία των ισόπεδων κόμβων (Βασικοί Τύποι I-VII), που απεικονίζονται στο Σχήμα 1 χωρίς κατασκευαστικές λεπτομέρειες, πιθανές εγκαταστάσεις φωτεινής σηματοδότησης και οδούς πεζών, ποδηλατών ή μέσων δημόσιας συγκοινωνίας.

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (6-α/16)

Βασικές Μορφές	Συμβολές	Διασταυρώσεις
I Συμβολή ή διασταύρωση δρόμων 2 λωρίδων		
II Συμβολή ή διασταύρωση δρόμων 2 οδοστρωμάτων με 2 λωρίδες. Κατά κανόνα με φωτεινή σηματοδότηση		
III Συμβολή ή διασταύρωση δρόμων 2 οδοστρωμάτων. Με φωτεινή σηματιδότηση		

Σχήμα 1-α: Βασικές μορφές κόμβων (Τύποι I – III) [1]

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (6-β/16)

IV Μερικώς ανισόπεδη διασταύρωση δρόμων 2 λωρίδων ή 2 οδοστρωμάτων		
V Διασταύρωση δρόμων 2 λωρίδων με μετατοπισμένους κλάδους		
VI Διευρυμένη συμβολή ή διασταύρωση με τουλάχιστον ένα δρόμο 2 οδοστρωμάτων		
VII Κυκλική πλατεία κυκλοφορίας σε δρόμους 2 λωρίδων ή 2 οδοστρωμάτων		

Σχήμα 1-β: Βασικές μορφές κόμβων (Τύποι IV – VII) [1]

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (7/16)

- Ακολουθεί μια σύντομη ανάλυση των βασικών τύπων:
  - **Τύπος Ι**: Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι μικρός και δεν απαιτείται λωρίδα αριστερής και δεξιάς στροφής. Στην πρωτεύουσα οδό παραλείπονται οι νησίδες, όπως επίσης και στη δευτερεύουσα οδό. Στην περίπτωση της διασταύρωσης συνήθως διατάσσονται νησίδες μορφής σταγόνας στις δευτερεύουσες οδούς, είναι δυνατόν όμως να παραληφθούν όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι μικρός (Σχήμα 1-α).

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (8/16)

– **<u>Τύπος ΙΙ</u>**: Εφαρμόζεται σε οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας, όπου είναι απαραίτητες οι λωρίδες αριστερής στροφής. Λωρίδες δεξιάς παρέχονται μόνο όταν το απαιτούν οι κυκλοφοριακές συνθήκες. Σε κάθε δευτερεύουσα πρόσβαση, τόσο στη συμβολή, όσο και στη διασταύρωση, κατασκευάζεται νησίδα μορφής σταγόνας και αριστερά της, μία κατευθυντήρια νησίδα τριγωνικής μορφής. Η πρωτεύουσα οδός δε διαθέτει νησίδες (Σχήμα 1-α).

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (9/16)

– **<u>Τύπος ΙΙΙ</u>**: Εφαρμόζεται σε οδούς με τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας και είναι σηματοδοτούμενος. Η κύρια οδός διαθέτει λωρίδες αριστερής και δεξιάς στροφής. Επίσης, λωρίδα αριστερής στροφής είναι δυνατόν να σχεδιαστεί και σε δευτερεύουσες οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Η πρωτεύουσα οδός διαθέτει νησίδα διαχωρισμού της κυκλοφορίας, ενώ η δευτερεύουσα νησίδα μορφής σταγόνας και αριστερά της μία κατευθυντήρια νησίδα τριγωνικής μορφής (Σχήμα 1-α).

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (10/16)

– **<u>Τύπος IV</u>**: Στον τύπο αυτό διασταυρώνονται δύο οδοί σε διαφορετικό επίπεδο. Εφαρμόζεται όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι αρκετά μεγάλος ώστε να μην εξυπηρετείται ομαλά από τον ισόπεδο κόμβο, στον οποίο η φωτεινή σηματοδότηση δεν προτείνεται γιατί δεν ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά της οδού (Σχήμα 1-β).

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (11/16)

– **<u>Τύπος V</u>**: Προκύπτει όταν μια διασταύρωση διαμορφώνεται ως μετατόπιση, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι κλάδοι μιας υποδεέστερης οδού, σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, να συμβάλουν από διαφορετικές πλευρές επάνω στην υπέρτερη οδό. Με άλλα λόγια, μια μετατόπιση συνίσταται από δύο συμβολές Τύπου Ι. Σε οδούς με υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους της ομάδας Α, πρέπει κατά προτίμηση να διαμορφώνονται δεξιά μετατοπίσεις , στις οποίες οι λωρίδες αριστερής στροφής εξόδου, ανάλογα με το απαιτούμενο μήκος και μέγεθος της μετατόπισης, να τοποθετούνται η μια μετά την άλλη, ή η μια παραπλεύρως της άλλης (Σχήμα 1-β).

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (12/16)

– **<u>Τύπος VI</u>**: Προκύπτει όταν σε μια διασταύρωση δύο οδών δύο οδοστρωμάτων ή μιας οδού δύο οδοστρωμάτων, με μία οδό δύο λωρίδων, η εγκάρσια απόσταση μεταξύ των λωρίδων κυκλοφορίας είναι μεγαλύτερη από ένα μήκος οχήματος. Έτσι, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν στην εσωτερική αυτή περιοχή, επιφάνειες αναμονής για αριστερές στροφές εισόδου και εξόδου, ή να εγκατασταθούν δεντροστοιχίες, αλλά και υποδομή για την κίνηση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (π.χ. τραμ). Οι διευρυμένες συμβολές και διασταυρώσεις αυτού του τύπου πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο σε οδούς με **Vκ≤70km/h** και κατά προτίμηση σε κόμβους μέσα σε δομημένες περιοχές (Σχήμα 1-β).

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (13/16)

– **<u>Τύπος VII</u>**: Προκύπτει όταν τρεις ή περισσότεροι κλάδοι κόμβου συνδέονται μεταξύ τους μέσω μιας κυκλικής πλατείας, η οποία λειτουργεί ως μονόδρομος, ενώ δεν εγκαθίσταται φωτεινή σηματοδότηση. Κόμβοι αυτής της μορφής απαιτούν κατά κανόνα περιορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας σε **Vκ≤70km**/h.

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (14/16)

- Κατά παρόμοιο τρόπο γίνεται η κατάταξη των ισόπεδων κόμβων σε κατηγορίες και κατά τους Βρετανικούς κανονισμούς, Design Manual for Urban Roads and Streets [2] και Streets and Transport in the Urban Environment[3]. Συγκεκριμένα οι κόμβοι ανήκουν σε μία από τις εξής κατηγορίες:
- **Κόμβοι προτεραιότητας** (Priority junctions)
  - **Συμβολές τύπου Τ** (T junctions) με ή χωρίς καθοδήγηση κυκλοφορίας (with or without channelisation).
  - **Συμβολές με δεξιά ή αριστερή μετατόπιση** (staggered junctions).
  - **Διασταυρώσεις** (cross-junctions).
- **Συμβολές τύπου Υ** (Y junctions).
- **Διάφορες συμβολές πολύπλοκης μορφής** (complex junctions).
- **Κυκλικοί κόμβοι** (roundabouts). Πιο αναλυτικά αναφέρονται οι:
  - **Τυπικοί κυκλικοί κόμβοι** (conventional roundabouts): διαθέτουν κυκλική ή άλλου σχήματος κεντρική νησίδα διαμέτρου **δ>4m** και
  - **Mini-roundabouts**: μόνο σε αστικές περιοχές, με κυκλική κεντρική νησίδα διαμέτρου **< 4m** και ιδιαίτερα χαμηλές ταχύτητες.
- **Σηματοδοτούμενοι κόμβοι** (traffic signal control)
- **Ανισόπεδοι κόμβοι** (grade-separated)

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (15/16)

- Οι Γαλλικοί κανονισμοί, σύμφωνα με το εγχειρίδιο περί υπεραστικών κόμβων, Aménagement des Carrefours interurbains sur les routes [4], αρχικά διαχωρίζουν τους κόμβους σε δύο μεγάλες κατηγορίες:
  - **Ανισόπεδοι κόμβοι** (carrefours dénivelés ou échangeurs), όπου οι οδοί βρίσκονται και συναντώνται σε διαφορετικά επίπεδα και
  - **Ισόπεδοι κόμβοι** (carrefours plans ou carrefours à niveau), όπου οι οδοί βρίσκονται και συναντώνται στο ίδιο επίπεδο. Διακρίνονται δύο ομάδες ισόπεδων κόμβων με επιμέρους κατηγορίες λόγω γεωμετρίας:
  - **Κοινοί ισόπεδοι κόμβοι** (carrefours plans ordinaires):
    - **Διασταυρώσεις**: Κόμβοι 4 κλάδων, με δυνατότητα όλων των πιθανών κινήσεων, ποικίλα όμως στοιχεία (νησίδες, λωρίδες δεξιάς στροφής κτλ) και τήρηση προτεραιότητας με φωτεινή σηματοδότηση ή άνευ.
    - **Κόμβοι τύπου Τ**: Κόμβοι 3 κλάδων, με διαχωριστές οδοστρώματος, συχνά αντικαθιστούν **κόμβους τύπου Υ,** που συνήθως κρίνονται ανεπαρκείς και διφορούμενοι, οπότε και αποφεύγονται.
    - **Ημι-διασταύρωση** (demi-carrefours): Κόμβοι που περιορίζονται από τη διαχωριστική νησίδα του υπέρτερου κλάδου, όπου οι κλάδοι εξυπηρετούν μόνο τις κινήσεις δεξιάς στροφής (από τον κύριο κλάδο στον υποδεέστερο ή αντιστρόφως).
  - **Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (carrefours giratoires):**
    - **Τυπικοί κυκλικοί κόμβοι:** Κόμβοι 3 έως 8 κλάδων, ασφαλέστεροι των άλλων ισόπεδων κόμβων με κεντρική κυκλική νησίδα ακτίνας συνήθως μεταξύ 3,5 και 18m και
    - **Mini-giratoires:** Μικροί κυκλικοί κόμβοι όπου η κεντρική κυκλική νησίδα έχει ακτίνα από 1,5 έως 2,5m.

Ιεράρχηση ισόπεδων κόμβων (16/16)

- Σύμφωνα με τους Αμερικάνικους κανονισμούς (AASHTO – A Policy on Geometric Design of Highways and Streets) [5]:
  - **Ισόπεδοι κόμβοι** (at-grade intersections).
  - **Ανισόπεδοι κόμβοι χωρίς ράμπες σύνδεσης** (grade separations without ramps).
  - **Ανισόπεδοι κόμβοι με ράμπες σύνδεσης** (interchanges).
  - **Κυκλικοί κόμβοι** (roundabouts).
- Ένας άλλος διαχωρισμός των ισόπεδων κόμβων γίνεται βάσει του πλήθους των κλάδων τους. Τότε προκύπτουν:
  - **Κόμβοι τριών κλάδων** ή **τύπου Τ** (three-leg intersections).
  - **Κόμβοι τεσσάρων κλάδων** (four-leg intersections).
  - **Κόμβοι πολλαπλών κλάδων** (multi-leg intersections).
- Τέλος, όσον αφορά επιπλέον γεωμετρικά χαρακτηριστικά και περισσότερες κατασκευαστικές λεπτομέρειές, προκύπτουν οι εξής ομάδες κόμβων:
  - **Κόμβοι με καθοδήγηση της κυκλοφορίας** (channelized), η οποία επιτυγχάνεται με κατασκευή νησίδων, τόσο στον υπέρτερο, όσο και τον υποδεέστερο κλάδο.
  - **Κόμβοι χωρίς καθοδήγηση της κυκλοφορίας**, μέσω νησίδων στην περιοχή του κόμβου (plain unchannelized).
  - **Κόμβοι χωρίς καθοδήγηση της κυκλοφορίας**, μέσω νησίδων στην περιοχή του κόμβου, όμως με διαπλάτυνση του οδοστρώματος του υπέρτερου κλάδου και συνεπώς δημιουργία περιοχών αναμονής (flared unchannelized).

Στάδια μελέτης κόμβου (1/8)

- Οι μελέτες που απαιτούνται για την υλοποίηση ενός κόμβου, όπως συμβαίνει και για κάθε οδικό έργο, κατά τα Στοιχεία Οδοποιίας, Ι.Κοφίτσας [6], είναι:
  1. ***Η Μελέτη Σκοπιμότητας***, η οποία σκοπό έχει να αποδοθεί επιστημονικά και τεκμηριωμένα ο λόγος κατασκευής του έργου, η αναγκαιότητά του τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή, η αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων και τα χαρακτηριστικά διαμόρφωσης του. Στο στάδιο αυτό ανήκει και η ***Κυκλοφοριακή Μελέτη***, που περιέχει την ανάλυση υπαρχόντων κυκλοφοριακών μεγεθών και στατιστικών ιδιοτήτων της περιοχής του κόμβου, αλλά και την πρόγνωση των μελλοντικών.

Στάδια μελέτης κόμβου (2/8)

2. ***Η Γεωλογική και Εδαφοτεχνική Μελέτη***, πραγματοποιείται για να προσδιοριστούν τα εδαφικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν κι επηρεάζουν τη διατομή του έργου (κλίσεις πρανών, πάχος οδοστρώματος, σύστημα αποστράγγισης κ.λπ.) και τη γενική πορεία της χάραξης.
3. ***Η Τεχνική Μελέτη***, διεξάγεται συνήθως σε **τρία στάδια** που περιγράφονται στη συνέχεια αναλυτικά. Σύμφωνα με τα Στοιχεία Οδοποιίας, Ι.Κοφίτσας [6], αλλά και το Σχεδιασμό των Μεταφορών & Κυκλοφοριακή Τεχνική - Τόμος 1, Ι.Μ.Φραντζεσκάκης, Γ.Α. Γιαννόπουλος [7], τα στάδια αυτά είναι:

Στάδια μελέτης κόμβου (3/8)

Προκαταρκτική ή Λειτουργική Μελέτη (functional study) [8] ή Μελέτη Αναγνώρισης [7]

- Είναι η μελέτη που ως αφετηρία έχει τα στοιχεία μιας προηγούμενης μελέτης ευρύτερου σχεδιασμού χωροταξικού, ρυθμιστικού ή ειδικού κυκλοφοριακού χαρακτήρα και μέσω των κατάλληλων προδιαγραφών και προτύπων που θα χρησιμοποιηθούν, συνδέει αυτή με την κατασκευαστική μελέτη. Αυτά τα στοιχεία αφορούν στους φόρτους όλων των ρευμάτων κυκλοφορίας, τις ιδιοκτησίες, την κατανομή των χρήσεων γης στην περιοχή και ενίοτε το είδος του προβλεπόμενου κόμβου.

- Αρχικά, και αφού έχουν καθοριστεί τα κριτήρια και οι προδιαγραφές της μελέτης από την αρμόδια υπηρεσία ή άλλη πηγή, σχεδιάζονται εναλλακτικές προτάσεις σε μορφή σκαριφήματος, για τη διαμόρφωση του υπό μελέτη κόμβου, με τη βοήθεια τοπογραφικού διαγράμματος με συνήθη κλίμακα για τους ισόπεδους κόμβους 1:2.000 και για τους ανισόπεδους 1:5.000. Το στάδιο αυτό της δημιουργίας εναλλακτικών μορφών του κόμβου, που περιλαμβάνει και την αξιολόγησή τους βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων, με τελικό σκοπό την εκλογή της προσφορότερης, κρίνεται περισσότερο απαραίτητο σε περιπτώσεις ανισόπεδων κόμβων καθώς αφορά στο βαθμό οδικής ασφάλειας και άνεσης της κυκλοφορίας, στην οικονομία χώρου και χρόνου, στις επιπτώσεις στο περιβάλλον και στο οικονομικό κόστος, παράμετροι που στις περιπτώσεις ανισόπεδων κόμβων αποκτούν αξιοσημείωτα μεγάλες διαστάσεις.

Στάδια μελέτης κόμβου (4/8)

- Τα κριτήρια αξιολόγησης των εναλλακτικών προτάσεων είναι:
  - Η λειτουργικότητα και ομοιομορφία με τους άλλους κόμβους, κατά μήκος των οδών που διασταυρώνονται.
  - Ο καθορισμός απλής και κατανοητής πορείας των οχημάτων.
  - Η κατά το δυνατόν ελαχιστοποίηση του χώρου που καταλαμβάνει ο κόμβος και κατά συνέπεια και των απαλλοτριώσεων, ιδιαίτερα σε αστικές περιοχές, όπου κατά κανόνα υπάρχει παρόδια δόμηση.
  - Ο βαθμός δυνατότητας επέκτασης του κόμβου ώστε να επιτρέπεται η μελλοντική εξυπηρέτηση μεγαλύτερων κυκλοφοριακών φόρτων προβλεπόμενων στην περιοχή και περισσότερων κινήσεων.
  - Η εναρμόνιση του κόμβου με το συνολικό περιβάλλον του.
  - Η πρόβλεψη ομαλού τρόπου διεξαγωγής της κυκλοφορίας ακόμη και κατά τη διάρκεια των έργων κατασκευής του κόμβου.

Στάδια μελέτης κόμβου (5/8)

- Με βάση τα παραπάνω κριτήρια και τα στοιχεία της υπάρχουσας μελέτης, και αφού πλέον υπάρχουν τα σχέδια των προτεινομένων μορφών του κόμβου, επιλέγεται ο αριθμός λωρίδων ανά κλάδο του κόμβου μέσα από δύο στάδια. Κατά το πρώτο, επιλέγεται ο αριθμός των λωρίδων με βάση το επίπεδο εξυπηρέτησης που έχει επιλεγεί και τους κυκλοφοριακούς φόρτους που αντιστοιχούν σ’ αυτό. Στο δεύτερο στάδιο γίνεται αναλυτική γεωμετρική περιγραφή της διατομής με τρόπο που να εξασφαλίζει τη συνέχεια των λωρίδων κυκλοφορίας και την ομοιομορφία και ισορροπία με τους γειτονικούς κόμβους, κατά μήκος της ίδιας αρτηρίας.

Στάδια μελέτης κόμβου (6/8)

- Από τα σκαριφήματα που αρχικά σχεδιάστηκαν, γίνεται επιλογή των εφικτών εναλλακτικών λύσεων, που σύμφωνα με τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν θεωρούνται οι προσφορότερες. Μετά την αξιολόγησή τους, οι τελικές επιλογές σχεδιάζονται σε μεγαλύτερη κλίμακα, συνήθως 1:1.000 ή 1:2.000. Τα σχέδια αυτά πλέον περιέχουν πολλά στοιχεία οριζοντιογραφίας και μηκοτομής του κόμβου, τα όρια απαλλοτριώσεων στην ευρύτερη περιοχή, μία αναλυτική τεχνική έκθεση, ενώ τη λειτουργική μελέτη συμπληρώνουν, μία προσεγγιστική τιμή του κόστους του έργου, η εκτίμηση των περιβαλλοντολογικών και των τυχόν κοινωνικών επιπτώσεων και όποιο άλλο βοηθητικό κι επεξηγηματικό στοιχείο κρίνεται απαραίτητο.
- Η προκαταρκτική μελέτη ολοκληρώνεται με την επιλογή της τελικής μορφής του κόμβου, η οποία πρέπει να αξιολογηθεί σύμφωνα με τα προαναφερθέντα κριτήρια αλλά και το οικονομικό κόστος που επιφέρει.

Στάδια μελέτης κόμβου (7/8)

Προμελέτη (preliminary design)

- Είναι το στάδιο της μελέτης του κόμβου που καθορίζει επαρκώς τη θέση του και παρουσιάζει με αναλυτικό τρόπο τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οριζοντιογραφίας και μηκοτομής του.
- Επίσης, στο στάδιο αυτό είναι απαραίτητη η επιλογή διαφόρων καταλλήλων οχημάτων μελέτης και η εύρεση κι εξασφάλιση εφικτών τροχιών που μπορούν ν' ακολουθήσουν αυτά μέσα στον κόμβο. Τα σχέδια που προκύπτουν από το στάδιο της προμελέτης είναι κλίμακας από 1:200 έως 1:1.000, και περιλαμβάνουν πλήρη και αναλυτική γεωμετρική περιγραφή του κόμβου με όλα τα στοιχεία που έχουν υπολογιστεί.
- Επίσης περιλαμβάνονται στοιχεία σχετικά με την αποχέτευση, το φωτισμό, την κατασκευή τεχνικών έργων, τις απαλλοτριώσεις, κ.λπ. Τέλος, είναι απαραίτητος ο ακριβής και αναλυτικός προϋπολογισμός του κόστους του έργου και η σύνταξη λεπτομερούς τεχνικής έκθεσης.

Στάδια μελέτης κόμβου (8/8)

Οριστική Μελέτη (final design)

- Είναι το στάδιο στο οποίο δημιουργούνται, με λεπτομέρεια, τα κατασκευαστικά σχέδια του κόμβου. Εκτός από τη λεπτομερή μελέτη τόσο της οριζόντιας όσο και της κατακόρυφης γεωμετρίας του κόμβου συντάσσονται και τα τεύχη της μελέτης που αφορούν στατικές κατασκευές, οδοστρωσία, ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, σήμανση και διαγράμμιση, συστήματα ασφαλείας αποστράγγιση και περιβαλλοντική διαμορφώσεις.
- Στο στάδιο αυτό χρησιμοποιείται, για το σχεδιασμό, κλίμακα 1:1.000, 1:500 ή ακόμη και 1:200 εάν πρόκειται για αστικούς κόμβους σε περιοχές πυκνής δόμησης. Με τη βοήθεια των τευχών της οριστικής μελέτης συντάσσεται τα τεύχη τόσο της προμέτρησης των εργασιών και των προμηθειών που απαιτούνται για την κατασκευή του κόμβου όσο και του προϋπολογισμού του έργου με βάση τις τιμές μονάδας των εργασιών όπως αυτές ορίζονται από τα Αναλυτικά Τιμολόγια Δημόσιων Έργων που εκδίδονται από το Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων.
- Για τη σύνταξη των τευχών του γεωμετρικού σχεδιασμού του κόμβου χρησιμοποιούνται αναλυτικά στοιχεία εδάφους με τα οποία συντάσσονται τα κατάλληλα τοπογραφικά διαγράμματα της περιοχής μελέτης σε κλίμακες ανάλογα με τα χωρικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά τις περιοχές.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (1/200)

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των ισόπεδων κόμβων

- Σύμφωνα με τις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ),Τεύχος 1: Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ) [9] κατά το γεωμετρικό σχεδιασμό οδικών έργων, και συνεπώς και των κόμβων, οι βασικοί στόχοι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να επιτυγχάνονται, αναφέρονται:
  - στην αισθητική,
  - στην οικονομία,
  - στο περιβάλλον,
  - στη λειτουργία,
  - στην ασφάλεια και
  - στην ποιότητα κυκλοφορίας.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (2/200)

- Είναι προφανές, ότι ουσιαστικά είναι αδύνατη η επίτευξη ενός από αυτούς τους στόχους του σχεδιασμού, χωρίς να επιβαρύνεται κάποιος άλλος. Αυτό σημαίνει ότι λόγω της μεταξύ τους αλληλεξάρτησης, κατά το σχεδιασμό κόμβων, δεν είναι εφικτή η ταυτόχρονη επίτευξη όλων των στόχων στο μέγιστο βαθμό και η «απόλυτα βέλτιστη χάραξη» είναι στην πραγματικότητα ανύπαρκτη. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στην εύρεση απλώς μιας «αποδεκτής συμβιβαστικής λύσης», που διασφαλίζει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (3/200)

- Τα τεύχη μιας μελέτης ισόπεδου κόμβου είναι τα εξής:
  - η οριζοντιογραφία,
  - η μηκοτομή,
  - το διάγραμμα οριογραμμών,
  - τα στοιχεία διατομής,
  - η ορατότητα και
  - ο κόμβος στο χώρο.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (4/200)

Βασικές αρχές κατασκευής των κόμβων και η θέση τους στο χώρο

- Πριν την περιγραφή της μορφής που επιλέγεται για τον κόμβο, πρέπει να γίνει αναφορά στη **θέση** του στον ευρύτερο χώρο, στον οποίο εντάσσεται, αφού αποτελεί παράμετρο, η οποία επηρεάζει σημαντικά το γεωμετρικό **σχεδιασμό** του. Σκοπός είναι πάντοτε σωστή και ασφαλή λειτουργία του κόμβου.
- Υπάρχουν βασικές αρχές σχεδιασμού και κατασκευής των κόμβων, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά με τελικούς αποδέκτες τους χρήστες της οδού γενικότερα:

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (5/200)

1. Δυνατότητα έγκαιρης αναγνώρισης του κόμβου:
   i. Διάταξη του κόμβου ή τουλάχιστον της δευτερεύουσας οδού σε κοίλωμα.
   ii. Επαρκής διαπλάτυνση του κόμβου με πρόσθετες λωρίδες και επιφάνειες αποκλεισμού.
   iii. Κατασκευή νησίδας (σταγόνας) στη δευτερεύουσα οδό, ώστε να γίνει σαφής η υποχρέωση αναμονής.
   iv. Έγκαιρη και σαφής πληροφόρηση με πινακίδες για την κάθε κατεύθυνση.
   v. Μεταβολή του περιβάλλοντος της οδού με φύτευση ή διακοπή της φύτευσης, διαφορετικό φωτισμό κ.λπ.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (6/200)

2. Επαρκής ορατότητα και εποπτεία του κόμβου:
   i. Διάταξη του κόμβου σε κοίλωμα.
   ii. Κατάργηση των εμποδίων.
   iii. Σύνδεση δευτερευόντων κλάδων του κόμβου υπό ορθή γωνία.
3. Σαφήνεια του κόμβου και του τρόπου λειτουργίας του:
   i. Χρήση απλών και εν γένει γνωστών τύπων κόμβων.
   ii. Υπόδειξη του δικαιώματος προτεραιότητας
   iii. Καλή οπτική καθοδήγηση των επιμέρους κυκλοφοριακών ρευμάτων με σύνδεση και πινακίδες κατεύθυνσης.
   iv. Σαφή διάταξη όλων των χρηστών που συναντώνται στον κόμβο, όπως λωρίδες ποδηλάτων και διαβάσεις πεζών.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (7/200)

4. Συνθήκες καλή βατότητας του κόμβου:
   i. Επαρκές πλάτος λωρίδων κυκλοφορίας, οι οποίες να ανταποκρίνονται στις φάσεις φωτεινής σηματοδότησης και τον τρόπο κίνησης των βαρέων οχημάτων και να μην εισέρχονται στον κυκλοφοριακό χώρο.
   ii. Άψογη απορροή των ομβρίων υδάτων.

- Όταν οι συμβαλλόμενοι οδοί που ανήκουν στην ίδια κατηγορία, πρέπει να διευκρινίζεται ποια οδός θεωρείται πρωτεύουσα και ο χαρακτήρας της αυτός να δηλώνεται στους οδηγούς από την όλη διαμόρφωση του κόμβου αλλά και με χρήση κατάλληλης σήμανσης.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (8/200)

Τύποι κόμβων

- Ο κυκλοφοριακός φόρτος, ο αριθμός των οδών που συμβάλλουν, η μορφολογία του εδάφους, οι επιτρεπόμενες κινήσεις, είναι τα βασικά στοιχεία για την επιλογή του τύπου του ισόπεδου κόμβου. Η αύξηση του αριθμού των επιτρεπόμενων κινήσεων αυξάνει τον αριθμό των σημείων πιθανής εμπλοκής των οχημάτων όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Αριθμός σκελών	**Αριθμός σημείων συνάντησης**		
	Διασταύρωση	**Συμβολή**	**Μερισμός**
3	3	3	3
4	16	8	8
5	49	15	15
6	124	24	24

Πίνακας 1: Αριθμός συνάντησης ρευμάτων κυκλοφορίας σε ισόπεδους κόμβους [10]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (9/200)

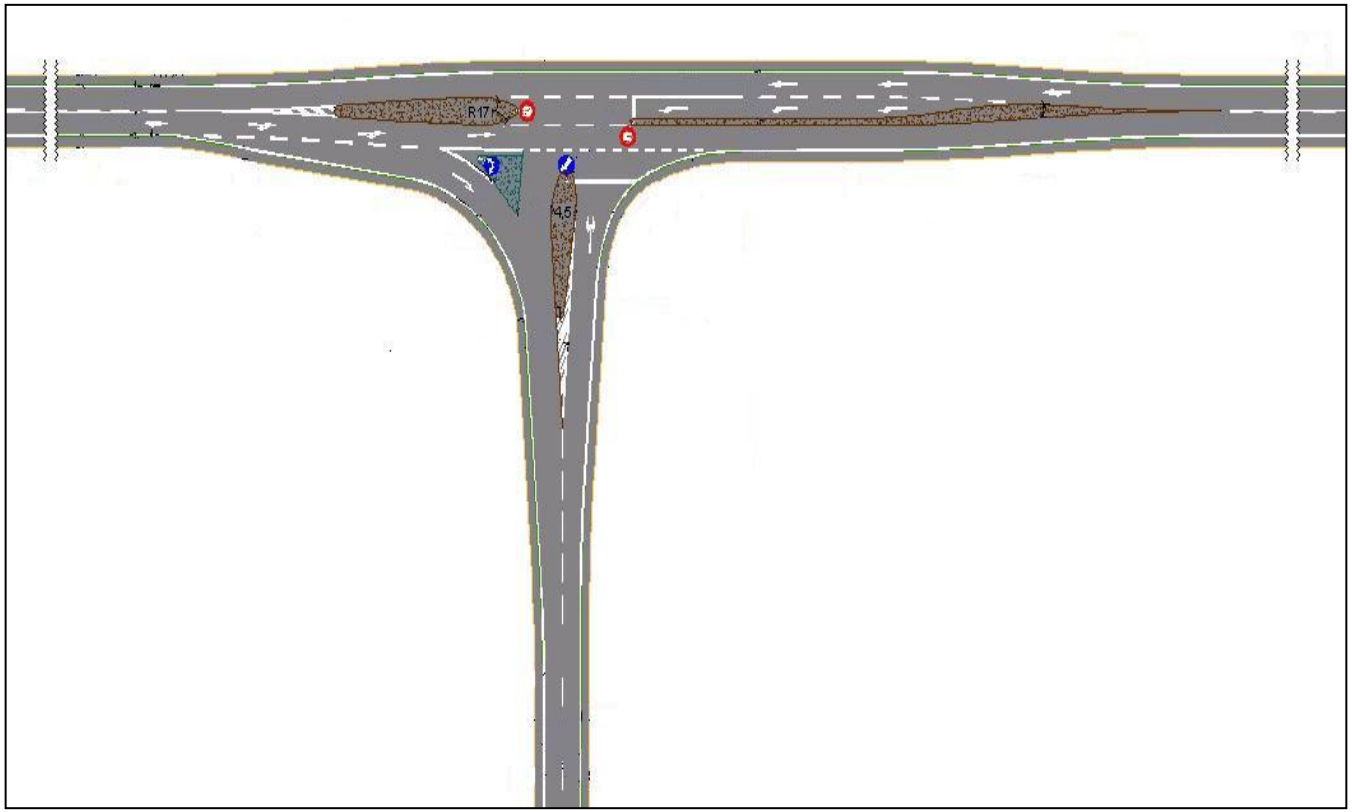
- Η ταχύτητα λειτουργίας και η χωρητικότητα του κόμβου, ως κύρια στοιχεία της λειτουργίας ενός κόμβου επηρεάζονται από παράγοντες όπως:
  - η κατηγορία των δρόμων και η λειτουργία του δικτύου,
  - οι διατομές του οδοστρώματος,
  - ο αριθμός των τεμνόμενων κλάδων,
  - η ύπαρξη σηματοδότησης,
  - η ανάγκη ρύθμισης με σήμανση,
  - η γωνία συμβολής,
  - το μήκος λωρίδας επιτάχυνσης,
  - το κρίσιμο διάστημα και
  - ο κυκλοφοριακός φόρτος.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (10/200)

- Οι βασικές μορφές των ισόπεδων κόμβων είναι οι παρακάτω τέσσερις (4) – Σχήματα 2, 3, 4 και 5 – από τις οποίες προκύπτουν και οι πλέον σύνθετες (τύποι IV και V) των RAS (Σχήμα 6).

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (11/200)

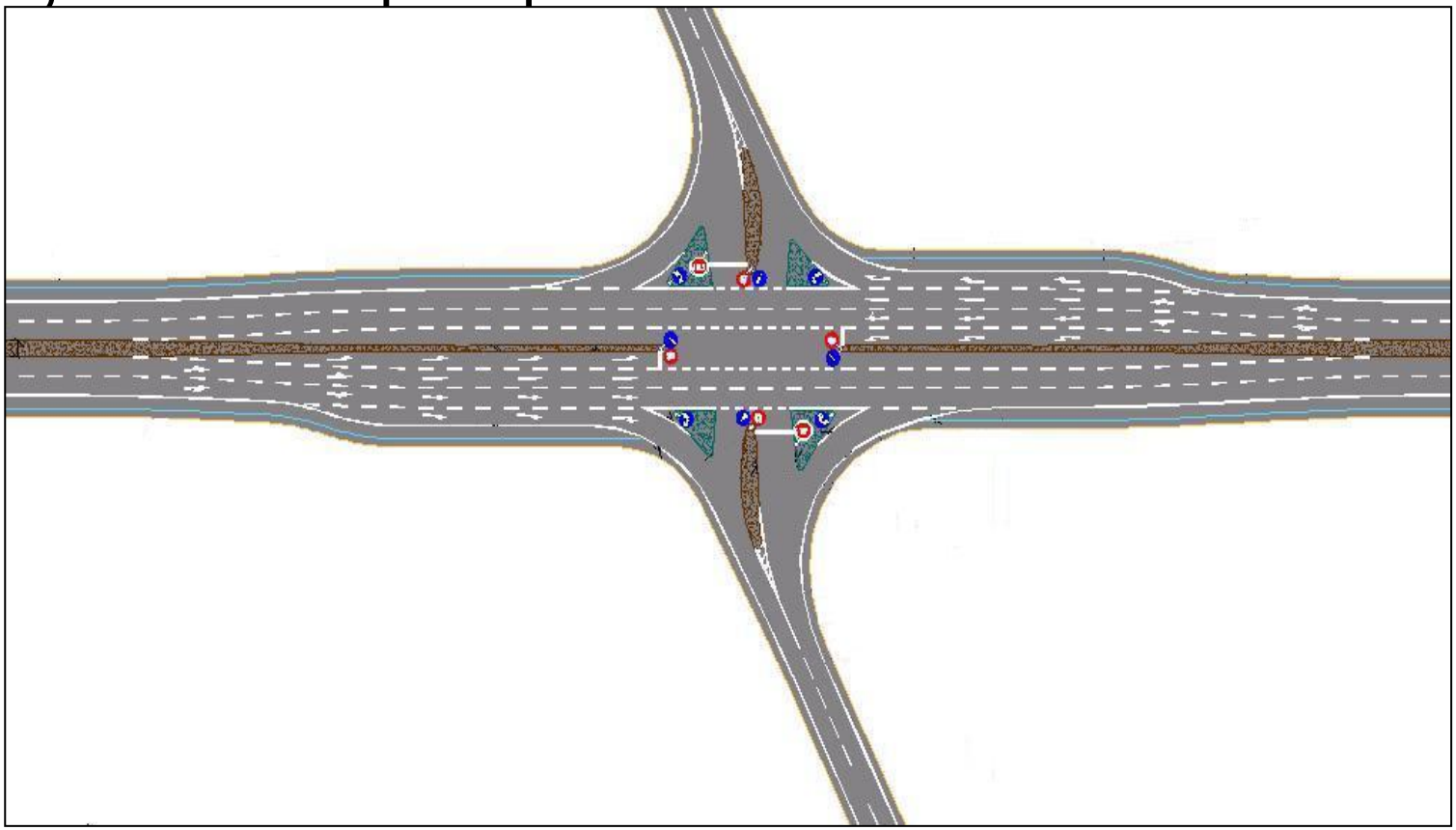
- Τύπος 1: Κόμβος τύπου Τ



Σχήμα 2: Κόμβος τύπου Τ

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (12/200)

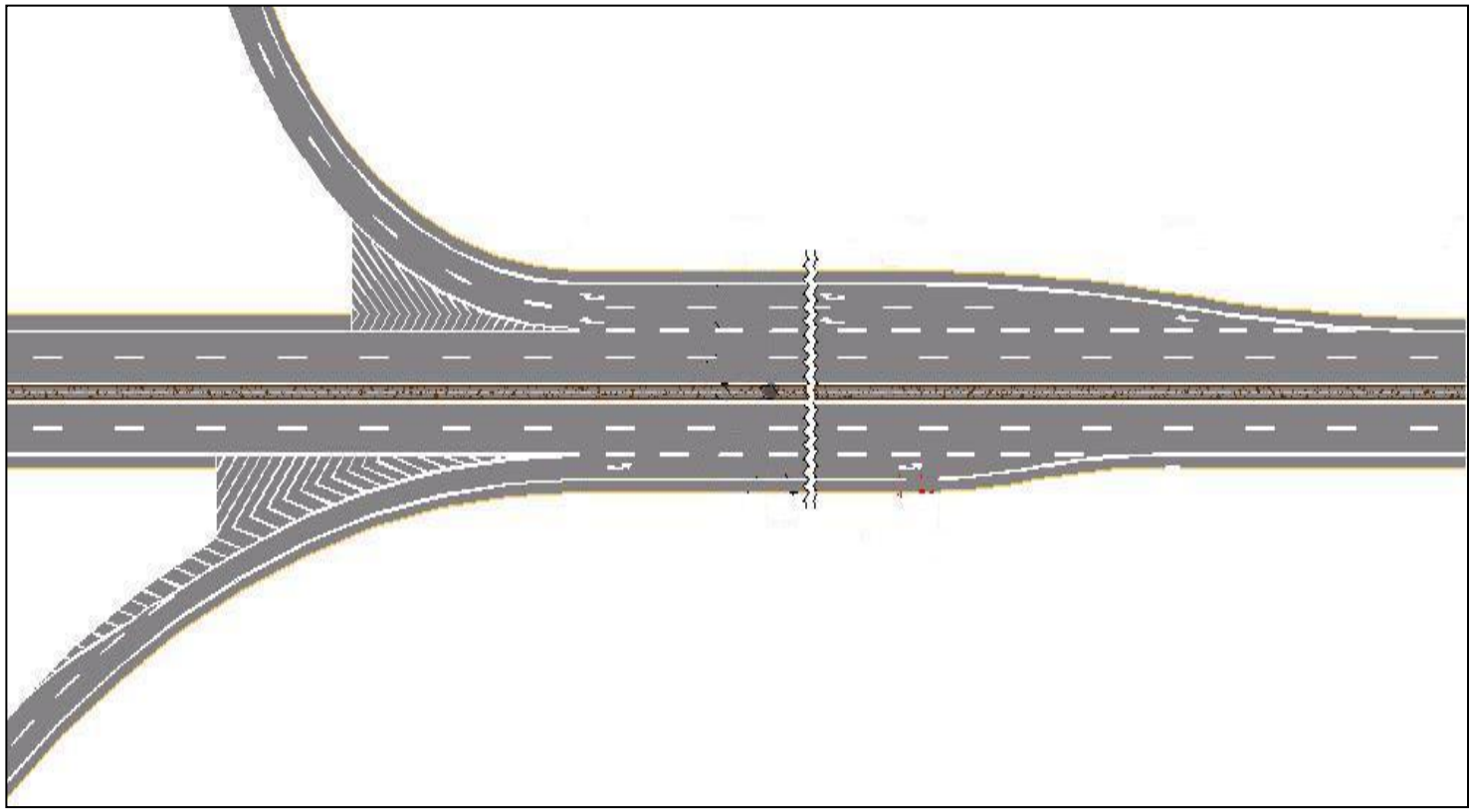
- Τύπος 2: Διασταύρωση



Σχήμα 3: Διασταύρωση

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (13-α/)

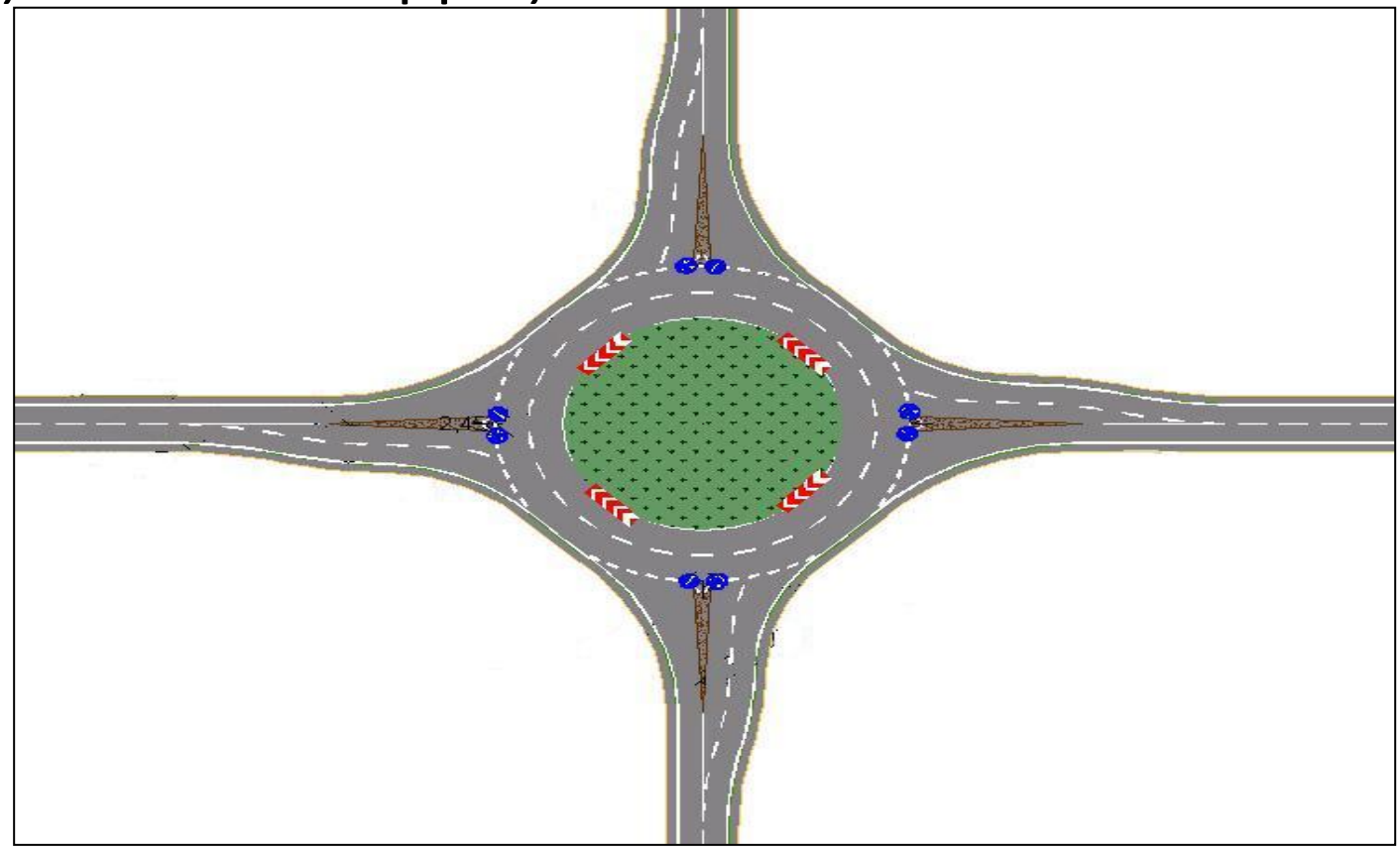
- Τύπος 3:Ελιγμοί (συμβολή – μερισμός)



Σχήμα 4: Ελιγμοί – συμβολή (κάτω)/ μερισμός (άνω)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (13-β/200)

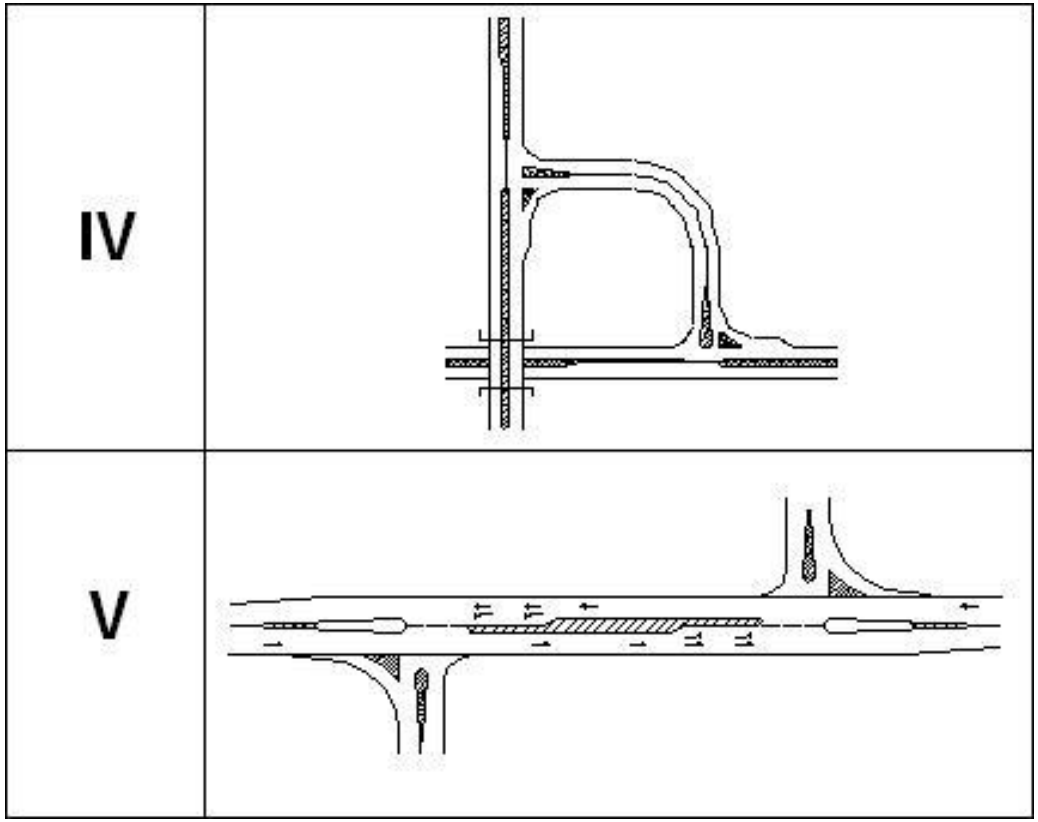
- Τύπος 4:Κυκλικό κόμβος



Σχήμα 5: Κυκλικός κόμβος

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (14/200)

- Τύποι IV και V



Σχήμα 6: Σκαριφήματα τύπων κόμβων IV και V των κανονισμών RAS-K-2

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (15/200)

Αποστάσεις μεταξύ των κόμβων

- Ένα σημαντικό στοιχείο της χάραξης ενός κόμβου, αποτελεί η θεώρησή του σε σχέση και με τους γειτονικούς σε αυτόν κόμβους, λαμβάνοντας υπόψη κατά κύριο λόγο την μεταξύ τους απόσταση. Όπως αναφέρεται στους γερμανικούς κανονισμούς RAS-K-1 [1], έξω από δομημένες περιοχές, δηλαδή σε δρόμους της κατηγορίας Α, οι αποστάσεις των κόμβων προσδιορίζονται έτσι ώστε να υπάρχουν τα κατά RAS-L-1 [11] απαιτούμενα ελάχιστα μήκη προσπεράσματος καθώς και βασικά οριζοντιογραφικά χαρακτηριστικά στοιχεία τους (π.χ. απαιτούμενοι χώροι αναμονής μεταξύ κόμβων, απαιτούμενα μήκη αλλαγής τροχιών κ.λπ.).

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (16/200)

- Οι κόμβοι μελετώνται συνήθως ανά ζεύγη.
- Έχουν προσδιορισθεί συγκεκριμένα αποστάσεις μεταξύ των σημείων τομής των αξόνων των κλάδων, οι οποίες εξασφαλίζουν τη δυνατότητα χωριστής προειδοποίησης κατευθύνσεων (Πίνακας 2). Στην περίπτωση που αυτά τα μήκη δεν ικανοποιούνται, η σήμανση των κατευθύνσεων είναι ενιαία.

$V_κ$ (km/h)	50	60	70	80	90	100
Απόσταση κόμβων	140	170	205	235	270	300

Πίνακας 2: Ελάχιστες τιμές αποστάσεων μεταξύ κόμβων [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (17/200)

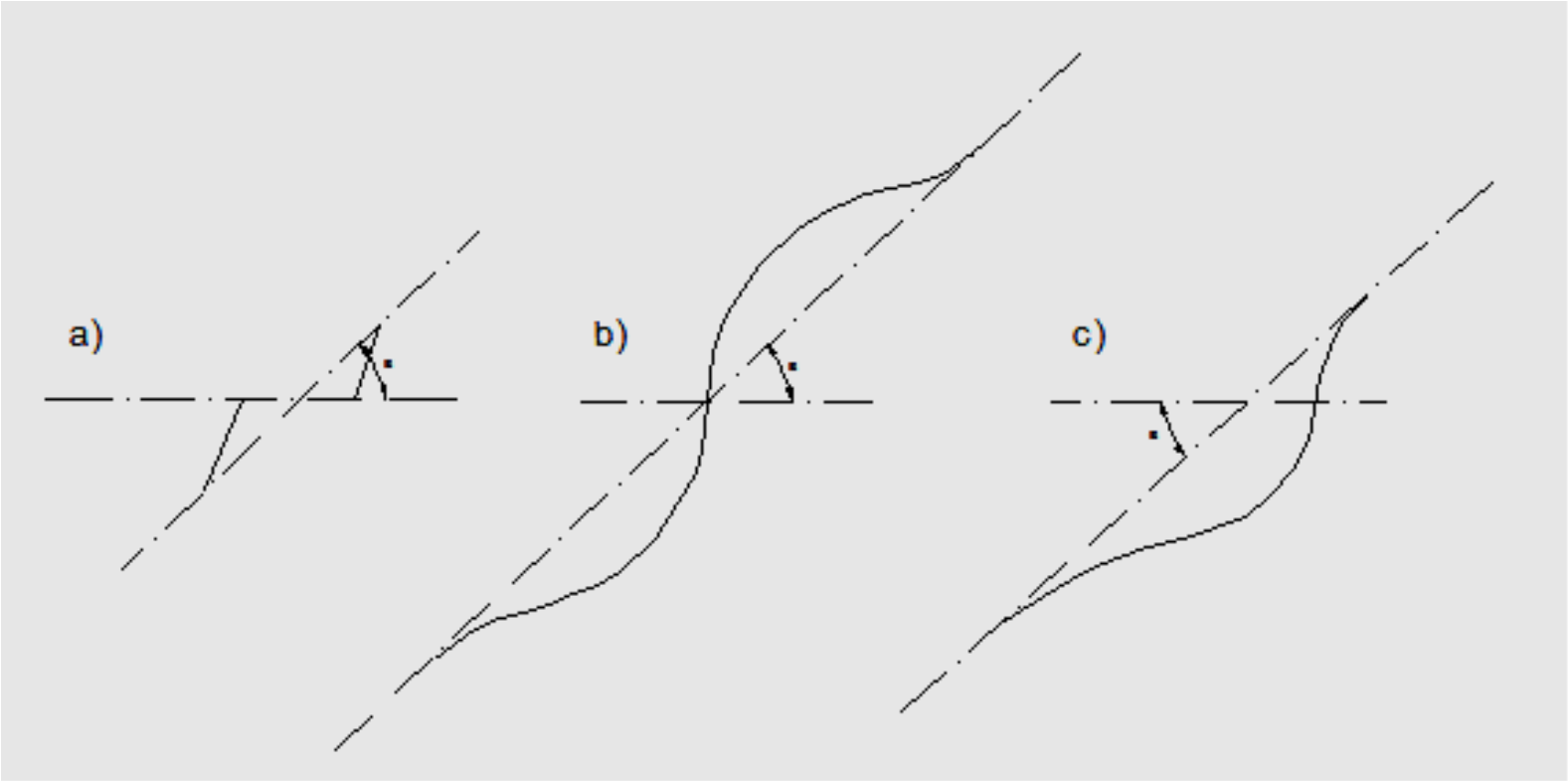
Οριζοντιογραφία

- Η οριζοντιογραφία, απεικονίζει το σύνολο της διαμόρφωσης του κόμβου και τον τοποθετεί στο ευρύτερο τοπογραφικό και γεωγραφικό περιβάλλον. Τα στοιχεία οριζοντιογραφικής διαμόρφωσης του κόμβου, που έχει στη διάθεσή του ο μελετητής, είναι κοινά στις διάφορες προδιαγραφές, με τις απαιτούμενες, βέβαια, διαφοροποιήσεις, ανάλογα με τη χώρα στην οποία αναφέρονται.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (18/200)

- Σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς [1], η τιμή της βέλτιστης γωνίας συμβολής των αξόνων των οδών στους τύπους κόμβων 1 και 2, πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ **80^g** και **120^g**. Όταν, όμως, η ικανοποίηση του παραπάνω κριτηρίου δεν είναι εφικτή, λόγω τοπογραφικών, πολεοδομικών ή άλλων παραγόντων, τότε απαιτείται η περαιτέρω διαμόρφωση των κλάδων του κόμβου, ώστε να εξασφαλίζονται οι απαιτήσεις σε ορατότητα και ασφάλεια. Πιο συγκεκριμένα, αν οι άξονες δεν τέμνονται σ' αυτή την περιοχή γωνιών, τότε πρέπει να ελεγχθεί αν ο άξονας του υποδεέστερου δρόμου πρέπει να καμφθεί όπως φαίνεται στο Σχήμα 7-b ή να διαμορφωθεί ως μετατόπιση Σχήμα 7-c.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (19/200)



Σχήμα 7: Κάμψη του άξονα του υποδεέστερου δρόμου σε διασταυρώσεις υπό οξεία γωνία

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (20/200)

- Στην περίπτωση συμβολών σε καμπύλη έχει παρατηρηθεί ότι οι συμβολές στο εξωτερικό των καμπυλών είναι ευμενέστερες σε σχέση με το εσωτερικό καμπύλης, ιδιαίτερα επειδή οι καμπύλες μεγάλης καμπυλότητας είναι δυσμενείς για τον υπόχρεο σε αναμονή. Σε συμβολές στο εξωτερικό των καμπυλών, έξω από δομημένους χώρους, πρέπει να δοθεί προσοχή στο γεγονός ότι όταν ο υπέρτερος δρόμος έχει μονοκλινή επιφάνεια οδοστρώματος, τότε οι περιοχές αυτές είναι κακώς αναγνωρίσιμες από τον υπόχρεο σε αναμονή κατά την πρόσβαση στον κόμβο, και οι ταχύτητες των οχημάτων με προτεραιότητα μπορούν να εκτιμηθούν κακώς. Εάν δε σχεδιάζονται επαρκώς οι συνθήκες ορατότητας και οι αναμενόμενες ταχύτητες μπορεί να χρειαστεί φωτεινή σηματοδότηση [1].

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (21/200)

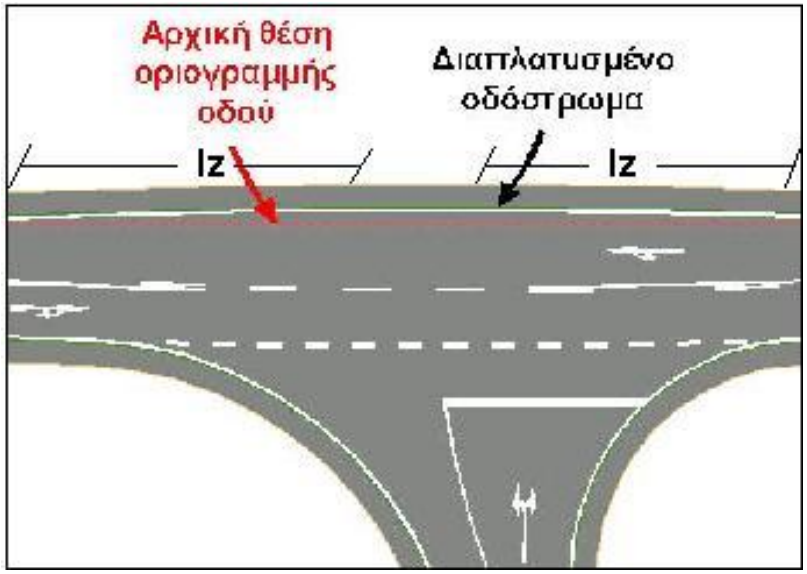
Στοιχεία διαρρύθμισης κόμβων

- Σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς RAS-K-1 [1] για τη διαμόρφωση του κόμβου επιλέγονται στοιχεία διαρρύθμισης, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες, τα οποία είναι:
  - η διαπλάτυνση του οδοστρώματος της κύριας ή/και της υποδεέστερης οδού,
  - οι στρογγυλεύσεις των οριογραμμών,
  - οι επιφάνειες αποκλεισμού,
  - οι σφήνες εξόδου,
  - οι βοηθητικές λωρίδες (επιτάχυνσης, επιβράδυνσης) και
  - οι διαχωριστές οδοστρώματος - νησίδες (επιμήκεις, σταγόνες, τριγωνικές).

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (22/200)

Διευρύνσεις οδοστρώματος

- Για την εγκατάσταση λωρίδων εξόδου, διαχωριστών και πρόσθετων λωρίδων απαιτείται χώρος, ο οποίος εξασφαλίζεται με διευρύνσεις των κλάδων του κόμβου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 8.



Σχήμα 8: Διαπλάτυνση οδοστρώματος

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (23/200)

- Ανάλογα με τις συνθήκες σε κάθε κόμβο, η διαπλάτυνση είναι είτε μονόπλευρη, είτε αμφίπλευρη. Σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς [1], οι διευρύνσεις οδοστρωμάτων σε περιοχές ευθύγραμμης χάραξης πρέπει να γίνονται και από τις δύο πλευρές, συμμετρικά ως προς τον άξονα, (διαπλάτυνση **i/2**), ενώ στις καμπύλες μονόπλευρα στο εσωτερικό της καμπύλης (διαπλάτυνση **i**), έτσι π.χ. για τοποθέτηση λωρίδας αριστερής στροφής πλάτους **b=3,25m**, η διαπλάτυνση για ευθυγραμμία είναι **i=b/2=1,625m**, ενώ για κεκαμμένο άξονα οδού είναι **i=b=3,25m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (24/200)

- Οι κόμβοι για να γίνουν σαφώς αναγνωρίσιμοι και για να επιτευχθούν σ' αυτούς κατάλληλες ταχύτητες, θα πρέπει το μήκος μεταβαλλόμενου πλάτους να ανέρχεται σε:

$$l_z = V_k \cdot \sqrt{i/3} \quad (1)$$

όπου $\mathbf{l_z}$:το μήκος μεταβαλλόμενου πλάτους (m),

$\mathbf{V_κ}$: η ταχύτητα μελέτης του κόμβου (km/h),

i: το μέτρο της διαπλάτυνσης (m)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (25/200)

- Το μήκος μεταβαλλόμενου πλάτους l_z εμπλέκεται και στον υπολογισμό της γεωμετρίας των βοηθητικών λωρίδων εισόδου / εξόδου, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.

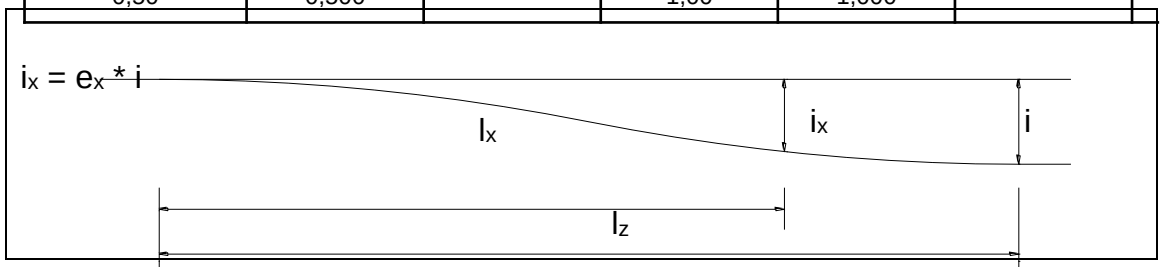
- Για την κατασκευή των απαιτούμενων μεταβαλλόμενων γραμμών οδοστρώματος είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως S τόξα, σύνθετες τετραγωνικές παραβολές. Σ' αυτή την περίπτωση οι, για την κατασκευή και την πασσάλωση των άκρων του οδοστρώματος, απαιτούμενες ενδιάμεσες τεταγμένες l_x, σε οποιαδήποτε θέση μέσα στο τμήμα μεταβαλλόμενης γραμμής l_z, υπολογίζονται με τη βοήθεια του Πίνακα 3.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (26/200)

- Το τμήμα $\mathbf{l_x}$ φτάνει από την αρχή της μεταβαλλόμενης γραμμής μέχρι τη θέση που επιτυγχάνεται το σημείο, όπου η τεταγμένη είναι $\mathbf{i_x}$. Η κατασκευή με δύο τετραγωνικές παραβολές δεν εξασφαλίζει το ότι η διαδρομή του άκρου του οδοστρώματος θα είναι οπτικώς ικανοποιητική. Εάν αυτό επιδιώκεται, συνίσταται προοπτικός έλεγχος. Όλα τα στοιχεία που αναφέρθηκαν προηγουμένως περιλαμβάνονται στο τεύχος RAS-K-1 [1].
- Η διαπλάτυνση του οδοστρώματος στον δευτερεύοντα δρόμο πολλές φορές είναι σκόπιμο να γίνεται και με ένα απλό κυκλικό τόξο όπως αναφέρεται στην αμέσως επόμενη παράγραφο.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (27/200)

$a = \frac{l_x}{l_z}$	e_x	δe_x		e_x	δe_x
0,00	0,000	0,005	0,50	0,500	0,095
0,05	0,005	0,015	0,55	0,595	0,085
0,10	0,020	0,025	0,60	0,680	0,075
0,15	0,045	0,035	0,65	0,755	0,065
0,20	0,080	0,045	0,70	0,820	0,055
0,25	0,125	0,055	0,75	0,875	0,045
0,30	0,180	0,065	0,80	0,920	0,035
0,35	0,245	0,075	0,85	0,955	0,025
0,40	0,320	0,085	0,90	0,980	0,015
0,45	0,405	0,095	0,95	0,995	0,005
0,50	0,500		1,00	1,000	



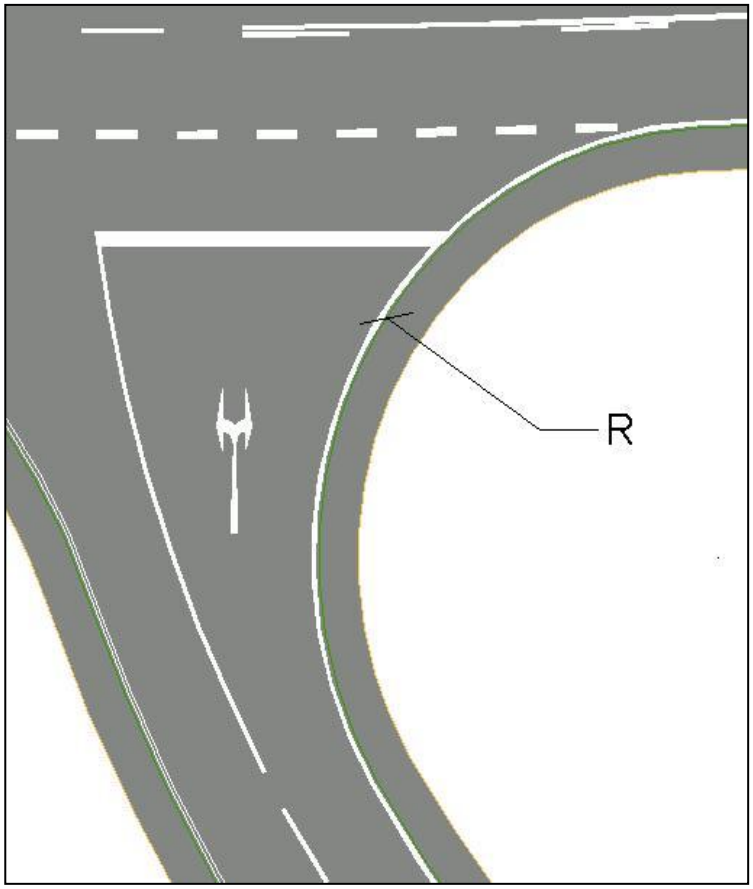
Πίνακας 3: Ενδιάμεσες συντεταγμένες ανά μονάδα μεταβολής διαπλάτυνσης μορφής τετραγωνικής παραβολής (RAS-K-1)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (28/200)

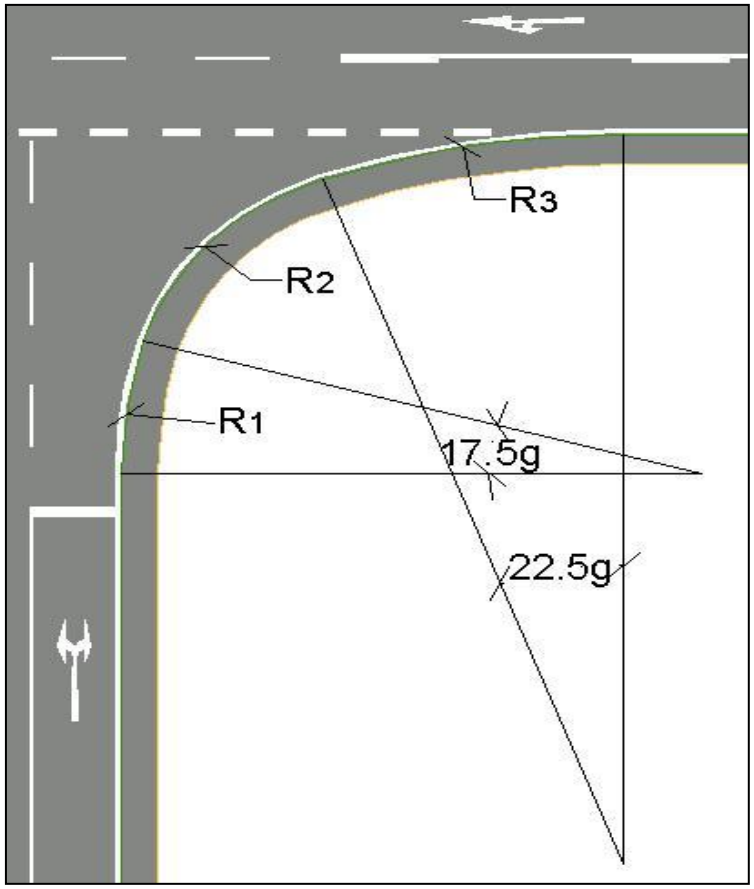
Στρογγύλευση γωνιών

- Τα άκρα του οδοστρώματος των κλάδων του κόμβου πρέπει να συνδέονται μέσω μιας στρογγύλευσης γωνιών. Όπως αναφέρεται στις "Σημειώσεις μαθήματος στο Ε.Μ.Π. Σχεδιασμός - Μελέτη - Λειτουργία Κόμβων" Β.Ψαριανός-Μ.Κονταράτος, [12] και στους RAS-K-1 [1], ως στρογγυλεύσεις θεωρούνται γενικά το *απλό κυκλικό τόξο,* που εφαρμόζεται εφαπτομενικά στα όρια των οδών (Σχήμα 9) και η αλληλουχία τριών κυκλικών τόξων (Σχήμα 10).

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (29/200)



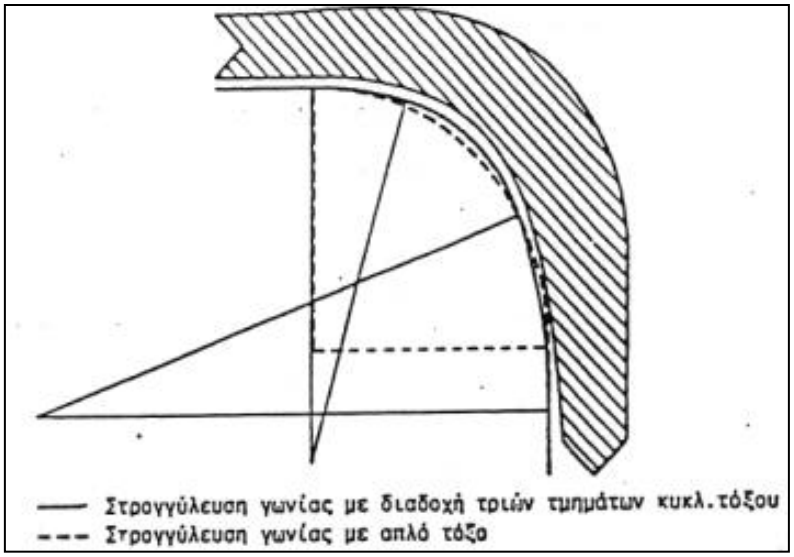
Σχήμα 9: Στρογγύλευση με απλό κυκλικό τόξο



Σχήμα 10: Στρογγύλευση με τρίχορδα κυκλικά τόξα

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (30/200)

- Οι στρογγυλεύσεις των γωνιών με ένα κυκλικό τόξο, είναι δυνατές σε οδούς με χαμηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους και σχεδόν αποκλειστικά με κίνηση επιβατικών οχημάτων, ενώ η διαδοχή τριών τμημάτων κυκλικών τόξων θεωρείται η καλύτερη προσαρμογή. Έχει προτερήματα ιδιαίτερα σε μεγαλύτερες στρογγυλεύσεις γωνιών μεγαλύτερου μήκους, επειδή ταιριάζουν καλύτερα στην καμπύλη της οπισθοτροχιάς των αυτοκινήτων, από όσο το κυκλικό τόξο, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 11 [1].



Σχήμα 11: Προσαρμογή της στρογγύλευσης γωνίας στην καμπύλη οπισθοτροχιάς [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (31/200)

- Το ***απλό κυκλικό τόξο*** (Σχήμα 11), όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αποτελεί την απλούστερη μορφή καμπυλότητας κι εφαρμόζεται σε κόμβους δευτερεύουσας σημασίας. Ως ακτίνα **R** επιλέγεται αυτή που αντιστοιχεί στο μισό της κυκλικής τροχιάς των οχημάτων, ενώ το τόξο αυτό διέρχεται εφαπτομενικά στον άξονα – ή στο αριστερό όριο της εξωτερικής λωρίδας – τόσο της πρωτεύουσας όσο και της δευτερεύουσας οδού.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (32/200)

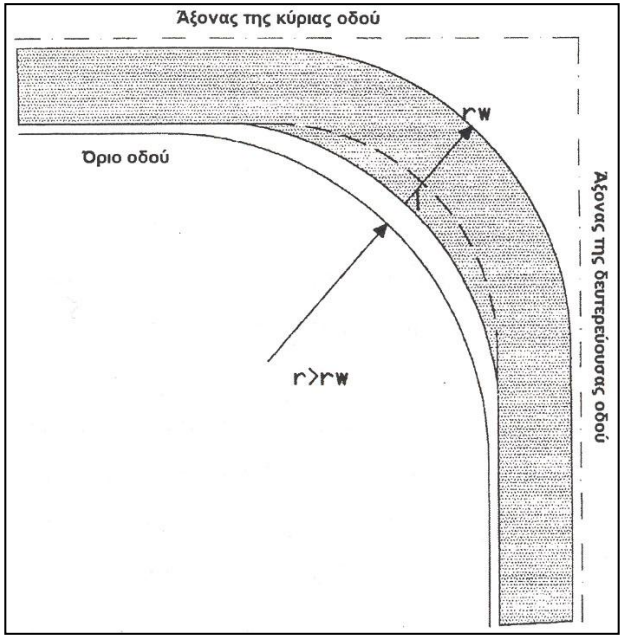
- Το ομόκεντρο τόξο προς αυτό, σε απόσταση ίση με το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας, μεταβάλλεται στη συνέχεια, σύμφωνα με τα μέτρα της διαπλάτυνσης της καμπύλης. Η αύξηση πλάτους μπορεί να προκύψει από τον Πίνακα 4.

Ακτίνα της κυκλικής τροχιάς $\mathbf{r_w}$ σε m	Διαπλάτυνση **i** σε m για γωνία τομής των αξόνων **a** σε gon				
	150	125	100	75	50
6	1.75	1.25	1	0.5	0.25
8	2	1.75	1.5	1	0.5
10	3	2	1.75	1.5	1
12	3	2.5	2	1.5	1

Πίνακας 4: Αύξηση πλάτους για διαφορετικές κυκλικές τροχιές [12]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (33/200)

- Στη συνέχεια το όριο της οδού που προκύπτει με τον παραπάνω τρόπο αντικαθίσταται από ένα κυκλικό τόξο με ακτίνα μεγαλύτερη από αυτή που αντιστοιχεί στην κυκλική τροχιά $\mathbf{r_w}$ (Σχήμα 12).

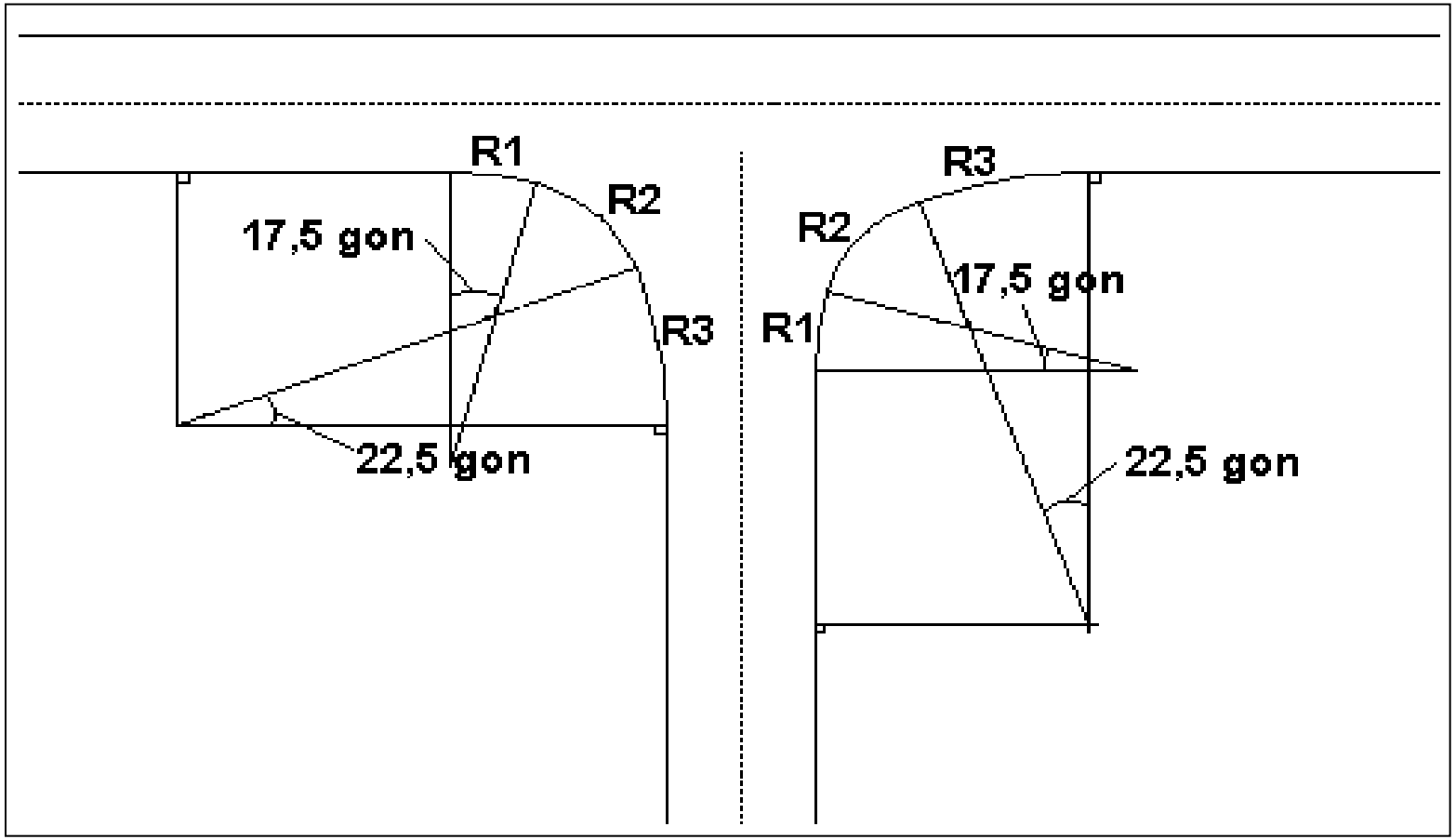


Σχήμα 12: Στρογγύλευση με απλό κυκλικό τόξο και διαπλάτυνση [12]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (34/200)

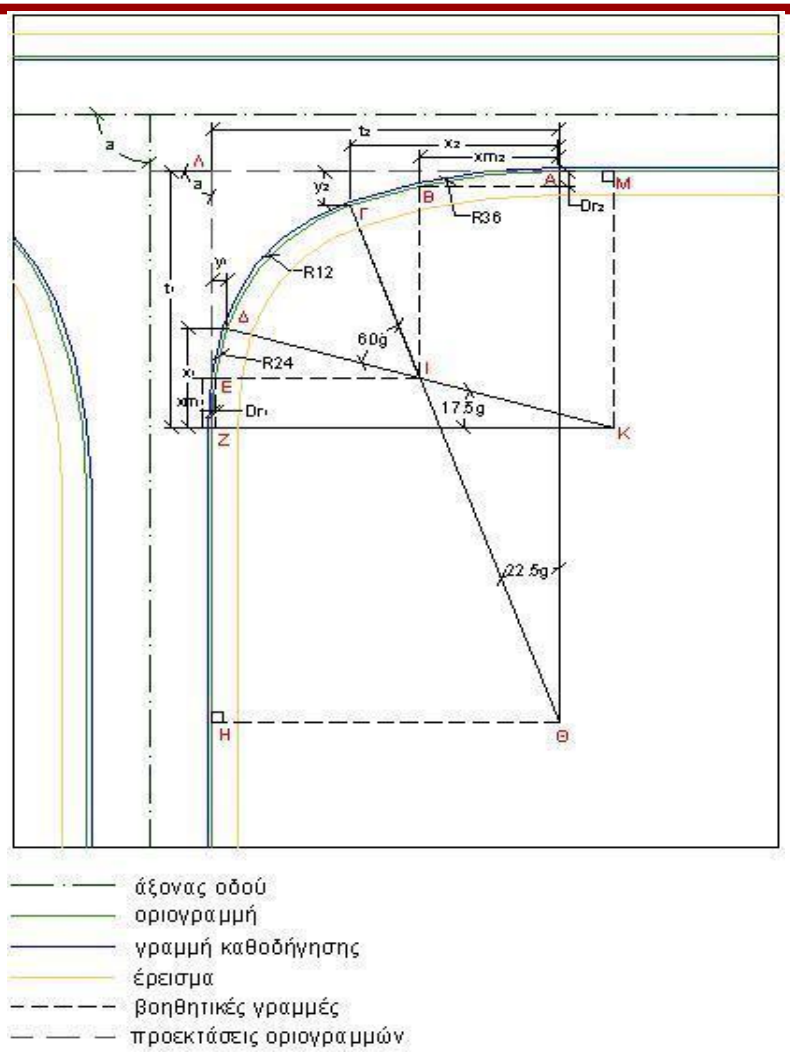
- Η διαδικασία, που αναφέρθηκε προηγουμένως, δεν χρησιμοποιείται πλέον, αφού ο προσδιορισμός της τροχιάς του οχήματος μελέτης μέσω των λογισμικών καθορίζει και την επιθυμητή τιμή της ακτίνας του τόξου στρογγύλευσης.
- Η ***αλληλουχία τριών τόξων*** ή τόξο λαβής κανίστρου ή κανιστροειδής αλληλουχία ή τόξο Scholz (Σχήματα 13 και 14) διατηρεί μια αναλογία ακτινών **R_1:R_2:R_3=2:1:3**. Η ακολουθία των ακτινών ανταποκρίνεται στη διεύθυνση κίνησης αυτών που στρίβουν δεξιά, είτε μπαίνοντας στη δευτερεύουσα οδό (είσοδος), είτε βγαίνοντας από αυτή (έξοδος). Το πρώτο τόξο ακτίνας **R_1** αντιστοιχεί σε επίκεντρη γωνία **α_1=17,5grad**, το τόξο **R_3** σε γωνία **α_3=22,5grad** και το τρίτο κυκλικό τόξο έχει ακτίνα **R_2**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (35/200)



Σχήμα 13: Αλληλουχία τριών κυκλικών τόξων

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (36/200)



Σχήμα 14: Αναλυτική γεωμετρική κατασκευή αλληλουχίας τριών κυκλικών τόξων

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (37/200)

- Για κόμβους σε δρόμους των κατηγοριών Α και Β πρέπει οι τιμές των ακτινών του κυρίου τόξου για απλές στρογγυλεύσεις γωνιών (χωρίς λωρίδες δεξιάς στροφής εξόδου ή σφήνες εξόδου) να επιλεγούν σύμφωνα με τον Πίνακα 5.

α(grad)	Ακτίνα κύριου τόξου R_2	
	Δεξιά στρέφων για είσοδο	Δεξιά στρέφων για έξοδο
80	8	12
100	8	12(15)*
120	8	8
Ενδιάμεσες τιμές μπορούν να γίνουν με παρεμβολή Μικρότερες τιμές από R = 7 m δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται		

Πίνακας 5: Ακτίνες κυρίου τόξου για στρογγυλεύσεις γωνιών χωρίς σφήνα εξόδου και χωρίς λωρίδες αριστερής στροφής εξόδου σε δρόμους των ομάδων κατηγοριών Α και Β

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (38/200)

- Η κατασκευή της διαμόρφωσης αυτής πραγματοποιείται με τον προσδιορισμό συγκεκριμένων μεγεθών, έτσι ώστε να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά εκείνα σημεία, που απαρτίζουν τη διάταξη των τριχόρδων τόξων. Τα βήματα που ακολουθούνται για το σχεδιασμό των τριχόρδων τόξων και που αντιστοιχούν στο Σχήμα 14 περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (39/200)

1. Ορίζεται ένα σύστημα αξόνων (ορθογώνιο στην περίπτωση του Σχήματος 14), βάσει του οποίου θα σχεδιαστούν τα απαραίτητα στοιχεία. Η αρχή του συστήματος αναφοράς είναι το σημείο **Λ**, το οποίο προκύπτει από την τομή της προέκτασης της δεξιάς οριογραμμής της υποδεέστερης οδού και του ορίου της λωρίδας κυκλοφορίας της υπέρτερης, ενώ οι άξονες είναι παράλληλοι προς τους άξονες των δύο οδών. Κατ' αντιστοιχία με τους άξονες των οδών που σχηματίζουν γωνία **a**, οι οριογραμμές λόγω της παραλληλίας που ισχύει, τέμνονται υπό την ίδια γωνία **a**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (40/200)

2. Προσδιορίζονται τα ακραία σημεία της διαμόρφωσης αυτής **Ζ** (αρχή στρογγύλευσης) και **Α** (τέλος στρογγύλευσης), με τη βοήθεια των μεγεθών **t_1=ΛΖ** και **t_2=ΑΛ** αντίστοιχα. Στα σημεία **Α** και **Ζ**, οι οριογραμμές των οδών αποτελούν και εφαπτόμενες τόξων, κι επομένως οι ακτίνες που θα διέρχονται από αυτά, θα είναι κάθετες στις οριογραμμές. Οι σχέσεις που δίνουν τα μεγέθη **t_1** και **t_2** είναι οι παρακάτω:
   - $t_1=R_2*(0.2714+1.0375*\tan a/2+0.0681/\sin a)$ (2)
   - $t_2=R_2*(0.6922+1.1236*\tan a/2-0.0681/\sin a)$ (3)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (41/200)

3. Προσδιορίζεται το σημείο **Δ**, στο οποίο καταλήγει το τόξο ακτίνας $\mathbf{R_1}$ και υπολογίζουμε με αρχή το σημείο Ζ τα:
   - $x_1=0.5428*R_2$ (4)
   - $y_1=0.075*R_2$ (5)

Με δεδομένα τα δύο σημεία (**Ζ** και **Δ**) και την ακτίνα $\mathbf{R_1}$, εύκολα βρίσκεται το κέντρο του αντίστοιχου κύκλου, **Κ**. Οι δύο ακτίνες **ΖΚ** και **ΔΚ** σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία ίση με **ΖΚΔ=17,5**^{g}.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (42/200)

4. Κατ' αντιστοιχία, στον υπέρτερο κλάδο, με αρχή το σημείο **Α** της οριογραμμής, τοποθετούνται τα μήκη $\mathbf{x_2}$ και $\mathbf{y_2}$. Έτσι, προσδιορίζεται το σημείο **Γ**, το οποίο αποτελεί το τέλος του τόξου με ακτίνα $\mathbf{R_2}$ και την αρχή του τόξου ακτίνας $\mathbf{R_3}$. Οι δύο ακτίνες **ΘΑ** και **ΘΓ** σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία ίση με **ΓΘΑ=22,5^g**. Οι τιμές των $\mathbf{x_2}$ και $\mathbf{y_2}$ προκύπτουν από τις παρακάτω σχέσεις:
   - $x_2=1.0383*R_2$ (6)
   - $y_2=0.1854*R_2$ (7)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (43/200)

5. Το τμήμα της στρογγύλευσης που απομένει, αφού σχεδιαστούν τα δύο τόξα ακτίνων $\mathbf{R_1}$ και $\mathbf{R_3}$, είναι το τόξο ακτίνας $\mathbf{R_2}$, που παραπάνω ονομάστηκε κύριο τόξο της κατασκευής. Το σημείο, στο οποίο οι δύο ακτίνες **ΓΘ** και **ΚΔ** τέμνονται είναι το σημείο **Ι**, το οποίο αποτελεί το κέντρο του κύκλου με ακτίνα $\mathbf{R_2}$.
6. Με αρχή το **Α**, μετρώνται οι αποστάσεις $\mathbf{xm_2}$ και $\mathbf{Dr_2}$ κατά μήκος των αξόνων που ορίστηκαν. Το σημείο που προσδιορίζεται είναι το **Β** και ανήκει στο τόξο **ΓΘΑ**. Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται είναι οι παρακάτω:
   - $xm_2=0.6922*R_2$ (8)
   - $Dr_2=0.1236*R_2$ (9)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (44/200)

7. Με αρχή το **Ζ**, μετρώνται οι αποστάσεις **xm_1** και **Dr_1** κατά μήκος των αξόνων που ορίστηκαν. Το σημείο που προκύπτει είναι το **Ε** και ανήκει στο τόξο **ΖΚΔ**.

- Για τον έλεγχο της ορθότητας των παραπάνω βημάτων, φέρουμε από τα σημεία **Β** και **Ε** τις κάθετες ευθείες στις οριογραμμές της πρωτεύουσας και δευτερεύουσας οδού αντίστοιχα, οι οποίες πρέπει να διέρχονται από το κέντρο **Ι** του κύκλου, στον οποίο ανήκει το κύριο τόξο.

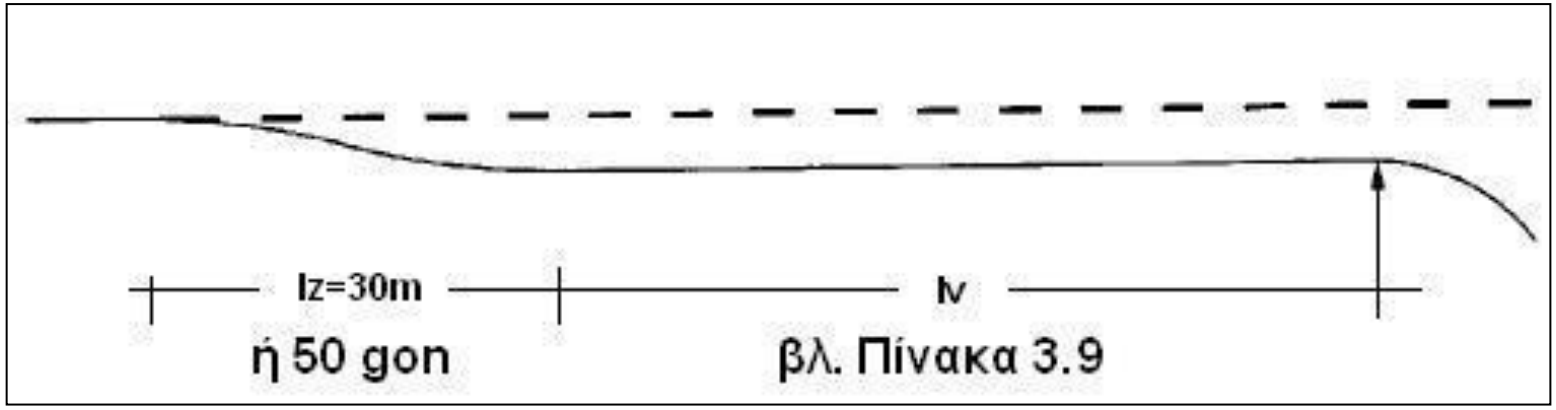
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (45/200)

- Σε ένα οδόστρωμα με λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου (Σχήμα 15) ή με σφήνα εξόδου (Σχήμα 16) παραπλεύρως σε τριγωνικές νησίδες (Σχήματα 17 και 18) δρόμου κατηγορίας Α και Β, πρέπει η ακτίνα του κυρίου τόξου **R** (ή $\mathbf{R_2}$ όταν χρησιμοποιούνται τρίχορδα) να επιλεγεί σύμφωνα με τον Πίνακα 6. Η καταλληλότητα των μεγεθών είναι σκόπιμο να ελέγχεται με βάση ειδικό λογισμικό.

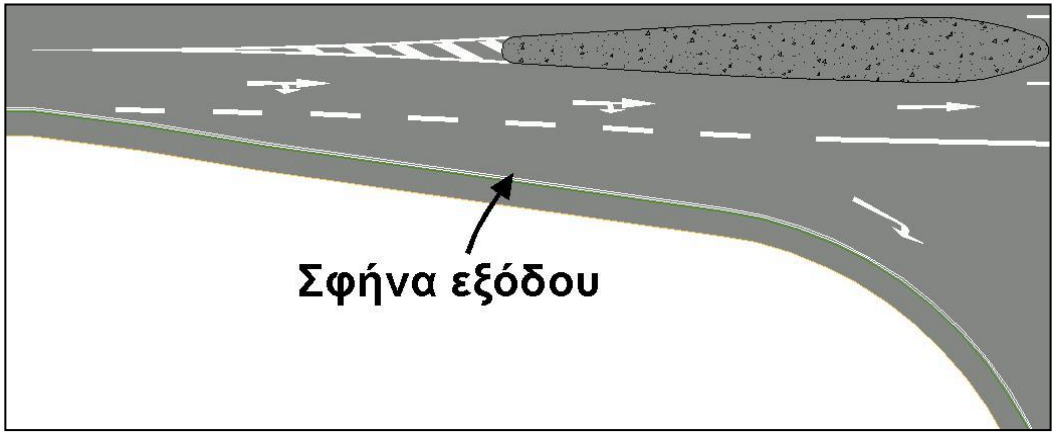
α(grad)	**Ακτίνα κυρίου τόξου R(m)**
80	20
100	25
120	25
Ενδιάμεσες τιμές μπορούν να παρθούν με παρεμβολή Από τα μεγέθη αυτά προκύπτει μια ελαχίστου μεγέθους τριγωνική νησίδα	

Πίνακας 6: Ακτίνες κύριου τόξου για στρογγυλεύσεις γωνιών παραπλεύρως σε τριγωνικές νησίδες σε δρόμους των ομάδων κατηγοριών Α και Β

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (46/200)

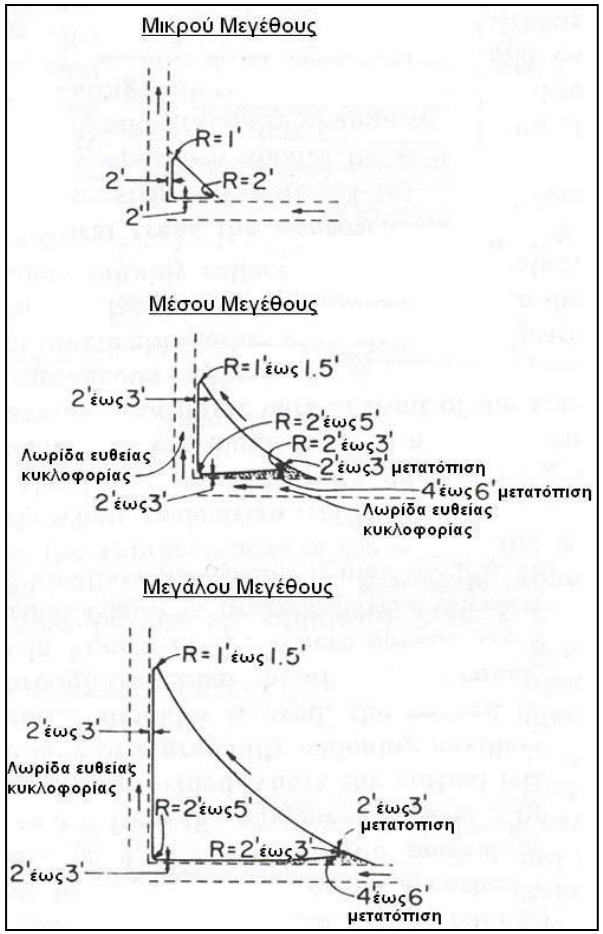


Σχήμα 15: Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου [1]

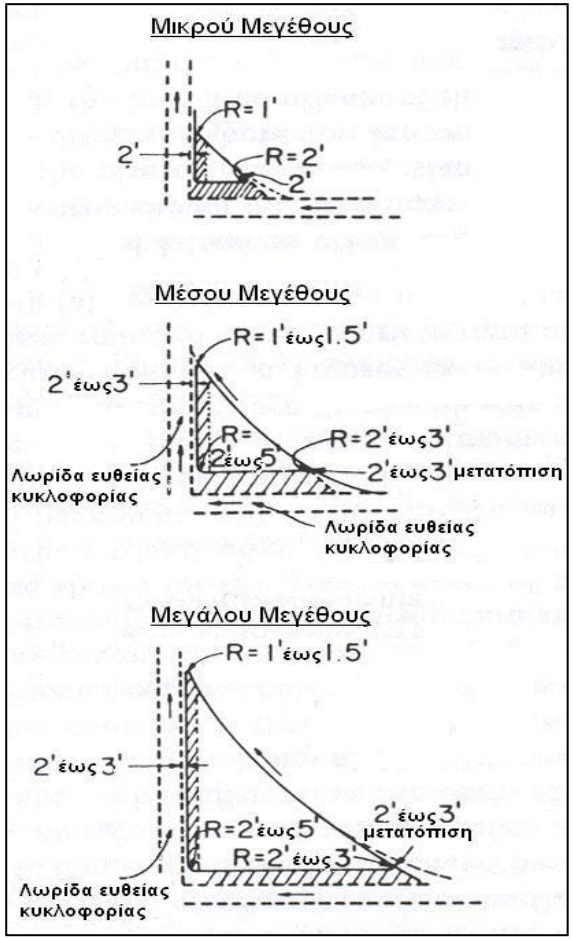


Σχήμα 16: Σφήνα εξόδου

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (47/200)



Σχήμα 17: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες σχεδιασμού τριγωνικών νησίδων με κράσπεδο, χωρίς έρεισμα (Μεγ. Βρετανία)



Σχήμα 18: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες σχεδιασμού τριγωνικών νησίδων με κράσπεδο και έρεισμα (Μεγ. Βρετανία)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (48/200)

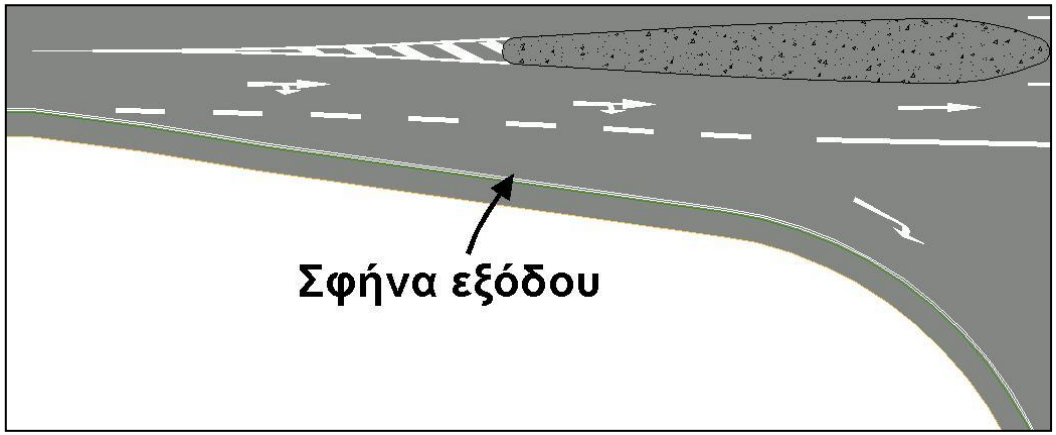
Επιφάνειες αποκλεισμού

- Ως επιφάνεια αποκλεισμού ορίζεται κάθε επιφάνεια του οδοστρώματος, όπου δεν επιτρέπεται η κίνηση οχημάτων. Συνήθως σχηματίζεται όταν κατασκευάζεται λωρίδα αριστερής ή δεξιάς στροφής, είτε υπάρχει νησίδα, είτε όχι. Επισημαίνεται με διαγράμμιση, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στους κανονισμούς σήμανσης.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (49/200)

Σφήνες εξόδου

- Ένας άλλος τρόπος διαμόρφωσης των δεξιών στροφών εξόδου από τον κόμβο είναι οι σφήνες, η μορφή των οποίων φαίνεται στο Σχήμα 16.

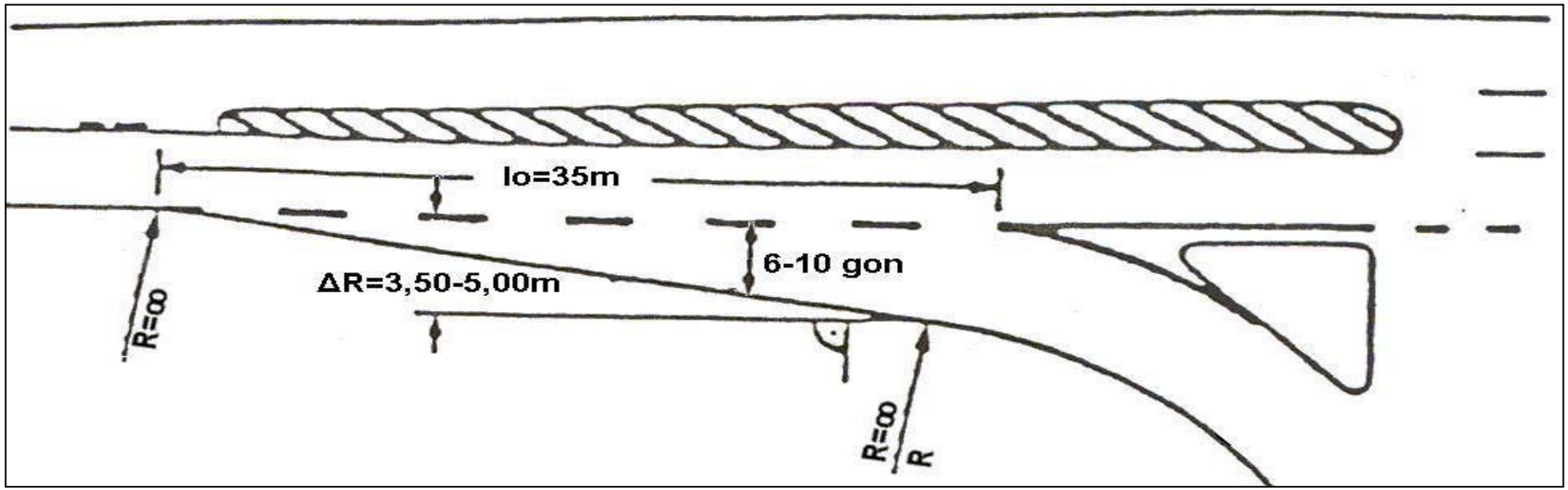


Σχήμα 16: Σφήνα εξόδου

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (50/200)

- Οι σφήνες εξόδου συνδυάζονται συνήθως με κατευθυντήριες τριγωνικές νησίδες (Σχήματα 17 και 18), που καθοδηγούν τα οχήματα στην υποδεέστερη οδό, και κατασκευάζονται γεωμετρικά σύμφωνα με το Σχήμα 19. Η αναγνωρισιμότητα της σφήνας εξόδου και της ακτίνας στροφής εξόδου πρέπει να πραγματοποιείται με την οριοθέτηση της εκτροπής κυκλικού τόξου σε απόσταση **3,50-5,00m**, με ένα σαφές γόνατο στην αρχή της σφήνας εξόδου (περίπου **6-10 gon**), ενώ η μορφή του δεξιού άκρου του οδοστρώματος, δηλαδή της δεξιάς οριογραμμής, είναι ευθεία χάραξη [1].

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (51/200)



Σχήμα 19: Γεωμετρική κατασκευή σφήνας εξόδου έξω από δομημένες περιοχές [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (52/200)

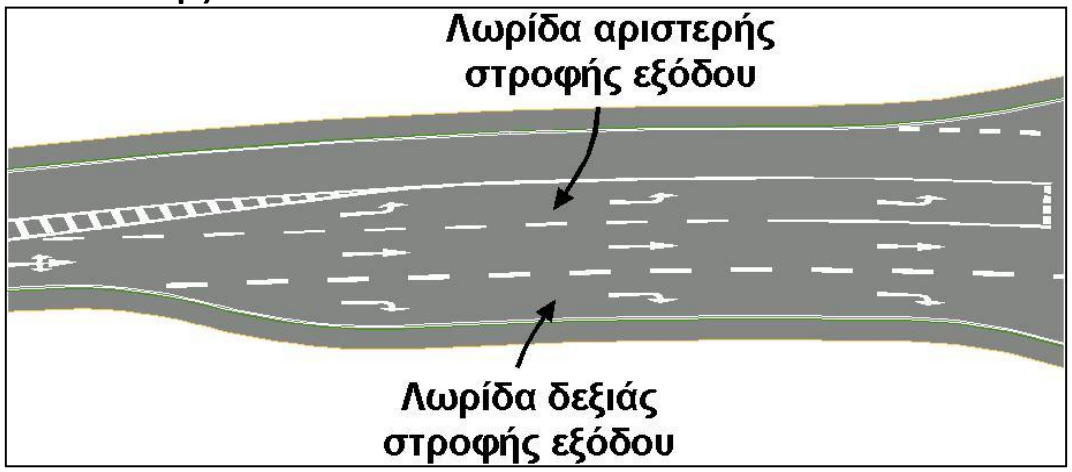
Βοηθητικές λωρίδες

- Διακρίνονται σε **δεξιόστροφες** και **αριστερόστροφες** λωρίδες, ανάλογα με την κίνηση θα εξυπηρετήσουν, ενώ βάσει της μεταβολής (αύξησης ή μείωσης) της ταχύτητας που επιτρέπουν σε ένα όχημα ανάλογα με την κίνηση που αυτό εκτελεί πάνω τους, ονομάζονται λωρίδες **επιτάχυνσης** ή **επιβράδυνσης** [1, 2, 3, 13] αντίστοιχα. Τέλος, αναφέρονται και ως λωρίδες **εξόδου** και **εισόδου** σε συνδυασμό με το είδος στροφής που εξυπηρετούν (π.χ. λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου, αριστερής στροφής εισόδου κ.λπ.). Σημειώνεται ότι, ως είσοδος αναφέρεται η κίνηση από τον υποδεέστερο στον υπέρτερο κλάδο, ενώ έξοδος θεωρείται η αντίστροφη κίνηση.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (53/200)

Λωρίδες επιβράδυνσης

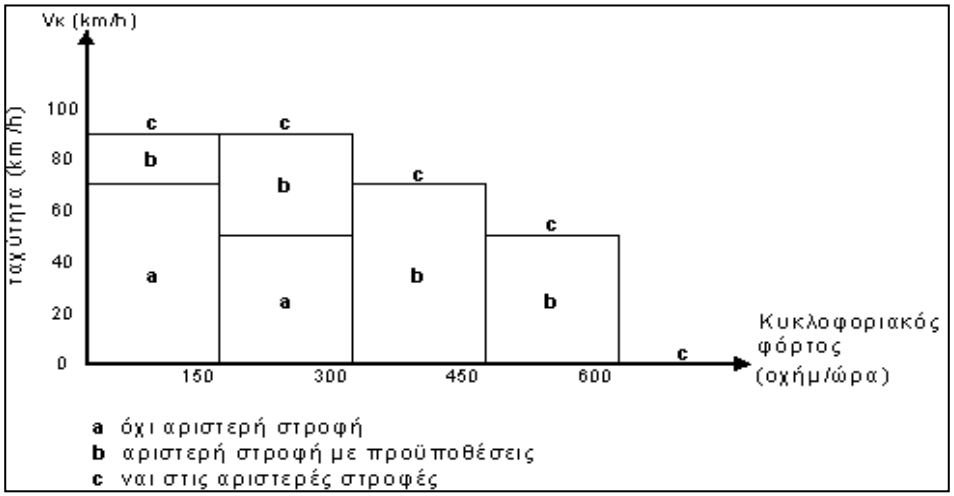
- Οι *λωρίδες αριστερής στροφής εξόδου (Σχήμα 20)*, έξω από δομημένες περιοχές, συνεισφέρουν κυρίως στην ασφάλεια, επειδή οι αριστερά στρέφοντες για έξοδο περιμένουν έξω από διερχόμενες λωρίδες και τα διερχόμενα οχήματα μπορούν ανεμπόδιστα να κινούνται παραπλεύρως. Μέσα σε δομημένες περιοχές αριστερά στροφές εξόδου διατάσσονται κυρίως για λόγους ποιότητας της ροής της κυκλοφορίας και της ικανότητας απόδοσης.



Σχήμα 20: Λωρίδες επιβράδυνσης

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (54/200)

- Η δυνατότητα αριστερών στροφών σ’ ένα κόμβο εξαρτάται από τις κυκλοφοριακές συνθήκες. Στο διάγραμμα (Σχήμα 21), φαίνεται ότι η αναγκαιότητα υποβοήθησης για την πραγματοποίηση αριστερής στροφής είναι συνάρτηση της ταχύτητας της οδού, στην κατεύθυνση της κυκλοφορίας και του κυκλοφοριακού φόρτου σε αυτόν τον κλάδο.



Σχήμα 21: Πρόβλεψη αριστερών στροφών [1]

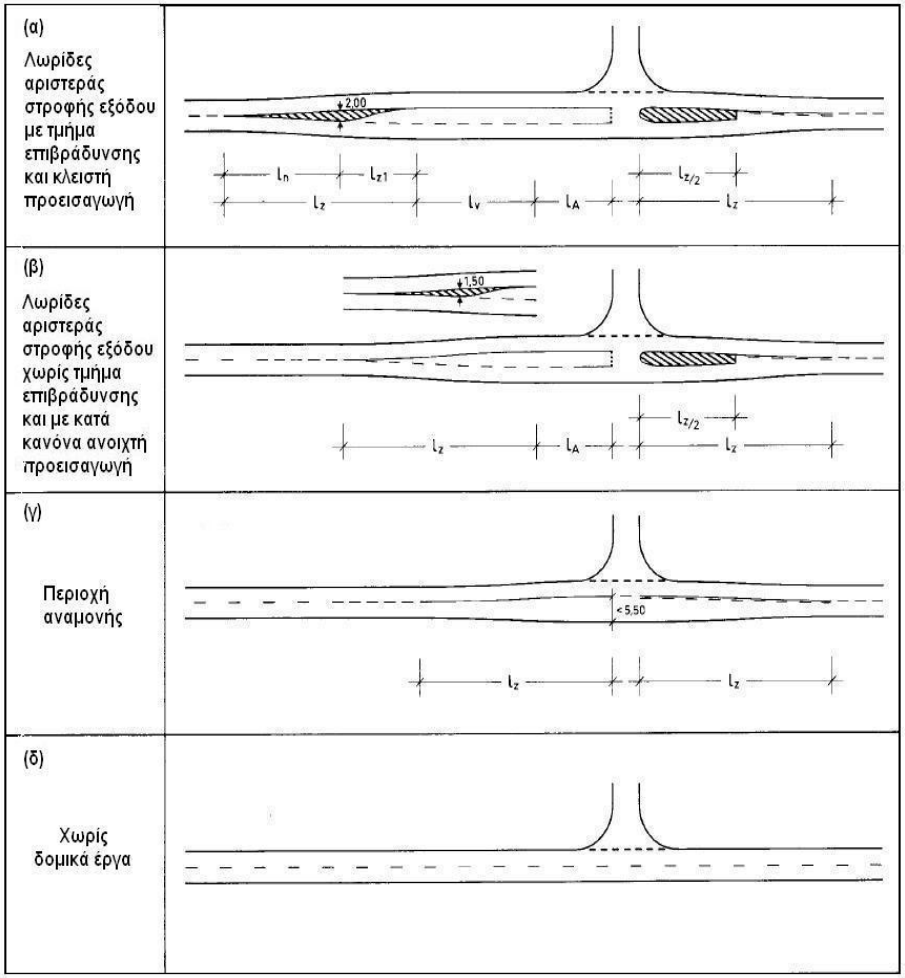
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (55/200)

- Στους RAS-K-1 [1] αναφέρεται ότι οι λωρίδες αριστερής στροφής εξόδου μπορεί να είναι στενότερες κατά **0,25m** από τις διερχόμενες λωρίδες πορείας, αλλά πρέπει να μην έχουν πλάτος μικρότερο από **3m**. Για στενές συνθήκες χωρίς ή με πολύ μικρή κυκλοφορία βαρέων φορτηγών και λεωφορείων, είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται ένα πλάτος **2,75m** μόνο όταν μ' αυτόν τον τρόπο μπορούν να δημιουργηθούν οι απαιτούμενες λωρίδες στροφής εξόδου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (56/200)

- Οι *περιοχές αναμονής* (Σχήμα 22- περίπτωση γ) εγκαθίστανται όταν το διατιθέμενο πλάτος της οδού δεν επιτρέπει την οριοθέτηση λωρίδας αριστερής στροφής έναντι της λωρίδας κυκλοφορίας. Με αριθμητικούς όρους, για πλάτος λωρίδας **<5,50m**, δημιουργούνται περιοχές αναμονής, οι οποίες αναγνωρίζονται με διαγραμμίσεις βέλους (αριστερό βέλος παραπλεύρως σε κατευθείαν βέλος) και οι οποίες πρέπει να λαμβάνουν ένα ελάχιστο πλάτος **4,75m** έξω από δομημένες περιοχές, και κατ' εξαίρεση πλάτος **4,00m** εντός δομημένων περιοχών. Διπλές λωρίδες αριστερής στροφής εξόδου (ή αριστερής στροφής εισόδου) επιτρέπονται μόνο σε κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (57/200)



Σχήμα 22: Μορφές χάραξης αριστερών στροφών εξόδου

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (58/200)

- Για τη διαμόρφωση αριστερών στροφών εξόδου και περιοχών αναμονής, διακρίνονται κυρίως τα εξής τρία τμήματα (Σχήμα 22):
  1. Το *τμήμα στάθμευσης ή αναμονής* ($\mathbf{l_A}$), κατά μήκος του οποίου συσσωρεύονται τα οχήματα, που αναμένουν για την πραγματοποίηση της στροφής εξόδου.
  2. Το *τμήμα επιβραδύνσεως* ($\mathbf{l_v}$), κατά μήκος του οποίου το όχημα μειώνει την ταχύτητα κίνησής του, έτσι ώστε να αποκτήσει την επιθυμητή ταχύτητα για την εκτέλεση της στρέφουσας κίνησης. Η επιθυμητή αυτή ταχύτητα κυμαίνεται μεταξύ της μηδενικής και μιας τιμής, που εξασφαλίζει την απευθείας, αλλά ασφαλή στροφή του οχήματος, όταν το επιτρέπουν οι κυκλοφοριακές συνθήκες.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (59/200)

3. Το *τμήμα αλλαγής λωρίδας ή μεταβαλλόμενου άκρου διατομής* ($\mathbf{l_z}$). Αποτελεί το τμήμα, κατά μήκος του οποίου το πλάτος της οδού μεταβάλλεται βαθμιαία (διαπλάτυνση), έτσι ώστε να εξασφαλισθεί ο απαραίτητος χώρος για τη λωρίδα αριστερής στροφής. Η τιμή της απόστασης $\mathbf{l_z}$ προκύπτει με τη βοήθεια της σχέσης (2).

- Τα παραπάνω μήκη, που το καθένα εξυπηρετεί και μια ανάγκη λειτουργίας του κόμβου, όπως φαίνεται και από την ονομασία τους, είναι συνάρτηση:
  - του κυκλοφοριακού φόρτου,
  - της ταχύτητας και
  - της κατά μήκος κλίσης,

και φαίνονται στις διαφορετικές μορφές χάραξης του Σχήματος 22, που περιγράφονται στη συνέχεια.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (60/200)

1. Λωρίδα αριστερής στροφής εξόδου αποτελούμενη από το τμήμα της λωρίδας $\mathbf{l_z}$ που έχει μεταβλητό πλάτος, το τμήμα επιβράδυνσης $\mathbf{l_v}$, το τμήμα αναμονής $\mathbf{l_A}$ και κλειστό προεισαγωγικό τμήμα με μια επιφάνεια αποκλεισμού (Σχήμα 22-περίπτωση α).
2. Λωρίδα αριστερής στροφής εξόδου αποτελούμενη από το τμήμα της λωρίδας $\mathbf{l_z}$ που έχει μεταβλητό πλάτος, το τμήμα αναμονής $\mathbf{l_A}$ και κατά κανόνα από ανοιχτό προεισαγωγικό τμήμα (Σχήμα 22-περίπτωση β).
3. Περιοχή αναμονής αποτελούμενη από το τμήμα λωρίδας $\mathbf{l_z}$ με μεταβλητό πλάτος, με μια αμφίπλευρη διεύρυνση λωρίδας πορείας σε ένα πλάτος **min4,75m** (**4,00<b<5,50**) και ανοιχτό προεισαγωγικό τμήμα (Σχήμα 22-περίπτωση γ).
4. Κανένα δομικό μέτρο, δηλαδή αριστερά στρέφοντες για έξοδο πρέπει να αναμένουν επί της διερχόμενης λωρίδας (Σχήμα 22-περίπτωση δ).

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (61/200)

- Το προεισαγωγικό τμήμα προειδοποιεί τους κινούμενους στην οδό για την αλλαγή της διατομής και καθοδηγεί τους αριστερά στρέφοντες στη λωρίδα αριστερής στροφής και εμφανίζεται με δύο μορφές. Η πρώτη μορφή, το *κλειστό προεισαγωγικό τμήμα,* απαρτίζεται από μια επιφάνεια αποκλεισμού και αποτελεί κανόνα για την περίπτωση $\mathbf{V_{\kappa}>70km/h}$.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (62/200)

- Στην περίπτωση του κλειστού προεισαγωγικού τμήματος, το μήκος μεταβαλλόμενου πλάτους $\mathbf{l_z}$ διαιρείται σε δύο υποτμήματα:
  1. το μήκος $\mathbf{l_n}$, που εκτείνεται από την αρχή της διαπλάτυνσης, μέχρι το σημείο που το οδόστρωμα διευρύνεται κατά **2,00m** (Σχήμα 22-περίπτωση α) ή κατά **1,50m** (Σχήμα 22-περίπτωση β). Τα πλάτη διεύρυνσης, που αναφέρθηκαν προηγουμένως, αναφέρονται στη συνολική διαπλάτυνση σε αυτή τη θέση, ανεξάρτητα από το εάν αυτή είναι μονόπλευρη ή αμφίπλευρη. Πρακτικά, το μήκος αυτό προσδιορίζεται με τη βοήθεια του Πίνακα 3 των ενδιάμεσων συντεταγμένων ανά μονάδα μεταβολής διαπλάτυνσης της τετραγωνικής παραβολής.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (63/200)

2. το μήκος $\mathbf{l_{z1}}$, που εκτείνεται από το τέλος του τμήματος $\mathbf{l_n}$, μέχρι το τέλος του συνολικού μήκους μεταβαλλόμενου πλάτους $\mathbf{l_z}$, δηλαδή ισχύει: $l_{z1}=l_z-l_n$ (10)

- Η μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει το $\mathbf{l_{z1}}$ είναι τα **30m.**
- Η δεύτερη μορφή, το *ανοικτό προεισαγωγικό τμήμα*, κατευθύνει τους οδηγούς στις λωρίδες επιβράδυνσης, με χρήση μόνο γραμμών σήμανσης (Σχήμα 22-περίπτωση β). Τα μήκη, που εφαρμόζονται σε αυτήν την περίπτωση είναι τα $\mathbf{l_z}$ και $\mathbf{l_A}$.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (64/200)

- Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 22, στις περιπτώσεις α και β, ο χώρος της διαπλάτυνσης από την αντίθετη πλευρά της οδού, όπου δεν δημιουργείται καμία βοηθητική λωρίδα, καταλαμβάνεται από μια επιφάνεια αποκλεισμού ή μια νησίδα, που εκτείνεται σε μήκος $\mathbf{l_z/2}$. Το υπόλοιπο $\mathbf{l_z/2}$ σημαίνεται με μια ευθεία γραμμή καθορισμού της λωρίδας πορείας, καθοδηγώντας τα οχήματα περιφερειακά της νησίδας / επιφάνειας αποκλεισμού.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (65/200)

- Όσον αφορά το μήκος του τμήματος επιβράδυνσης $\mathbf{l_v}$, προκύπτει από τον Πίνακα 7, συναρτήσει της ταχύτητας κόμβου $\mathbf{V_κ}$ (km/h), της υπάρχουσας στον κόμβο κατά μήκος κλίσης **S** (%) και του φόρτου της αριστερής στροφής εξόδου **q** (οχημ/h).

Ένταση στρέφουσας κυκλοφορίας	**Κατά μήκος κλίση S (%) και Ταχύτητα Vκ (km/h)**																	
	s≤-4						-4<s<4						s≥4					
q (οχήμ/h)	***50***	***60***	***70***	***80***	***90***	***100***	***50***	***60***	***70***	***80***	***90***	***100***	***50***	***60***	***70***	***80***	***90***	***100***
400	*0*	*10*	*20*	*35*	*50*	*65*	*0*	*10*	*15*	*20*	*30*	*40*	*0*	*5*	*10*	*15*	*20*	*30*
>400	*0*	*25*	*40*	*60*	*80*	*105*	*0*	*20*	*30*	*40*	*55*	*75*	*0*	*15*	*20*	*30*	*40*	*55*

Πίνακας 7: Μήκος του τμήματος επιβράδυνσης l_v για λωρίδες αριστερής στροφής εξόδου

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (66/200)

- Το μήκος αναμονής $\mathbf{l_A}$, το οποίο κατασκευαστικά αρχίζει στη γραμμή αναμονής ή ενδεχομένως στη γραμμή στάσης, αντιστοιχεί στο απαιτούμενο μήκος του χώρου συσσωρεύσεως. Σε κόμβους με εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης, το μήκος αναμονής προκύπτει από τον υπολογισμό του προγράμματος σηματοδότησης. Σε κόμβους χωρίς φωτεινή σηματοδότηση αρκεί ένα τμήμα αναμονής κατά κανόνα μήκους **20m**. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν το τμήμα αναμονής να διαμορφώνεται βραχύτερο από **20m**. Εν τούτοις, οι δυνατότητες αναμονής για δύο επιβατικά αυτοκίνητα (περίπου **10m**) θα πρέπει να δίνονται.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (67/200)

- Το συνολικό μήκος του τμήματος επιβράδυνσης και τμήματος αναμονής έξω από δομημένες περιοχές πρέπει να μην είναι μικρότερο από **20m** ($l_A + l_v > 20\ m$).
- Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 8) παρουσιάζει ποιες από τις μορφές α, β, γ και δ του Σχήματος 22 εφαρμόζονται, ανάλογα την κατηγορία, στην οποία ανήκει η οδός, και την ένταση της στρέφουσας για έξοδο κυκλοφορίας.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (68/200)

Κατηγορία δρόμου	Ένταση κυκλοφορίας HSV (οχ./ώρα) κατά κατεύθυνση από την οποία στρέφουν						
	100	200	300	400	500	600	>600
A I Ευρύτερη χώρου σύνδεση	β	β – α	α	α	α	α	α
A II Περιφερειακή σύνδεση	β	β	β – α	α	α	α	α
A III Σύνδεση μεταξύ κοινοτήτων	γ – β	β	β	β – α	α	α	α
A IV Σύνδεση αναπτύξεως επιφανειών	γ	γ – β	β	β	β	β	β
A V Υποδεέστερη σύνδεση	δ – γ	γ	γ – β	β	β	β	β
B II Δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας	Κανένας δρόμος δύο λωρίδων						
B III Δρόμος κύριας κυκλοφορίας	γ	γ	γ – β	β	β	β	β
B IV Κύριος συλλεκτήριος δρόμος	δ	δ – γ	γ	γ – β	β	β	β
C III Κύριος δρόμος κυκλοφορίας	δ	δ	δ – γ	γ	γ – β	β	β
C IV Κύριος συλλεκτήριος δρόμος	δ	δ	δ	δ – γ	γ	γ – β	β

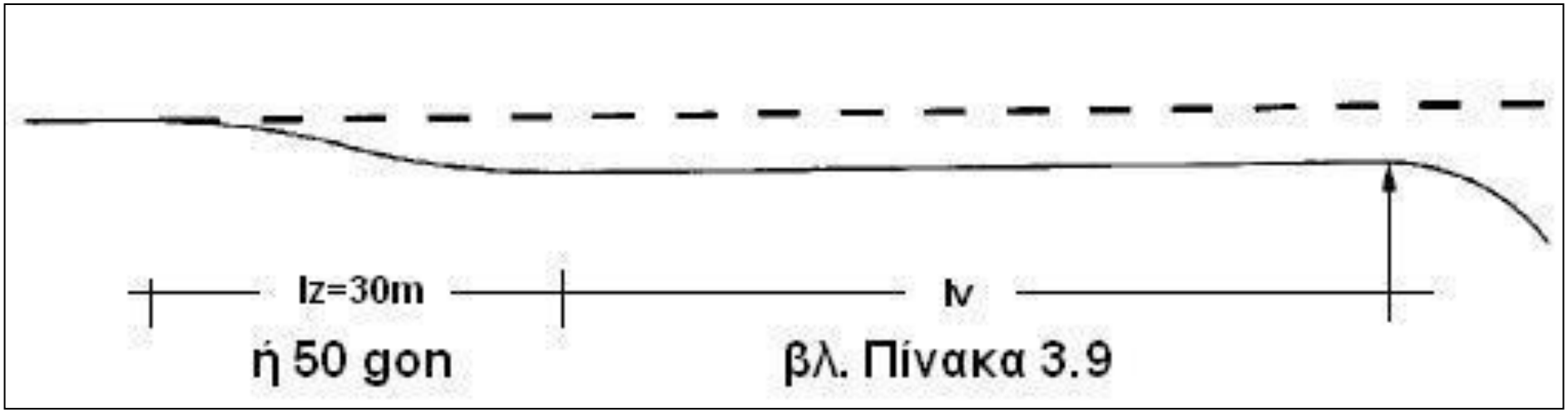
Πίνακας 8: Περιοχές παρεμβολής για λωρίδες αριστερής στροφής εξόδου και περιοχών αναμονής σε δρόμους δύο λωρίδων [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (69/200)

Λωρίδες δεξιάς στροφής εξόδου

- Στις δεξιές στροφές εξόδου διακρίνουμε κατά κύριο λόγο τρεις βασικές μορφές χάραξης (Σχήμα 24 & Πίνακας 9):
  - Στρογγύλευση γωνίας με ένα απλό κυκλικό τόξο ή με μια διαδοχή τριών τμημάτων κυκλικών τόξων, με ή χωρίς διαχωριστή οδοστρώματος.
  - Σφήνα εξόδου με συνεχόμενη στρογγύλευση γωνίας, με διαχωριστή οδοστρώματος και τριγωνική νησίδα (βλ. Σχήματα 17 και 18).
  - *Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου* (Σχήμα 23), με συνεχόμενη στρογγύλευση γωνίας, με ή χωρίς διαχωριστή οδοστρώματος και τριγωνική νησίδα (βλ. Σχήματα 17 και 18).

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (70/200)



Σχήμα 23: Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (71/200)

- Οι λωρίδες δεξιάς στροφής εξόδου γενικά βελτιώνουν την κυκλοφοριακή ροή. Έξω από δομημένες περιοχές πρέπει να χρησιμοποιούνται, σε κόμβους χωρίς φωτεινή σηματοδότηση, μόνο σε ταχέως διατρεχόμενες οδούς ή για υψηλή κυκλοφορία αριστερής στροφής εξόδου.
- Το άκρο του οδοστρώματος παραμορφώνεται στο μήκος $\mathbf{l_z=30m}$. Η απόσταση αυτή αποτελεί το μήκος μεταβαλλόμενου πλάτους, δηλαδή την απόσταση κατά την οποία το πλάτος της λωρίδας επιβράδυνσης λαμβάνει τιμές από μηδενική έως τη μέγιστη.
- Η μετάβαση αυτή γίνεται με τη βοήθεια τετραγωνικής παραβολής και τον Πίνακα 3. Σε περιπτώσεις στενών συνθηκών ή για λόγους διαμόρφωσης (π.χ. προσάρτηση σε λωρίδες παρκαρίσματος) είναι δυνατόν επίσης να εισάγονται με μια γωνία $\mathbf{50^g}$. Τα μήκη του εκεί προσαρτώμενου τμήματος επιβράδυνσης $\mathbf{l_v}$ προκύπτουν όπως και στις λωρίδες αριστερής στροφής εξόδου, από τον Πίνακα 7.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (72/200)

- Οι λωρίδες δεξιάς στροφής εξόδου μπορούν να είναι κατά **0,25m** στενότερες από τις διερχόμενες λωρίδες αλλά δεν πρέπει το πλάτος τους να είναι κάτω από **3,00m**. Για ιδιαίτερα στενές συνθήκες και καθόλου ή πολύ χαμηλή κυκλοφορία βαρέων φορτηγών ή λεωφορείων, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί πλάτος **2,75m** όταν μόνο μ' αυτόν τον τρόπο μπορούν να δημιουργηθούν οι απαιτούμενες λωρίδες στροφής εξόδου.
- Εάν έξω από δομημένες περιοχές, σε μια είσοδο κόμβου υπάρχουν ταυτόχρονα μια δεξιά και μια αριστερή λωρίδα εξόδου, θα πρέπει *η γραμμή μεταβαλλόμενου πλάτους του οδοστρώματος για λόγους οπτικούς να αρχίζει από την ίδια θέση*. Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιείται για την μελέτη το μήκος της λωρίδα στροφής εξόδου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (73/200)

(1) Στρογγύλευση γωνίας	μικρή π.χ. R1 = 8, 12 ή R2 = 8	μεγάλη π.χ. R2 = 12	μεγάλη π.χ. R2 = 15 ή διαχωρ.		
(2) Σφήνα εξόδου				Ειδική περίπτωση μέσα σε δομημένες περιοχές	π.χ. Io = 35 Ro = 25 διαχωριστής τριγων. νησίδας
(3) Λωρίδες δεξιάς στροφής εξόδου	π.χ. l = 50 R = 8, 12 ή R = 8		π.χ. l = 50 R = 20 διαχωριστής	Ειδική περίπτωση μέσα σε δομημένες περιοχές	π.χ. l = 50 R = 25 διαχωριστή τριγων. νησίδα

R = Ακτίνα απλού κυκλικού τόξου (για περίπτωση α=100 gon

R 2 = Ακτίνα κυρίου τόξου διαδοχής 3 κυκλικών τόξων

Io = άνοιγμα εξόδου

l = μήκος δεξιών στροφών εξόδου

Σχήμα 24: Μορφές χάραξης δεξιών στροφών εξόδου [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (74/200)

Λωρίδες επιτάχυνσης

- Στις περιοχές, όπου δύο κυκλοφοριακά ρεύματα ενώνονται, αν οι ταχύτητες των οχημάτων είναι μεγάλες, π.χ. κύριες οδοί μεγάλης διατομής, διακλαδώσεις οδών ανισόπεδων κόμβων κτλ., χρειάζεται ειδική μελέτη για την ασφάλεια και την καλή λειτουργία της οδού. Η ομαλή και ασφαλής ένταξη των εισερχόμενων στον κόμβο οχημάτων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ειδικών λωρίδων. Τα χαρακτηριστικά των λωρίδων επιτάχυνσης είναι ίδια με τα αντίστοιχα των λωρίδων επιβραδύνσεως με μόνη διαφορά, όπως αναφέρθηκε, ότι ο σκοπός τους είναι η αύξηση της ταχύτητας στα οχήματα που τις χρησιμοποιούν.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (75-α/200)

Κατηγο-ρίες δρόμου	Στρογγύ-λευση γωνίας μικρή R = 8 – 12 R_2 = 8	Στρογγύ-λευση γωνίας μεγάλη R_2 = 12 - 15	Στρογγύ-λευση γωνίας π.χ. R_2 = 15 Διαχ. οδοστρ.	Σφήνα εξόδου π.χ. L_4 = 35 L = 25	Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου π.χ. L = 25 R = 8 – 12 R_2 = 8	Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου π.χ. L = 50 R = 20	Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου π.χ. L = 100 R = 25 Διαχ. οδοστ. τριγων. νησίδα
A I Ευρύτερη χώρου σύνδεση	○	◑	●	●	○	●	●
A II Περιφερειακή σύνδεση	○	◑	●	●	○	●	●
A III Σύνδεση μεταξύ κοινοτήτων	◑	◑	●	●	○	◑	◑
A IV Σύνδεση αναπτύξεως επιφανειών	◑	●	●	○	○	○	○
A V Υποδεέστερη σύνδεση	●	●	◑	○	○	○	○
B II Δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας	○	◑	●	●	◑	●	◑ •
B III Δρόμος κύριας κυκλοφορίας	◑	●	●	◑ •	◑	●	◑ •
B IV Κύριος συλλεκτήριος δρόμος	◑	●	◑	○	●	◑ •	◑ •
C III Κύριος δρόμος κυκλοφορίας	●	●	◑ •	○	●	◑ •	○
C IV Κύριος συλλεκτήριος δρόμος	●	●	◑ •	○	● •	○	○

● Χρησιμοποιήσιμη μορφή

◑ Περιορισμένη χρησιμοποιήσιμη μορφή

○ Κατά κανόνα μη χρησιμοποιήσιμη μορφή

• Σκόπιμη μόνο με φωτεινή σηματοδότηση

Πηγή: RAS-K-1 [1]

Πίνακας 9: Μορφές χάραξης δεξιών στροφών εξόδου [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (75-β/200)

Κατηγο-ρίες δρόμου	Στρογγύ-λευση γωνίας μικρή R = 8 – 12 R_2 = 8	Στρογγύ-λευση γωνίας μεγάλη R_2 = 12 - 15	Στρογγύ-λευση γωνίας π.χ. R_2 = 15 Διαχ. οδοστρ.	Σφήνα εξόδου π.χ. L_4 = 35 L = 25	Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου π.χ. L = 25 R = 8 – 12 R_2 = 8	Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου π.χ. L = 50 R = 20	Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου π.χ. L = 100 R = 25 Διαχ. οδοστ. τριγων. νησίδα
A I Ευρύτερη χώρου σύνδεση	○	◑	●	●	○	●	●
A II Περιφερειακή σύνδεση	○	◑	●	●	○	●	●
A III Σύνδεση μεταξύ κοινοτήτων	◑	◑	●	●	○	◑	◑
A IV Σύνδεση αναπτύξεως επιφανειών	◑	●	●	○	○	○	○

Πίνακας 9-α: Μορφές χάραξης δεξιών στροφών εξόδου [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (75-γ/200)

Κατηγο-ρίες δρόμου	Στρογγύ-λευση γωνίας μικρή R = 8 – 12 R_2 = 8	Στρογγύ-λευση γωνίας μεγάλη R_2 = 12 - 15	Στρογγύ-λευση γωνίας π.χ. R_2 = 15 Διαχ. οδοστρ.	Σφήνα εξόδου π.χ. L_4 = 35 L = 25	Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου π.χ. L = 25 R = 8 – 12 R_2 = 8	Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου π.χ. L = 50 R = 20	Λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου π.χ. L = 100 R = 25 Διαχ. οδοστ. τριγων. νησίδα
A V Υποδεέστερη σύνδεση	●	●	◑	○	○	○	○
B II Δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας	○	◑	●	●	◑	●	◑ •
B III Δρόμος κύριας κυκλοφορίας	◑	●	●	◑ •	◑	●	◑ •
B IV Κύριος συλλεκτήριος δρόμος	◑	●	◑	○	●	◑ •	◑ •
C III Κύριος δρόμος κυκλοφορίας	●	●	◑ •	○	●	◑ •	○
C IV Κύριος συλλεκτήριος δρόμος	●	●	◑ •	○	● •	○	○

● Χρησιμοποιήσιμη μορφή

◑ Περιορισμένη χρησιμοποιήσιμη μορφή

○ Κατά κανόνα μη χρησιμοποιήσιμη μορφή

• Σκόπιμη μόνο με φωτεινή σηματοδότηση

Πηγή: RAS-K-1 [1]

Πίνακας 9-β: Μορφές χάραξης δεξιών στροφών εξόδου [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (76/200)

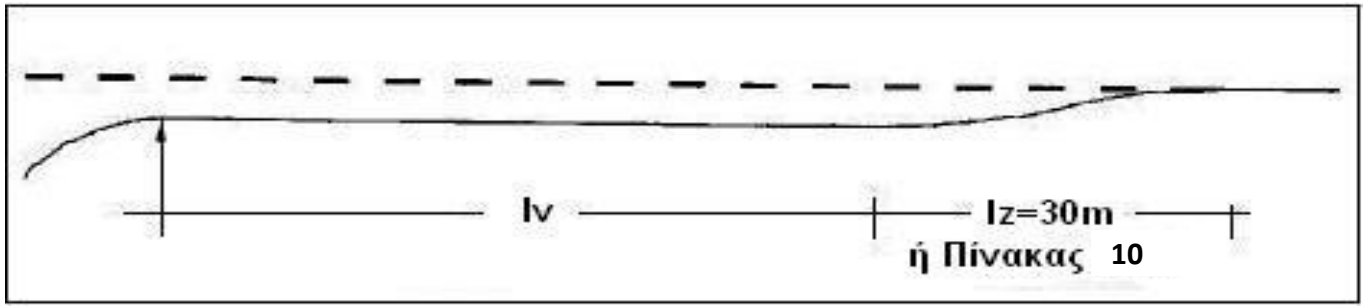
Λωρίδες επιτάχυνσης

- Στις περιοχές, όπου δύο κυκλοφοριακά ρεύματα ενώνονται, αν οι ταχύτητες των οχημάτων είναι μεγάλες, π.χ. κύριες οδοί μεγάλης διατομής, διακλαδώσεις οδών ανισόπεδων κόμβων κτλ., χρειάζεται ειδική μελέτη για την ασφάλεια και την καλή λειτουργία της οδού. Η ομαλή και ασφαλής ένταξη των εισερχόμενων στον κόμβο οχημάτων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ειδικών λωρίδων. Τα χαρακτηριστικά των λωρίδων επιτάχυνσης είναι ίδια με τα αντίστοιχα των λωρίδων επιβραδύνσεως με μόνη διαφορά, όπως αναφέρθηκε, ότι ο σκοπός τους είναι η αύξηση της ταχύτητας στα οχήματα που τις χρησιμοποιούν.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (77/200)

Λωρίδες δεξιάς στροφής εισόδου

- Οι *λωρίδες επιτάχυνσης*, που διευκολύνουν την κίνηση της δεξιάς και αριστερής στροφής εισόδου στον κόμβο, έχουν μορφή όμοια με εκείνη των λωρίδων επιβράδυνσης (Σχήμα 23). Αποτελούνται δηλαδή από το τμήμα μεταβολής της ταχύτητας $\mathbf{l_v}$ και το τμήμα μεταβαλλόμενου πλάτους $\mathbf{l_z}$, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 25.



Σχήμα 25: Λωρίδα δεξιάς στροφής εισόδου

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (78/200)

- Σύμφωνα με τους κανονισμούς RAS-K-1 [1], το μήκος του τμήματος $\mathbf{l_z}$ ισούται με **30m**. Στη βιβλιογραφία [6] συναντάται όμως και ο Πίνακας 10, ο οποίος μας δίνει το μήκος της λωρίδας συναρμογής συναρτήσει της ταχύτητας μελέτης.

Ταχύτητα μελέτης Vκ km/h	48	64	80	96	104	112	120	128
Μέση ταχύτητα κίνησης km/h	45	58	71	84	89	94	98	103
Μήκος λωρίδας συναρμογής m	45	57	69	81	87	90	95	99

Πίνακας 10: Μήκος λωρίδας συναρμογής [6]

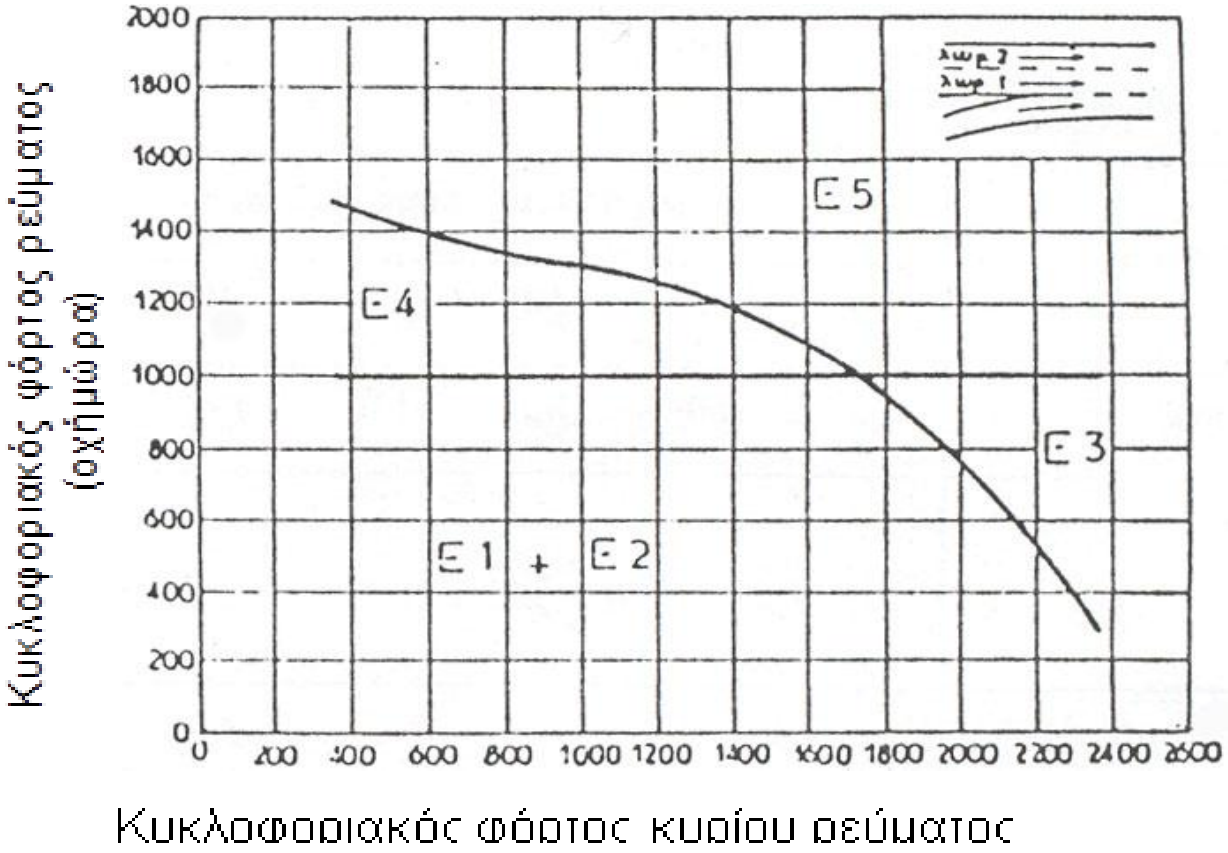
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (79/200)

- Το μήκος του τμήματος l_v λαμβάνεται, όπως και στις αριστερές λωρίδες εξόδου, από τον Πίνακα 7.
- Ανεξάρτητα από την ύπαρξη λωρίδων επιτάχυνσης, ο δεξιά στρέφων για είσοδο είναι κατά κανόνα υπόχρεος αναμονής. Για διασαφήνιση της υποχρέωσης αναμονής και για βελτίωση της ορατότητας προς αριστερά, η στρογγύλευση της γωνίας θα πρέπει να διαμορφώνεται όσο γίνεται πιο μικρή. Μία στρογγύλευση με ένα απλό κυκλικό τόξο ή με μια διαδοχή τριών τμημάτων κύκλου χωρίς τριγωνική νησίδα είναι η κανονική λύση.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (80/200)

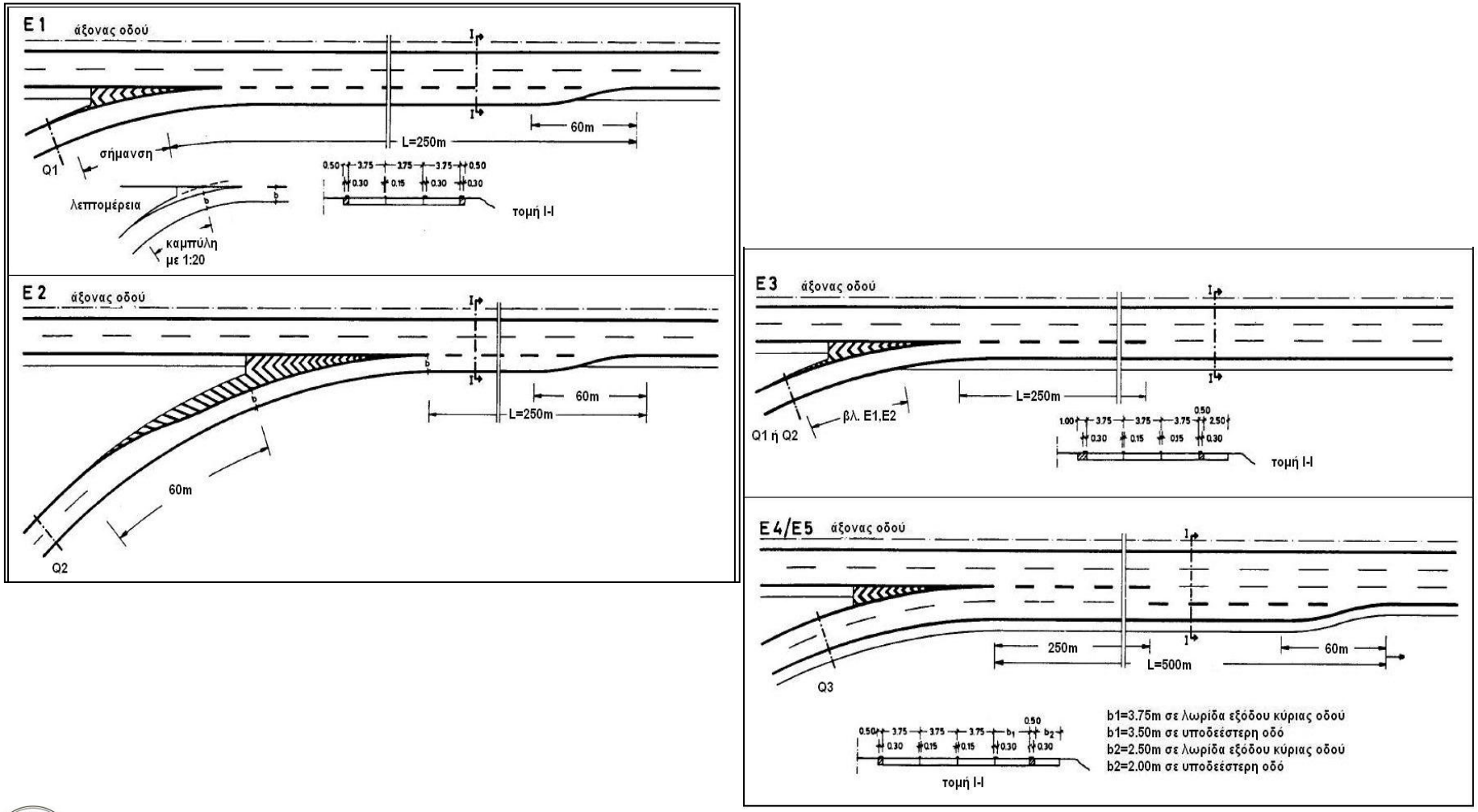
- Οι γερμανικοί κανονισμοί RAS-K-2, RAS-L-2 και RAA, που αναφέρονται στο σχεδιασμό ανισόπεδων κόμβων, προσδιορίζουν τη μορφή της διατομής της λωρίδας επιτάχυνσης, ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο, με τη βοήθεια του νομογραφήματος του Σχήματος 26. Οι διατομές που αντιστοιχούν στους τύπους E1, E2, E3 και E4/5 εμφανίζονται στο Σχήμα 27 (Ελιγμοί). Κάποια επιπλέον στοιχεία αναφέρονται και σε επόμενες παραγράφους, στην ενότητα που αναφέρεται στις συμβολές και τους μερισμούς [14].

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (81/200)



Σχήμα 26: Προσδιορισμός διάταξης ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (82/200)



Σχήμα 27: Τύποι άκρων εισόδου από οδούς ομάδας Α [15]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (83/200)

- Σε διασταυρώσεις εάν πρέπει να είναι ταυτόχρονα δυνατή η αριστερή στροφή εξόδου ή η αριστερή στροφή εισόδου, δεν επιτρέπεται να τέμνεται το διάκενο κινήσεως του εκλεγέντος οχήματος υπολογισμού. Οι διαστάσεις των απαιτούμενων διακένων κινήσεως κατευθύνονται ανάλογα με το εκλεγέν όχημα υπολογισμού, τη γωνία συμβολής, το πλάτος των λωρίδων του οδοστρώματος και την απόσταση της σταγόνας από το άκρο του υπέρτερου δρόμου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (84/200)

- Σε κόμβους χωρίς εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης όταν γίνονται ταυτόχρονα η αριστερή στροφή εξόδου και η αριστερή στροφή εισόδου, είναι γενικά σπουδαιότερη η στροφή εξόδου. Σε διασταυρώσεις με εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης απεναντίας θα είναι ως επί το πλείστον σκόπιμο από λόγους ικανότητας αποδόσεως, να διευκολύνεται η ταυτόχρονη αριστερή στροφή εισόδου συρμών φορτηγών [1].

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (85/200)

Νησίδες

- Η ***νησίδα*** ορίζεται ως ένας πλήρως καθορισμένος γεωμετρικά χώρος ανάμεσα στις λωρίδες κυκλοφορίας, που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των κινήσεων [16]. Ένας κόμβος στον οποίο η κίνηση καθοδηγείται σε συγκεκριμένες λωρίδες μέσω των νησίδων, ονομάζεται *κόμβος με διοχετευόμενη κυκλοφορία* ή *διαρρυθμισμένος* κόμβος (Σχήμα 28), ενώ οι νησίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την εξυπηρέτηση των πεζών, ή για τον έλεγχο της κυκλοφορίας (π.χ. φωτεινοί σηματοδότες). Εξ' ορισμού, η νησίδα μπορεί να οριοθετείται από κράσπεδο ή διαγραμμισμένη επιφάνεια (ψαροκόκαλο). Οι νησίδες, ιδιαίτερα έξω από δομημένες περιοχές, χρησιμεύουν κυρίως στο να διασαφηνίζουν την υποχρέωση αναμονής σε υποδεέστερους κλάδους κόμβων.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (86/200)

Σχήμα 28: Παράδειγμα διαρρυθμισμένου κόμβου [13]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (87/200)

- Σύμφωνα με τις "Σημειώσεις μαθήματος στο Ε.Μ.Π. Σχεδιασμός - Μελέτη - Λειτουργία Κόμβων" Β.Ψαριανός-Μ.Κονταράτος [12], η χρήση των νησίδων είναι ευρείας εφαρμογής στη μελέτη κόμβων για να εξυπηρετήσουν έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω σκοπούς:
  - αποφυγή των συγκρούσεων οχημάτων,
  - έλεγχο της γωνίας συμβολής ή μερισμού των κυκλοφοριακών ρευμάτων,
  - μείωση της υπερβολικής επιφάνειας του οδοστρώματος,
  - διευθέτηση της κίνησης και υπόδειξη της κατάλληλης χρήσης του κόμβου,
  - διευθετήσεις που να ευνοούν μια επικρατούσα κίνηση στροφής,
  - προστασία των πεζών,
  - προστασία και περιοχή στάσης των οχημάτων που διέρχονται από τον κόμβο και
  - τοποθέτηση των διατάξεων ελέγχου κυκλοφορίας (φωτεινή σηματοδότηση, στατική σήμανση, σήμανση μεταβλητών μηνυμάτων).

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (88/200)

- Οι νησίδες έχουν σχήμα είτε τριγωνικό (*τριγωνικές νησίδες*), είτε επίμηκες (*διαχωριστές οδοστρώματος*), και τοποθετούνται σε περιοχές που δε χρησιμοποιούνται από τα οχήματα. Οι διαστάσεις τους εξαρτώνται από το συγκεκριμένο κόμβο μελέτης. Οι νησίδες πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται έτσι ώστε:
  - να μειώνουν τον κίνδυνο για τα οχήματα,
  - να έχουν σχετικά μικρό κόστος κατασκευής και συντήρησης,
  - να καταλαμβάνουν ελάχιστο χώρο της οδού και
  - να είναι αρκετά επιβλητικές ώστε οι οδηγοί να μη διέρχονται πάνω από αυτές.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (89/200)

- Οι λεπτομέρειες σχετικά με τις νησίδες εξαρτώνται από τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν και πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι σύμφωνα με τις ακόλουθες γενικές αρχές:
  - Οι νησίδες με κράσπεδο είναι μερικές φορές δύσκολο να γίνουν αντιληπτές τη νύχτα εξαιτίας της θάμβωσης από τα φώτα των οχημάτων που κινούνται στο αντίθετο ρεύμα ή από παρόδια καταστήματα. Επομένως, όπου χρησιμοποιούνται νησίδες με κράσπεδο θα πρέπει να υπάρχει επαρκής φωτισμός.
  - Είναι προτιμότερες οι βαμμένες νησίδες (διαγράμμιση επιφάνειας οδοστρώματος) αντί αυτών με κράσπεδο, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες όπως: σε ελαφρώς αναπτυγμένες περιοχές, σε κόμβους όπου οι ταχύτητες είναι σχετικά υψηλές, σε περιοχές όπου υπάρχει μειωμένη κίνηση πεζών, όπου δεν παρέχεται επαρκής φωτισμός και όπου δεν απαιτούνται πινακίδες ή φωτεινοί σηματοδότες στη νησίδα. Σε ορισμένους κόμβους μπορεί να είναι επιθυμητή η ταυτόχρονη χρήση νησίδων με κράσπεδο και ο χρωματισμός επιφανειών αποκλεισμού.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (90/200)

- Γενικά, οι νησίδες μπορούν να καταταγούν, ανάλογα με τη στοιχειώδη λειτουργία την οποία εξυπηρετούν, στις παρακάτω κατηγορίες:
  - *Νησίδες διοχέτευσης κυκλοφορίας* – για τον έλεγχο και την υπόδειξη της κατεύθυνσης των κινήσεων των οχημάτων, συνήθως τη στροφή,
  - *Διαχωριστικές νησίδες* – για το διαχωρισμό αντίθετης ή ίδιας κατεύθυνσης κυκλοφορίας, συνήθως διερχομένων κινήσεων,
  - *Νησίδες πεζών* – για να προσφέρουν χώρο προσωρινής στάσης για τους πεζούς.
- Συνήθως, οι νησίδες ανήκουν σε δύο ή περισσότερες από τις παραπάνω κατηγορίες, οπότε και συνδυάζουν τις λειτουργίες τους.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (91/200)

Νησίδες διοχέτευσης κυκλοφορίας

- Έτσι χαρακτηρίζονται οι νησίδες που ελέγχουν και διαχωρίζουν τις κινήσεις των οχημάτων και πρέπει να κατευθύνουν τους οδηγούς στην κατάλληλη λωρίδα.
- Η σύγχυση των οδηγών, όσον αφορά τις κινήσεις των οχημάτων, που οφείλονται στις εκτεταμένες επιφάνειες οδοστρώματος, μπορούν να περιοριστούν με τον αποκλεισμό των περιοχών, που δεν χρησιμοποιούνται από τα οχήματα.
- Οι νησίδες διοχέτευσης κυκλοφορίας θα πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να είναι άμεσα προφανείς οι λωρίδες, που πρέπει να ακολουθήσουν οι οδηγοί μετά την έξοδό τους από τον κόμβο, ενώ τα περιγράμματα των νησίδων θα πρέπει να είναι ομαλές καμπύλες ή ευθείες γραμμές, σχεδόν παράλληλες στον άξονα του δρόμου.
- Οι οδηγοί δε θα πρέπει να αντικρίζουν ξαφνικά εμπόδια. Οι νησίδες που συναντώνται πρώτες από το κυκλοφοριακό ρεύμα θα πρέπει να υποδεικνύονται από μια σταδιακά διαπλατυνόμενη διαγραμμισμένη περιοχή, η οποία καθοδηγεί την κυκλοφορία στη μια πλευρά της νησίδας.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (92/200)

- Κόμβοι με πολλαπλές λωρίδες στροφής μπορεί να απαιτούν τρεις ή περισσότερες νησίδες για την καθοδήγηση των κινήσεων. Υπάρχει, όμως, ένα πρακτικό όριο στη χρήση πολλαπλών νησίδων για τη διοχέτευση της κυκλοφορίας. Ένα σύνολο από νησίδες που καθοδηγούν σε διάφορες λωρίδες μιας κατεύθυνσης μπορεί να προκαλέσουν σύγχυση και να έχουν σαν αποτέλεσμα λανθασμένη είσοδο σε λωρίδα μιας κατεύθυνσης από την αντίθετη κυκλοφορία. Ο κίνδυνος της πολλαπλότητας υποδηλώνει ότι λίγες μεγάλες νησίδες είναι προτιμότερες από ένα μεγάλο αριθμό μικρότερων νησίδων.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (93/200)

- Γενικά η κατασκευή νησίδων ενδείκνυται σε περιοχές, όπου διερχόμενες και στρέφουσες κινήσεις είναι συχνές. Έχει όμως παρατηρηθεί ότι σε κόμβους οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο, η χρήση νησίδων αμφισβητείται κι έχει αποδειχθεί επικίνδυνη. Το φαινόμενο αυτό έχει κυρίως παρατηρηθεί σε αγροτικές περιοχές και απομονωμένες τοποθεσίες, όπου είχαν σχεδιαστεί μικρές νησίδες με κράσπεδο, έτσι στις περιοχές αυτές είναι προτιμότερο να διαγραμμίζεται το οδόστρωμα. Η επιλογή νησίδων με κράσπεδο πρέπει να γίνεται με προσοχή σε οδούς πολλών λωρίδων και σε σημαντικούς κόμβους οδών δύο λωρίδων.
- Σε κατοικημένες περιοχές, ή κοντά σε αυτές, όπου οι ταχύτητες είναι μικρές και οι οδηγοί είναι συνηθισμένοι σε τέτοιου είδους ρυθμίσεις, η καθοδήγηση της κυκλοφορίας με κράσπεδα λειτουργεί σωστά [1].

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (94/200)

Διαχωριστικές νησίδες

- Οι διαχωριστικές νησίδες κατασκευάζονται σε κόμβους για να ειδοποιούν τους οδηγούς για τη διασταύρωση που θα συναντήσουν μπροστά τους, καθώς και για να ρυθμίζουν την κυκλοφορία στους κόμβους. Αυτές οι νησίδες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές στον έλεγχο των αριστερών στροφών σε κόμβους οξείας γωνίας και σε τοποθεσίες όπου παρέχονται ξεχωριστές λωρίδες για τη δεξιά στροφή.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (95/200)

Νησίδες πεζών

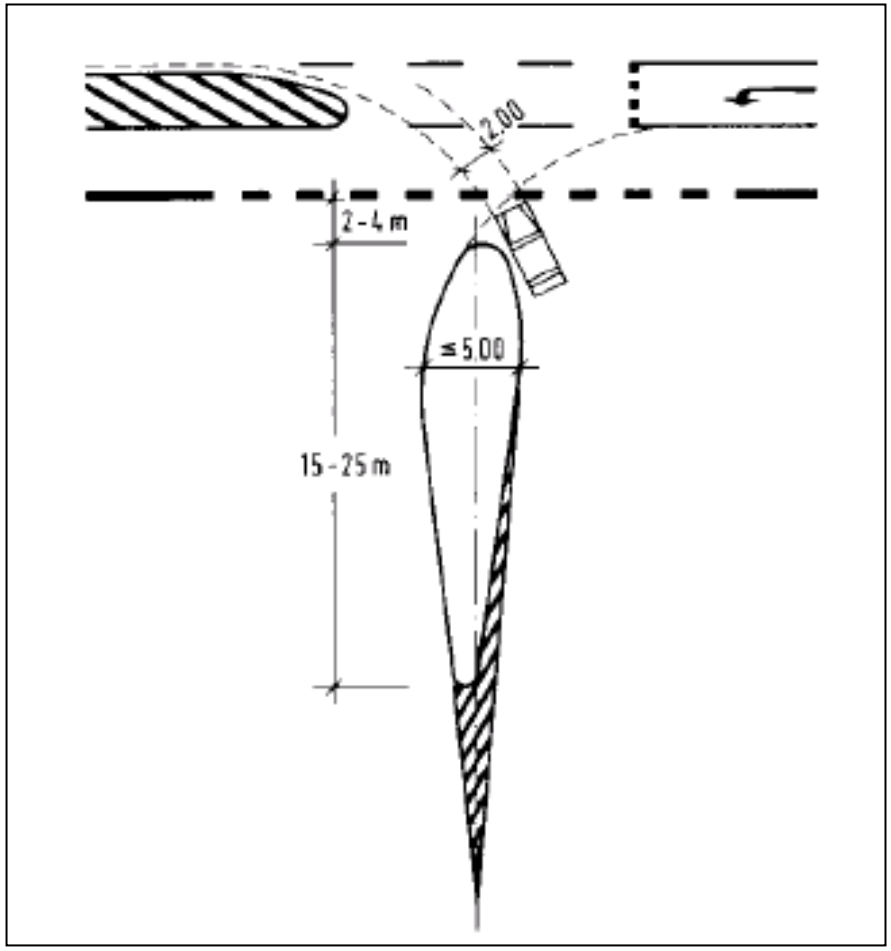
- Οι νησίδες των πεζών βρίσκονται κοντά στις διαβάσεις, για να εξασφαλίσουν από κοινού την ασφαλή διέλευση των πεζών, που επιθυμούν να διασχίσουν μια οδό. Νησίδες για τους πεζούς που διασχίζουν μία οδό μεγάλου πλάτους ή επιβιβάζονται / αποβιβάζονται σε μέσα κυκλοφορίας χρησιμοποιούνται κυρίως σε κατοικημένες περιοχές. Η θέση και το πλάτος των διαβάσεων, η θέση και το μέγεθος των ζωνών επιβίβασης και αποβίβασης επηρεάζουν το μέγεθος και τη θέση των νησίδων πεζών. Τόσο στις αγροτικές, όσο και στις κατοικημένες περιοχές, πολλές νησίδες που αρχικά σχεδιάστηκαν για διοχέτευση κυκλοφορίας χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα και σαν νησίδες πεζών, ενώ κατασκευαστικά είναι απαραίτητη η ύπαρξη κρασπέδων.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (96/200)

- Οι νησίδες διακρίνονται βάσει της *γεωμετρίας* τους ως εξής:
- Οι ***διαχωριστές οδοστρώματος*** χωρίζονται σε τέσσερις βασικές μορφές για κόμβους μέσα και έξω από δομημένες περιοχές, όπως φαίνεται και στα σχήματα που ακολουθούν.

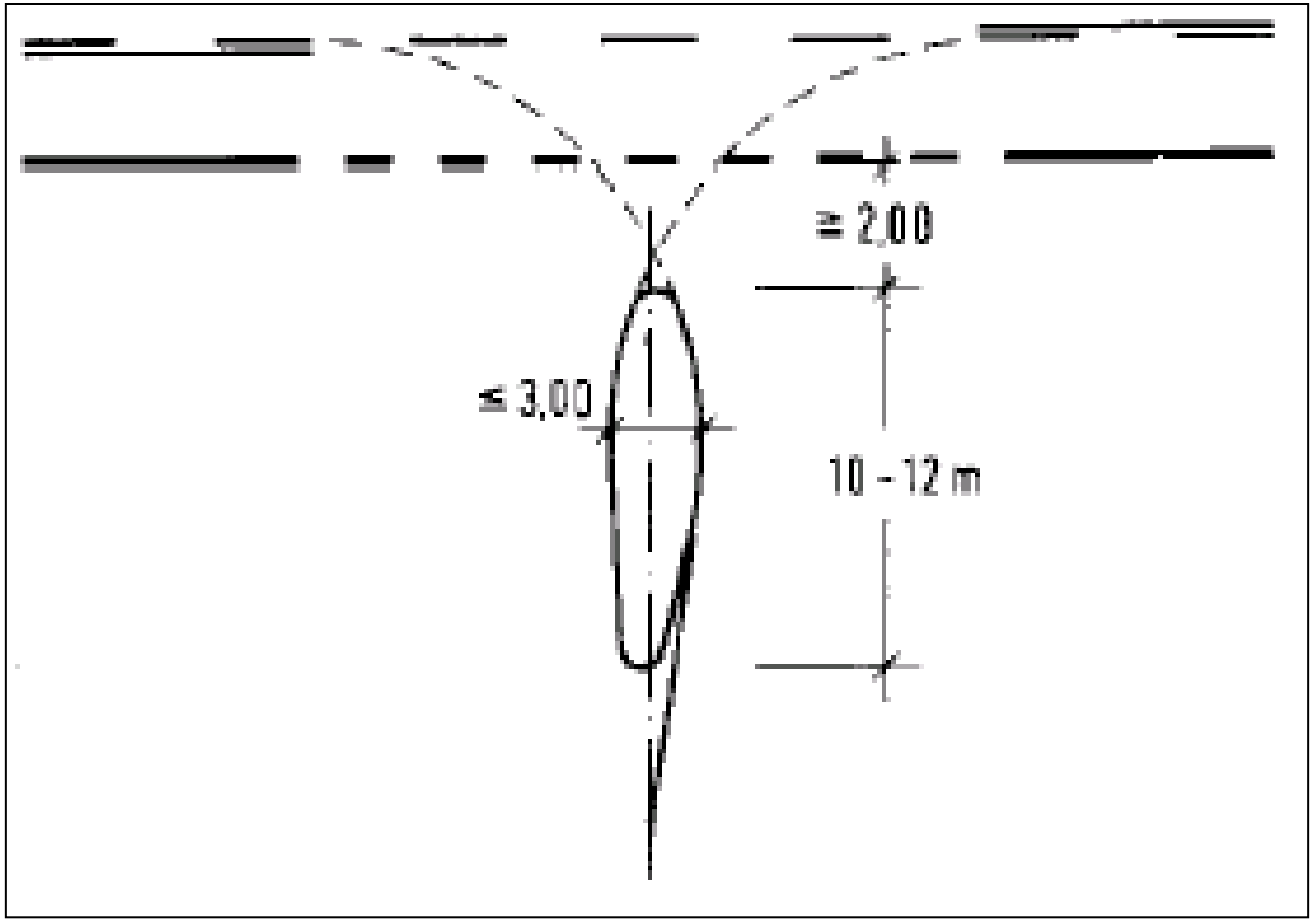
1. Μεγαλύτεροι διαχωριστές οδοστρώματος (σταγόνες) σε υποδεέστερους δρόμους έξω από δομημένες περιοχές (Σχήμα 29).
2. Μικρότεροι διαχωριστές οδοστρώματος (σταγόνες) σε υποδεέστερους δρόμους έξω από δομημένες περιοχές (Σχήμα 30).
3. Διαχωριστές οδοστρώματος ως υποβοηθητικό μέσο διάσχισης, σε κλάδους κόμβων υποδεέστερων και υπέρτερων δρόμων μέσα σε δομημένες περιοχές (σχήμα 31).
4. Διαχωριστές οδοστρώματος ως υποβοηθητικό μέσο διάσχισης σε κλάδους κόμβων υπέρτερων δρόμων μέσα σε δομημένες περιοχές (σχήμα 32).

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (97/200)



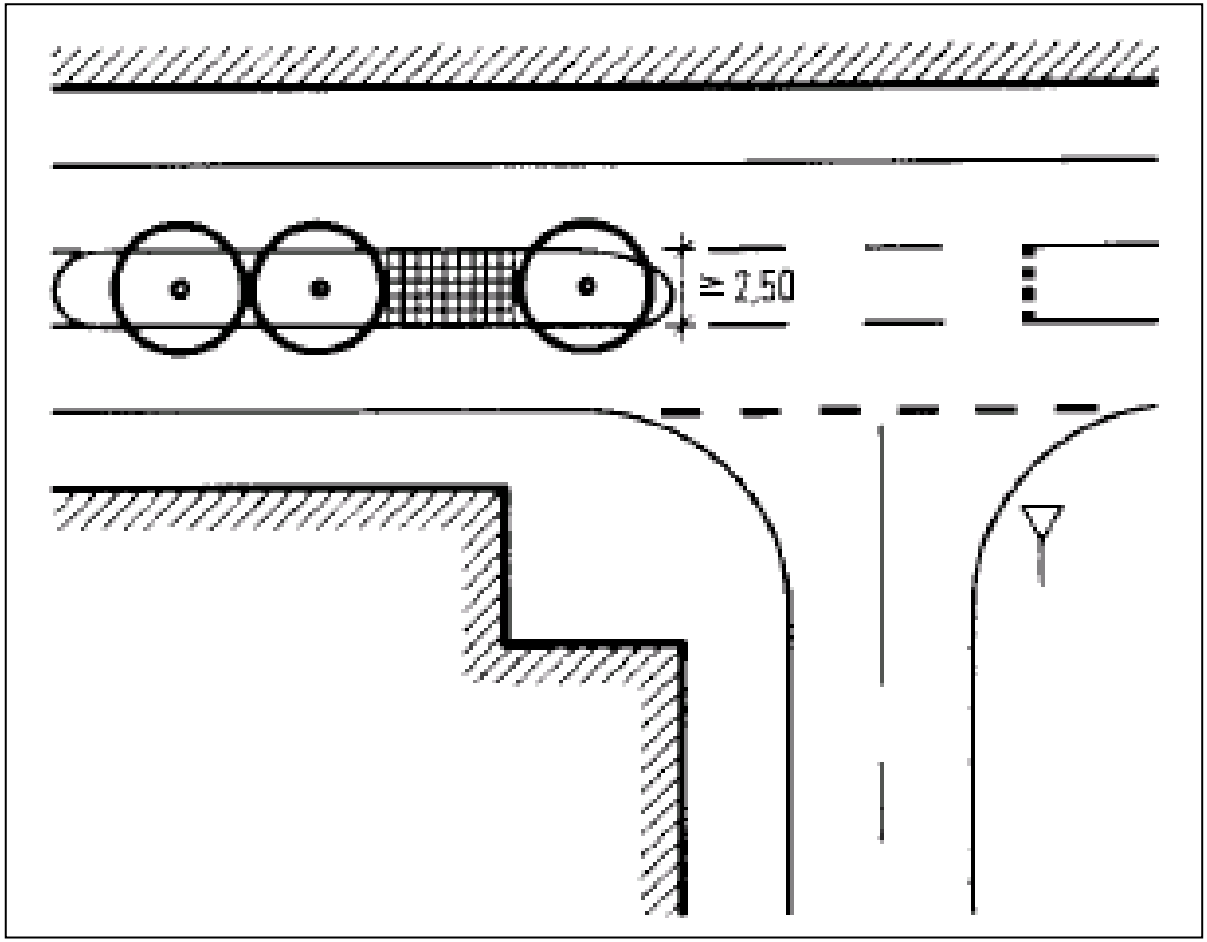
Σχήμα 29: Διαχωριστής οδοστρώματος έξω από δομημένες περιοχές (μορφή μεγάλης σταγόνας) [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (98/200)



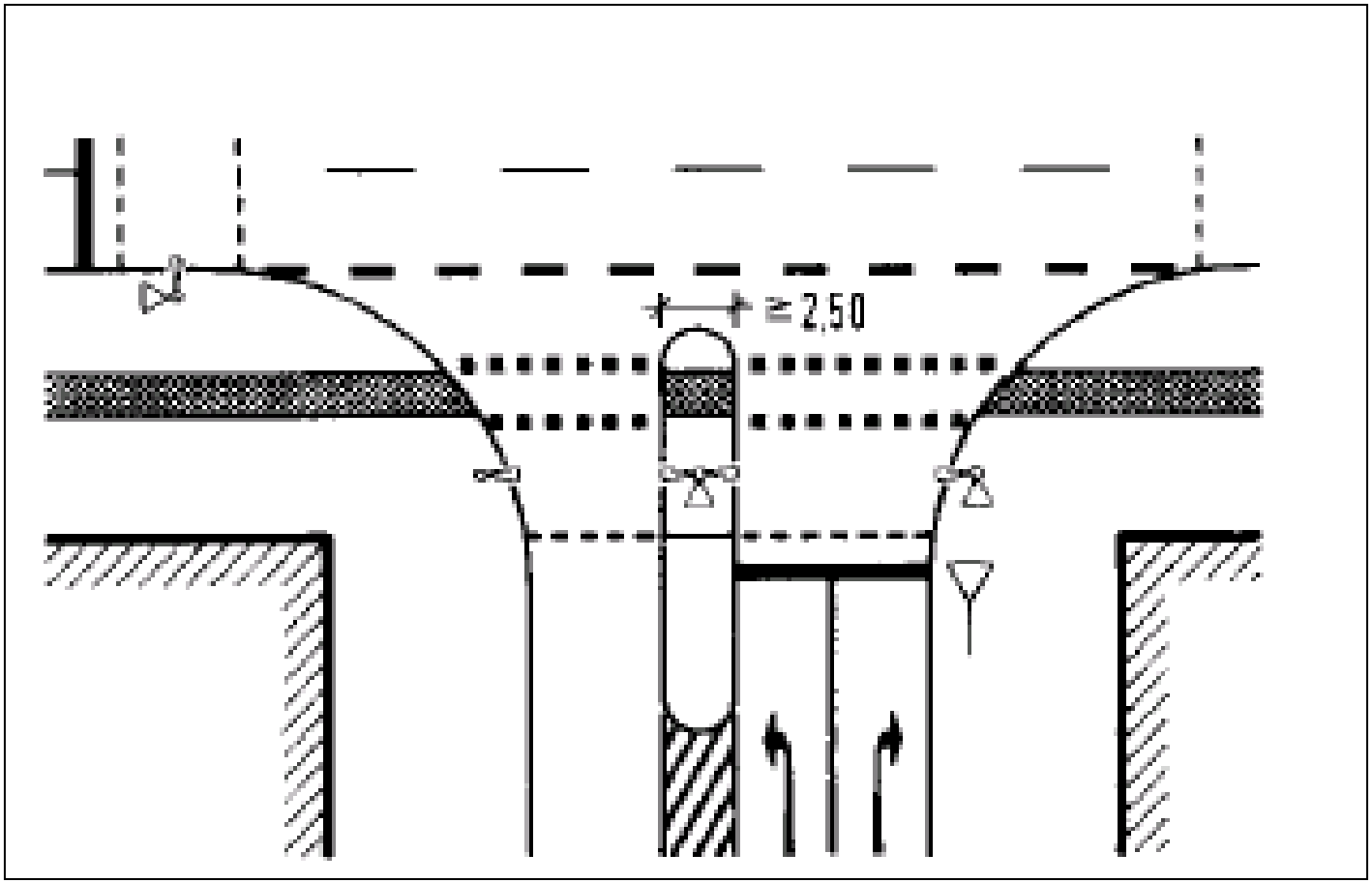
Σχήμα 30: Διαχωριστής οδοστρώματος έξω από δομημένες περιοχές (μορφή μικρής σταγόνας) [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (99/200)



Σχήμα 31: Διαχωριστής οδοστρώματος μέσα σε δομημένες περιοχές σε υπέρτερους κλάδους κόμβων [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (100/200)

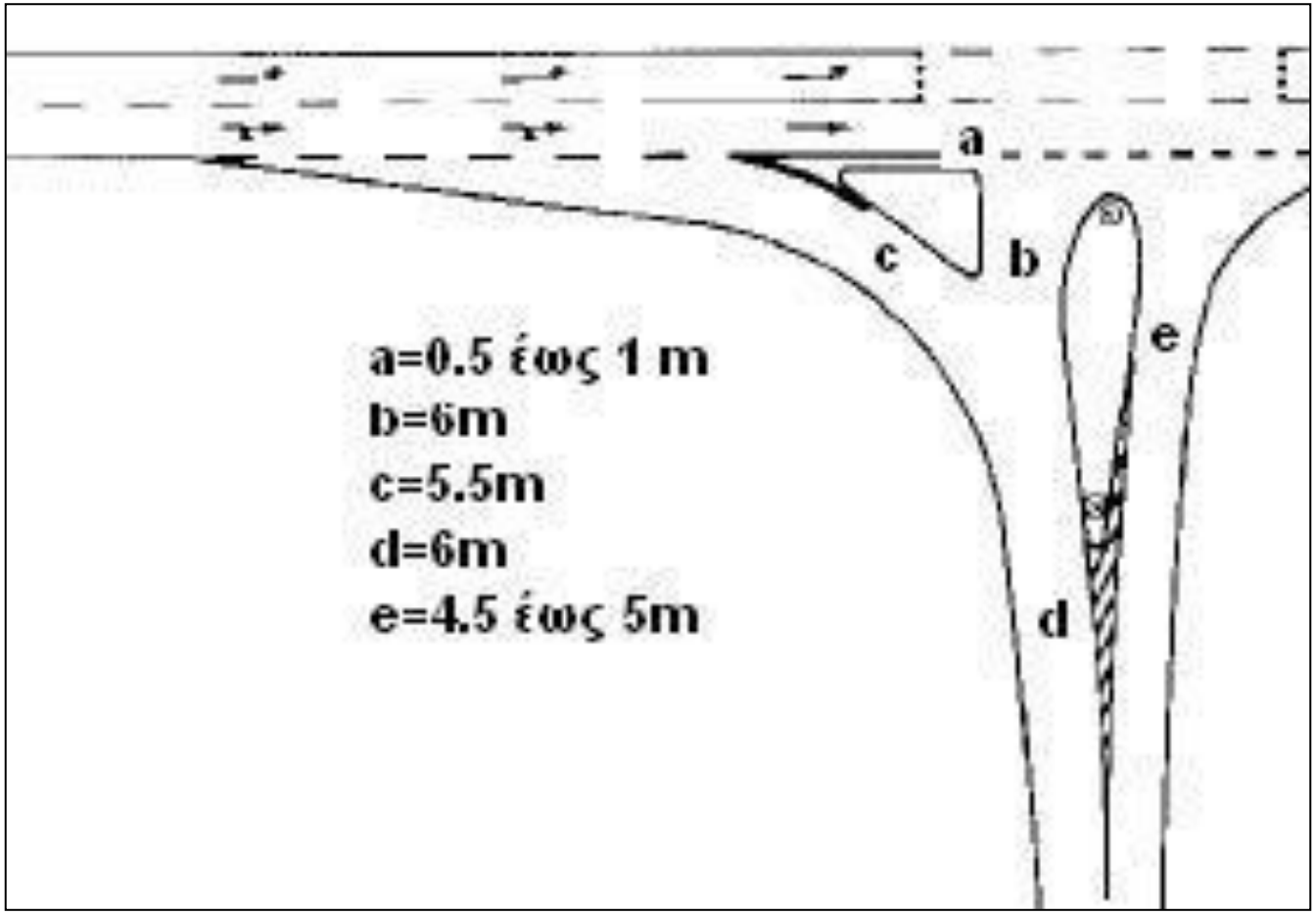


Σχήμα 32: Διαχωριστής οδοστρώματος μέσα σε δομημένες περιοχές σε υπέρτερους ή υποδεέστερους κλάδους κόμβων [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (101/200)

- Έξω από δομημένες περιοχές πρέπει να προβλέπονται διαχωριστές οδοστρώματος στους κλάδους του υποδεέστερου δρόμου του κόμβου, με τρόπο ώστε να ειδοποιούνται οι οδηγοί για την υποχρέωση αναμονής. Σε περιπτώσεις σχεδιασμού κόμβων με μεγάλη κυκλοφοριακή σημασία, συνιστάται η χρησιμοποίηση μεγαλύτερων σταγόνων, ιδιαίτερα στην περίπτωση ταυτόχρονης χρησιμοποίησης τριγωνικών νησίδων, για την εναρμόνιση με την χάραξη δεξιών στροφών εξόδου (Σχήμα 33). Εάν παραληφθούν οι τριγωνικές νησίδες αρκούν κατά κανόνα μικρές σταγόνες [1].

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (102/200)



Σχήμα 33: Προτεινόμενα πλάτη οδοστρωμάτων μεταξύ των νησίδων [17]

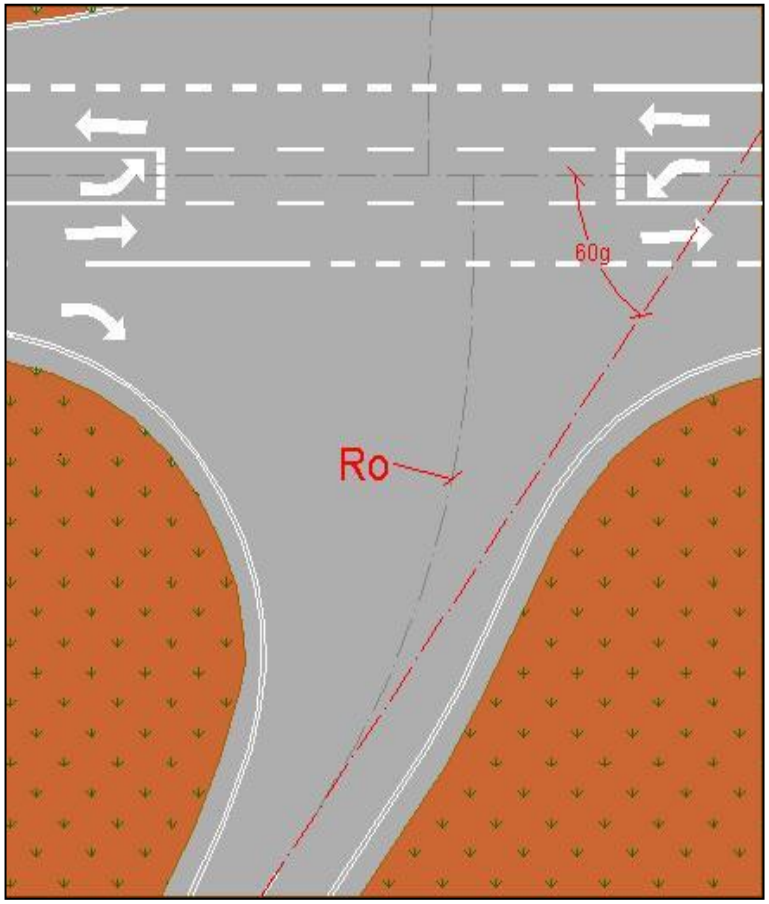
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (103/200)

- Οι γερμανικοί κανονισμοί RAS-K-1 [1] παρέχουν στον μελετητή έναν οδηγό σχεδιασμού των σταγόνων με τη μορφή βημάτων, για κάθε μια κατηγορία γωνίας συμβολής των οδών και μέγεθος της διαχωριστικής νησίδας. Στα σχήματα 29 και 30 φαίνονται τα όρια των τιμών των γεωμετρικών παραμέτρων χάραξης των σταγόνων, ενώ οι περιπτώσεις νησίδων μορφής σταγόνας, που θα περιγραφούν παρακάτω είναι οι εξής:

1. Κατασκευή *μεγάλης* σταγόνας για γωνία συμβολής **a < 80^g**.
2. Κατασκευή *μεγάλης* σταγόνας για γωνία συμβολής **80^g ≤ a ≤ 120^g**.
3. Κατασκευή *μεγάλης* σταγόνας για γωνία συμβολής **a > 120^g**,
4. Κατασκευή *μικρής* σταγόνας για γωνία συμβολής **a < 80^g**,
5. Κατασκευή *μικρής* σταγόνας για γωνία συμβολής **80^g ≥ a ≥ 120^g**.
6. Κατασκευή *μικρής* σταγόνας για γωνία συμβολής **a > 120^g**.

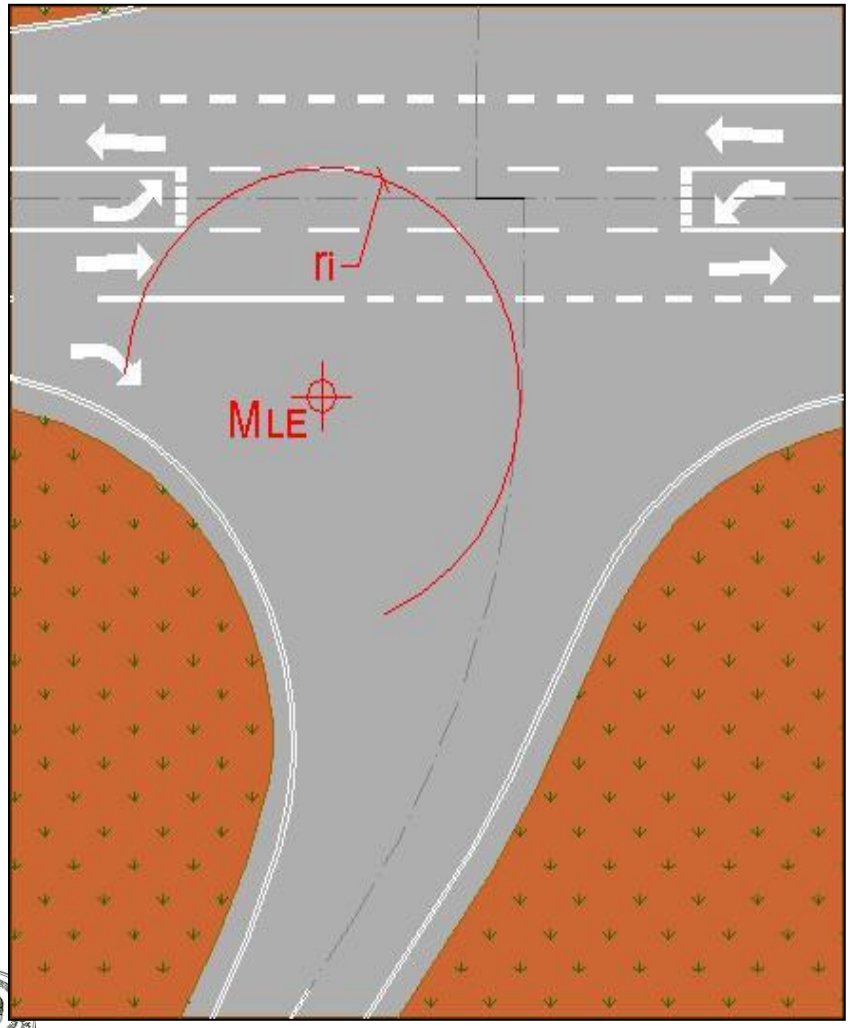
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (104/200)

Κατασκευή μεγάλης σταγόνας για γωνία συμβολής a<80^g



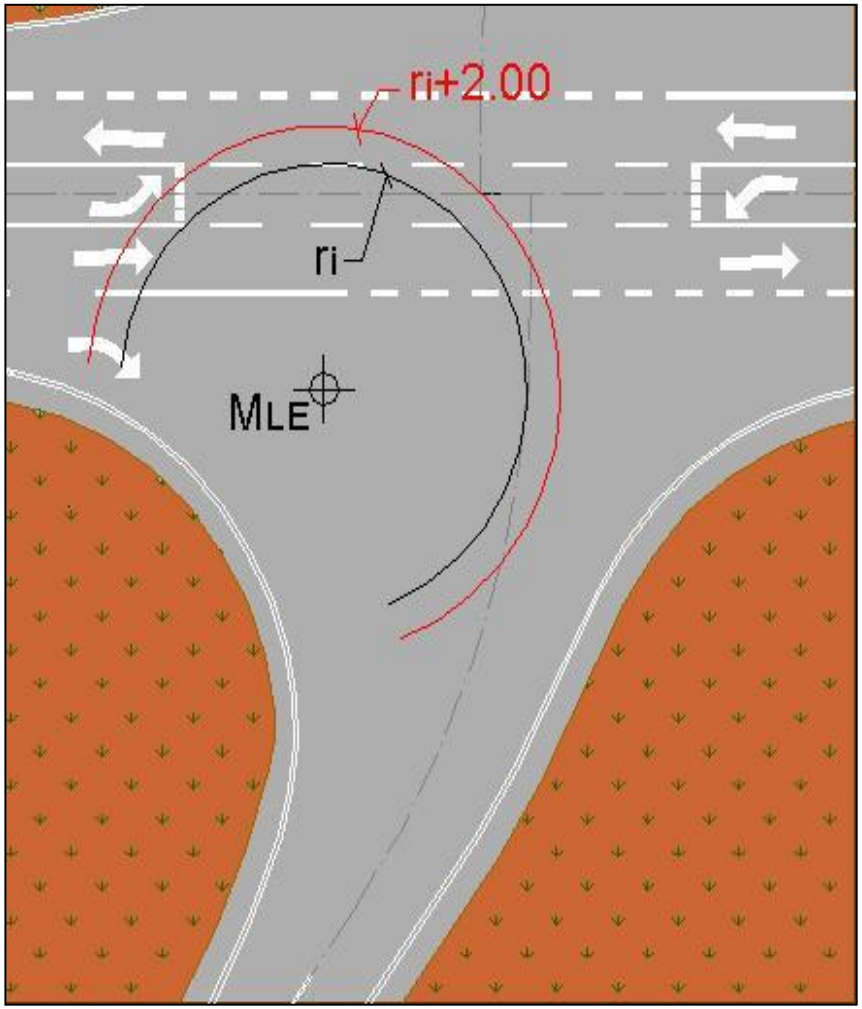
Βήμα 1: Επειδή η γωνία συμβολής των οδών είναι **<80^g**, κάμπτεται ο αρχικός άξονας του υποδεέστερου κλάδου του κόμβου με ακτίνα **Ro≥50m**, ώστε ο κεκαμμένος πλέον άξονας να συναντά κάθετα το άκρο του υπέρτερου δρόμου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (105/200)



Βήμα 2: Σχεδιάζεται κυκλικό τόξο στο εσωτερικό όριο της πορείας του οχήματος, που στρέφει αριστερά για είσοδο. Το κυκλικό αυτό τόξο εφάπτεται από το ένα μέρος στον κεκαμμένο άξονα του δευτερεύοντος κλάδου του κόμβου και από την άλλη, στην εξωτερική ακμή της λωρίδας εξόδου από την υπέρτερη οδό. Η τιμή του κυκλικού αυτού τόξου $\mathbf{r_i}$, με κέντρο το $\mathbf{M_{LE}}$ προκύπτει από το παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 34).

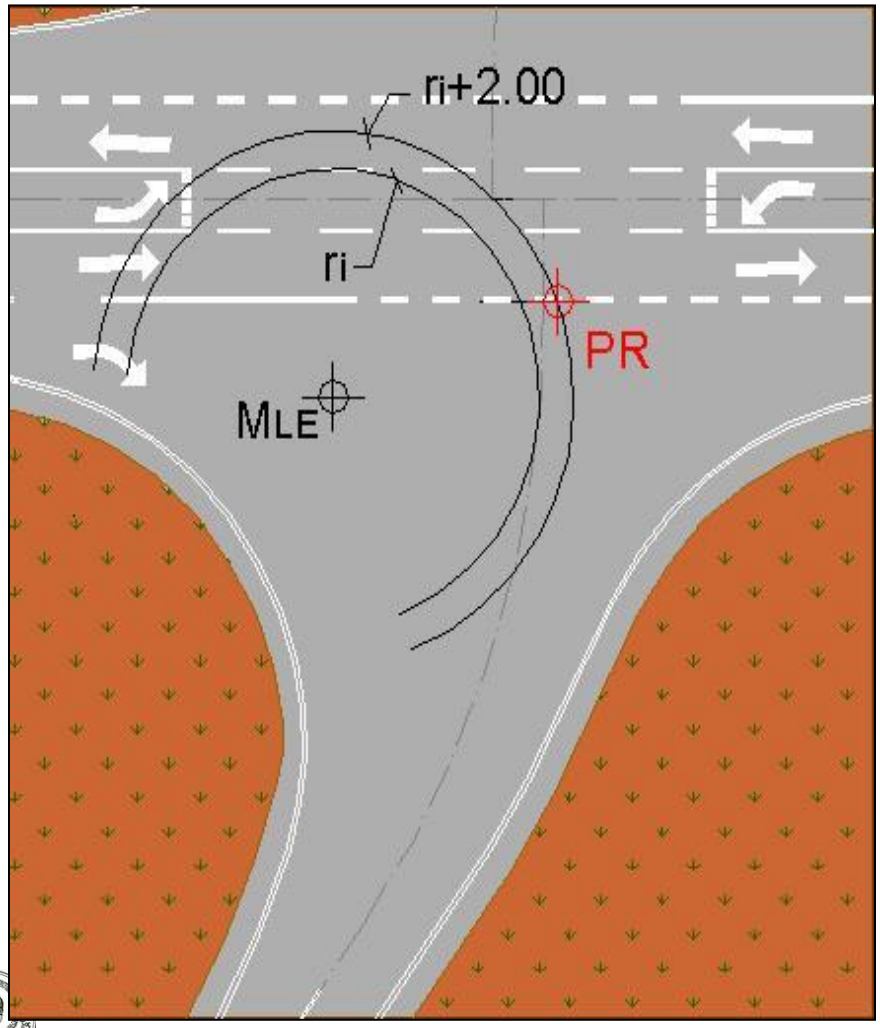
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (106/200)



Βήμα 3: Σχεδιάζεται ένα κυκλικό τόξο με κέντρο πάλι το $\mathbf{M_{LE}}$, αλλά ακτίνα κατά **2m** μεγαλύτερη (**r_i+2,00**) από την ακτίνα του τόξου του προηγούμενου βήματος.

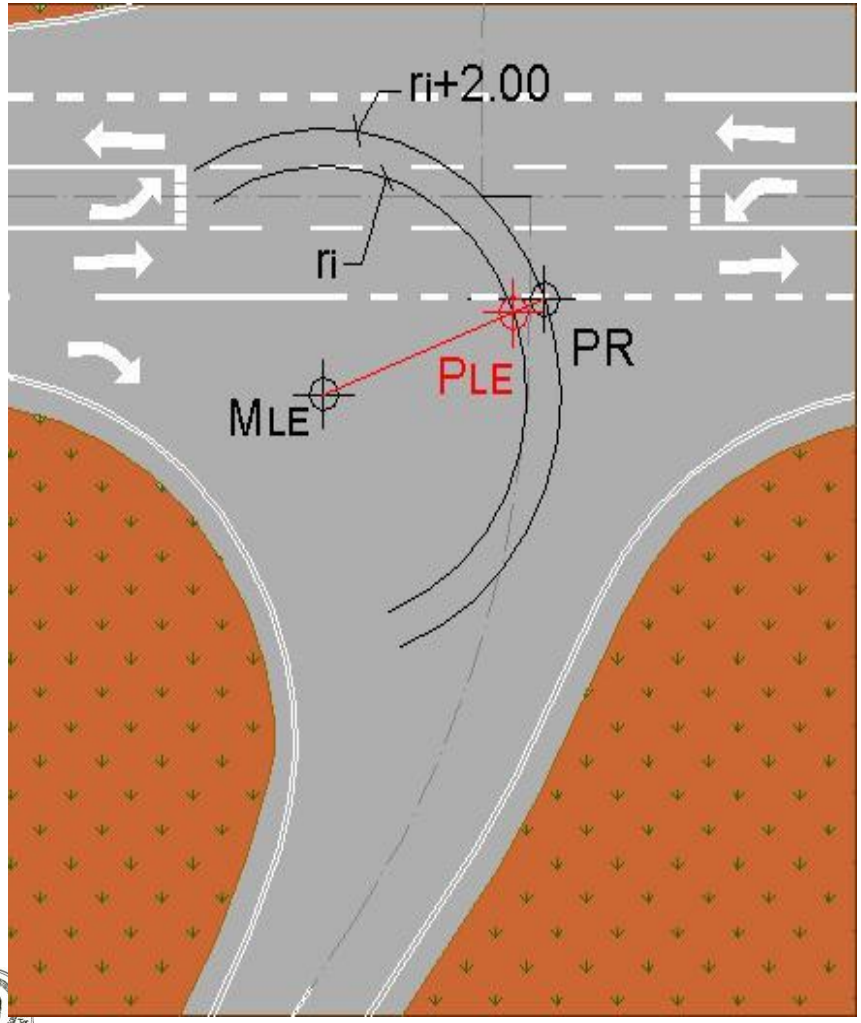
Σχήμα 34: Διάγραμμα ακτίνας στροφής εισόδου, συναρτήσει του πλάτους της υπέρτερης οδού [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (107/200)



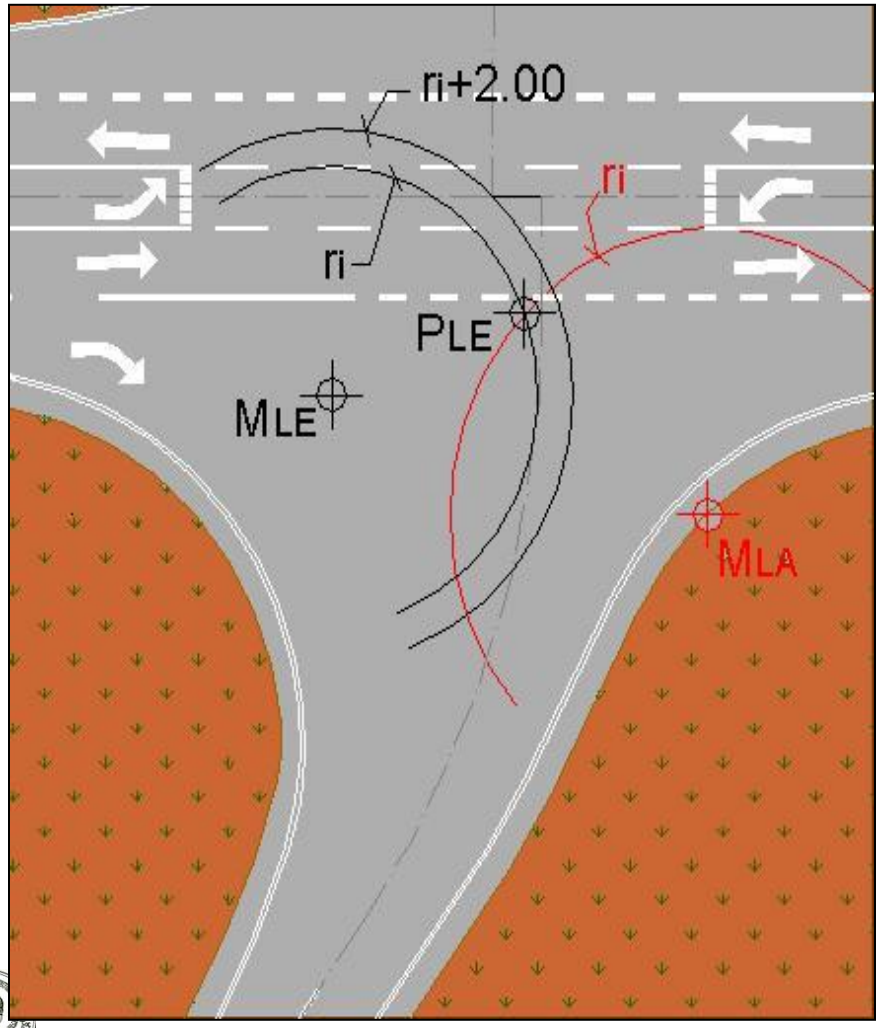
Βήμα 4: Προσδιορίζεται το σημείο **PR**, ως τομή του ορίου της υπέρτερης οδού και του κυκλικού τόξου ακτίνας $\mathbf{r_i}$**+2,00**, που περιγράφηκε στο βήμα 3.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (108/200)



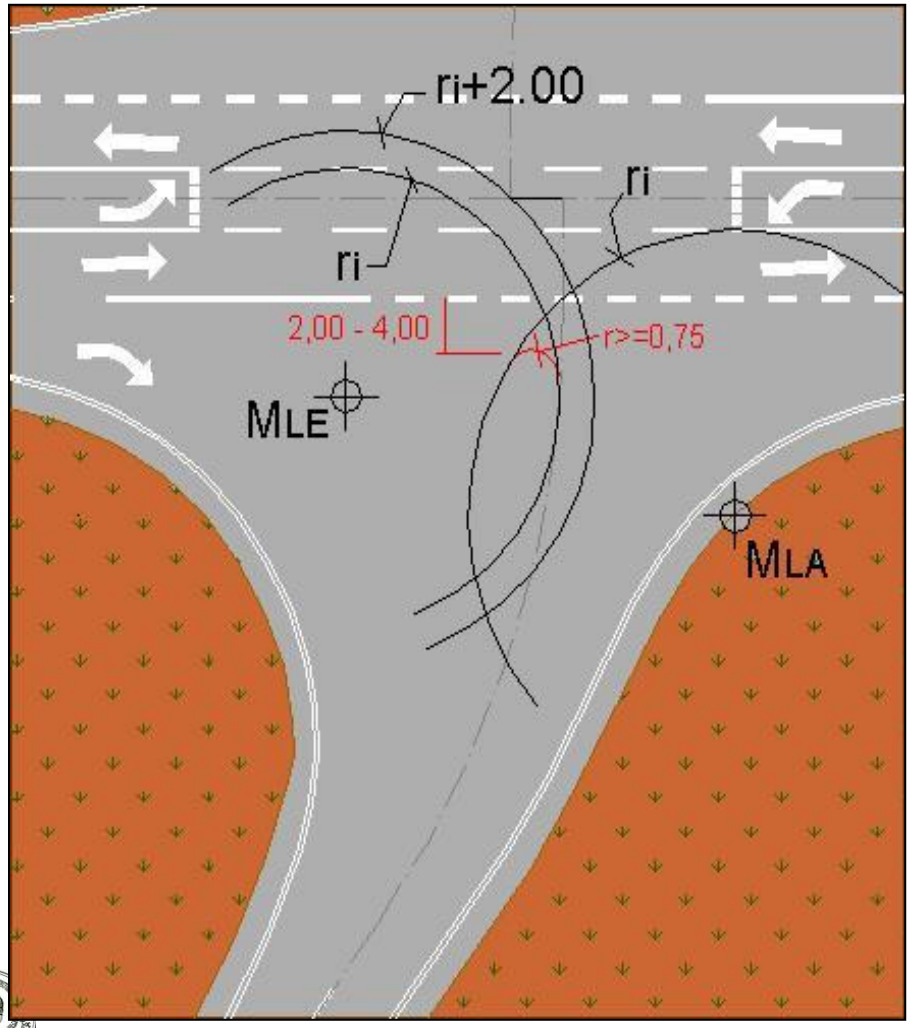
Βήμα 5: Προσδιορίζεται το σημείο $\mathbf{P_{LE}}$, ως τομή της ευθείας, που σχηματίζουν τα σημεία $\mathbf{M_{LE}}$ και **PR**, και του κυκλικού τόξου ακτίνας $\mathbf{r_i}$, που περιγράφηκε στο βήμα 2.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (109/200)



Βήμα 6: Κατασκευάζεται κυκλικό τόξο, το οποίο διέρχεται από το σημείο $\mathbf{P_{LE}}$ και ταυτόχρονα εφάπτεται στην εσωτερική άκρη εκείνης της λωρίδας εξόδου από την υπέρτερη οδό, από την οποία κάμπτεται για έξοδο. Η ακτίνα αυτού του κυκλικού τόξου είναι συνήθως τόσο μεγάλη, όσο και η ακτίνα στροφής εισόδου $\mathbf{r_i}$, αλλά πρέπει πάντοτε να εκλέγεται έτσι, ώστε η κεφαλή των νησίδων, μεταξύ των κυκλικών τόξων αυτού του βήματος και του βήματος 2, να μην είναι στενότερη από **1,50m** και πλατύτερη από **5,00m**.

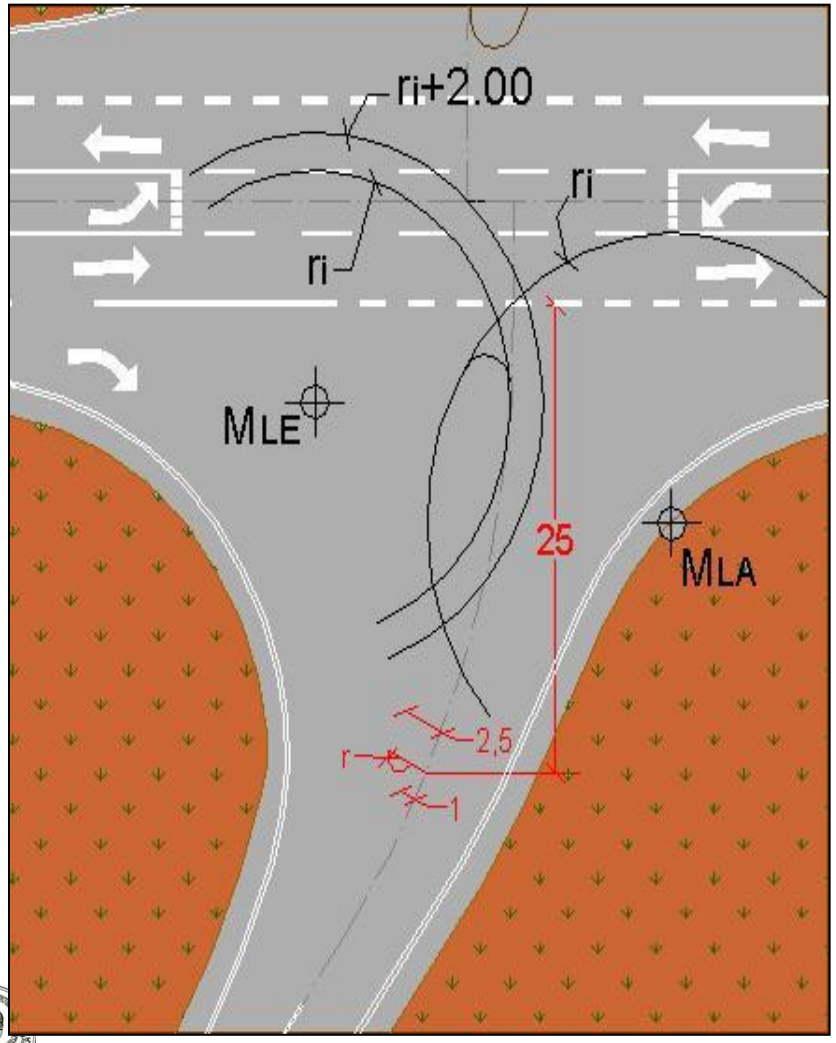
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (110/200)



Βήμα 7: Στρογγυλεύεται η κεφαλή της νησίδας με ακτίνα **r≥0,75m**, ενώ πρέπει παράλληλα η απόσταση της από το όριο της υπέρτερης οδού να είναι μεταξύ **2,00m** και **4,00m**.

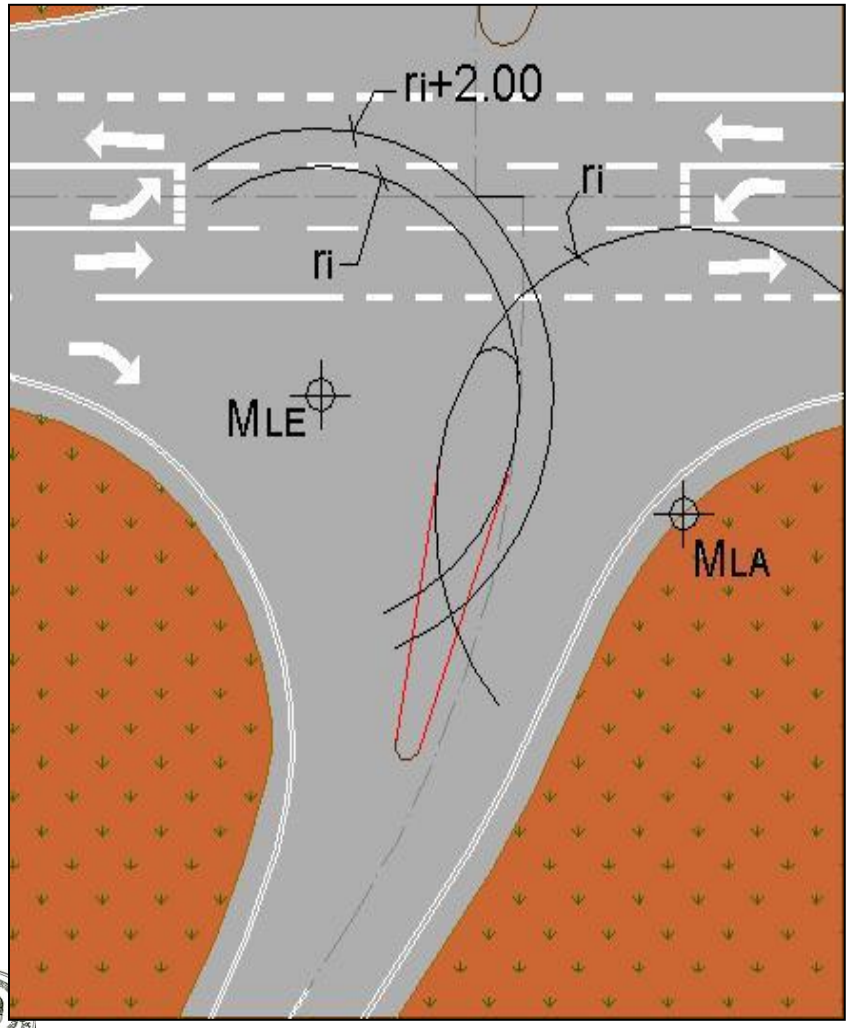
*Τα βήματα 3 έως 6 ονομάζονται «*δίμετρος κατασκευή*».

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (111/200)



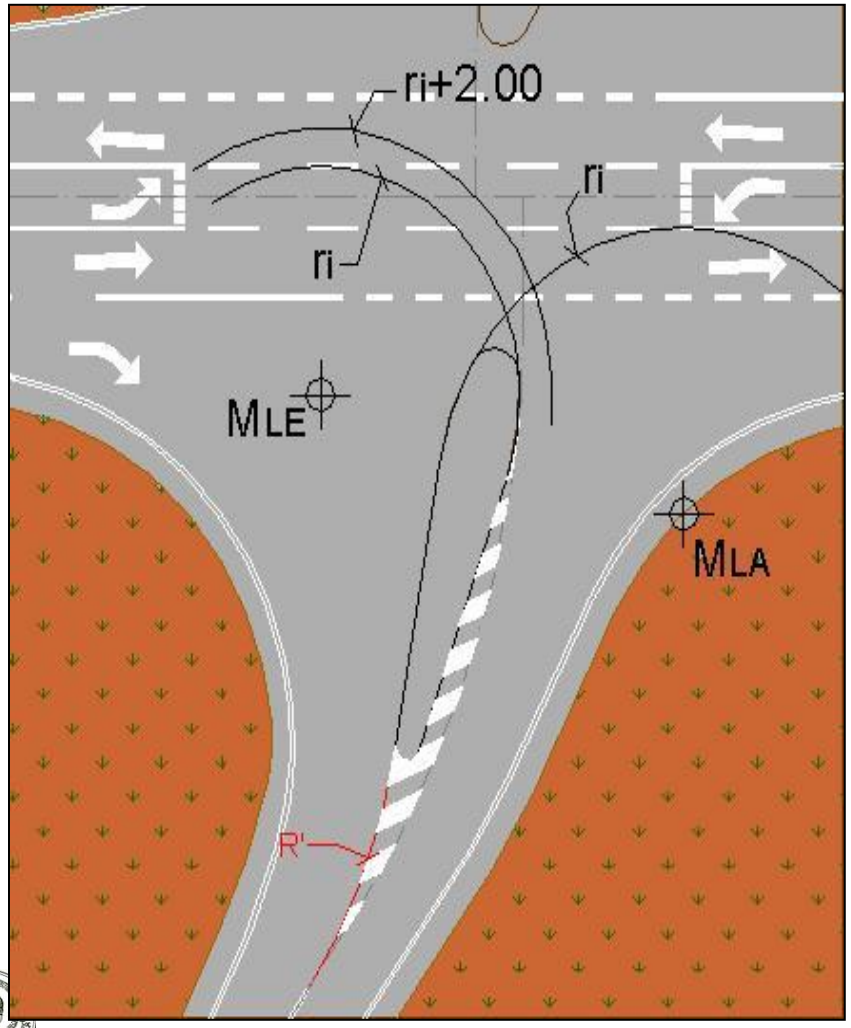
Βήμα 8: Η σταγόνα διαμορφώνεται σε μήκος **25m** περίπου. Η οπίσθια κεφαλή της σταγόνας μετατοπίζεται εκεί κατά **1,00m** προς τα αριστερά του κεκαμμένου άξονα και στρογγυλεύεται με **r=0,75m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (112/200)



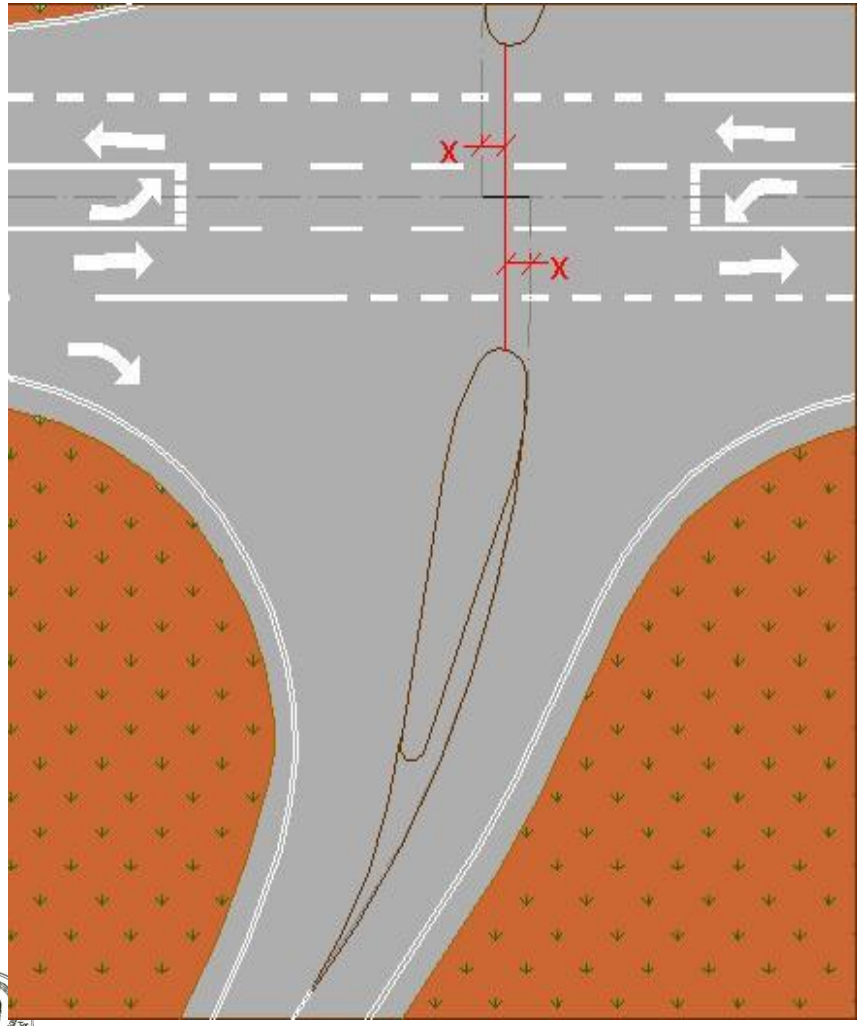
Βήμα 9: Σχεδιάζονται δύο ευθείες γραμμές, οι οποίες εφάπτονται από τη μια πλευρά στις εσωτερικές άκρες των λωρίδων αριστερής στροφής εξόδου και εισόδου (τόξα ακτίνας $\mathbf{r_i}$), και από τη άλλη στη στρογγύλευση της κεφαλής, που υπολογίσθηκε στο προηγούμενο βήμα.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (113/200)



Βήμα 10: Κατασκευάζεται ένα κυκλικό τόξο, το οποίο εφάπτεται, από τη μια πλευρά στον άξονα του υποδεέστερου κλάδου, και από την άλλη στην αριστερή ευθεία του βήματος 9, ώστε μεταξύ αυτής και του κεκαμμένου άξονα να μπορεί να διαγραμμιστεί, πριν τη σταγόνα, επιφάνεια αποκλεισμού μήκους **15m** περίπου.

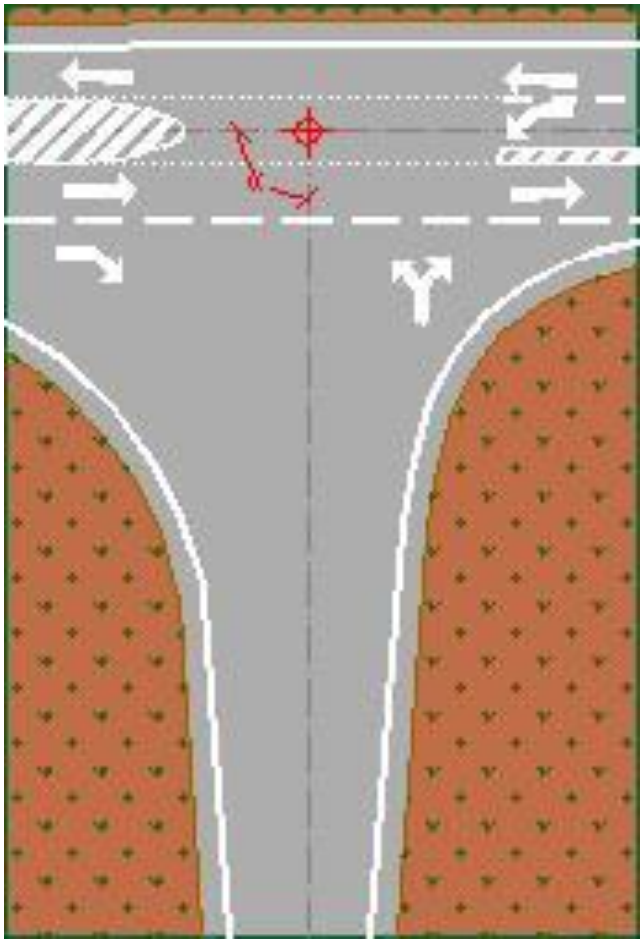
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (114/200)



Σημείωση: Στις διασταυρώσεις, η απέναντι νησίδα κατασκευάζεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, όμως πρέπει οι άξονες των υποδεέστερων κλάδων να είναι μετατοπισμένοι μεταξύ τους, κατά περίπου το πλάτος της νησίδας, έτσι ώστε οι σταγόνες να βρίσκονται ακριβώς απέναντι η μια στην άλλη.

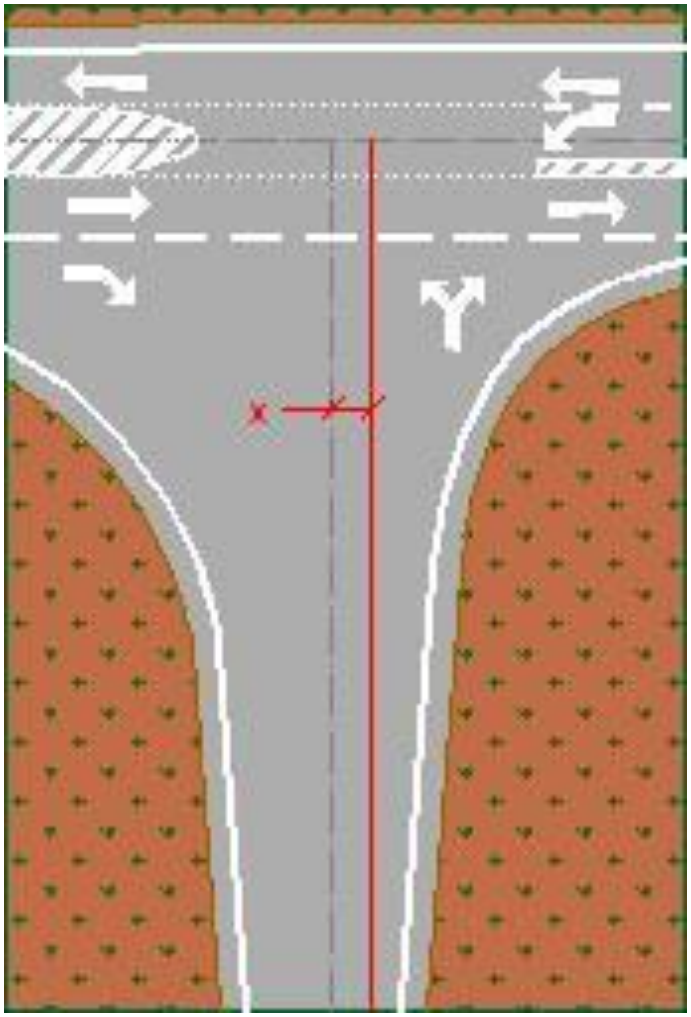
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (115/200)

Κατασκευή μεγάλης σταγόνας για γωνία συμβολής $80^g \leq a \leq 120^g$

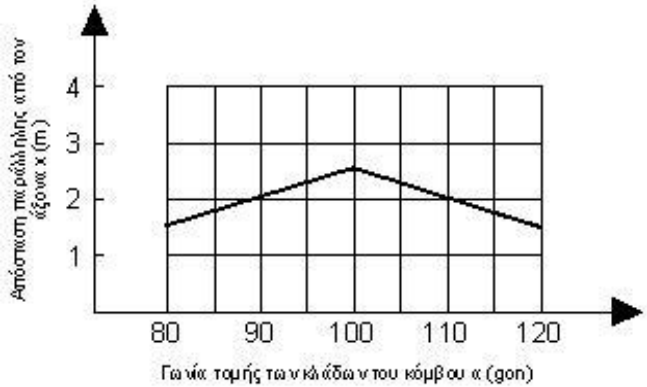


Βήμα 1: Ορίζεται το σημείο τομής του άξονα της πρωτεύουσας οδού με τον άξονα της δευτερεύουσας και επομένως η γωνία συμβολής τους **a**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (116/200)

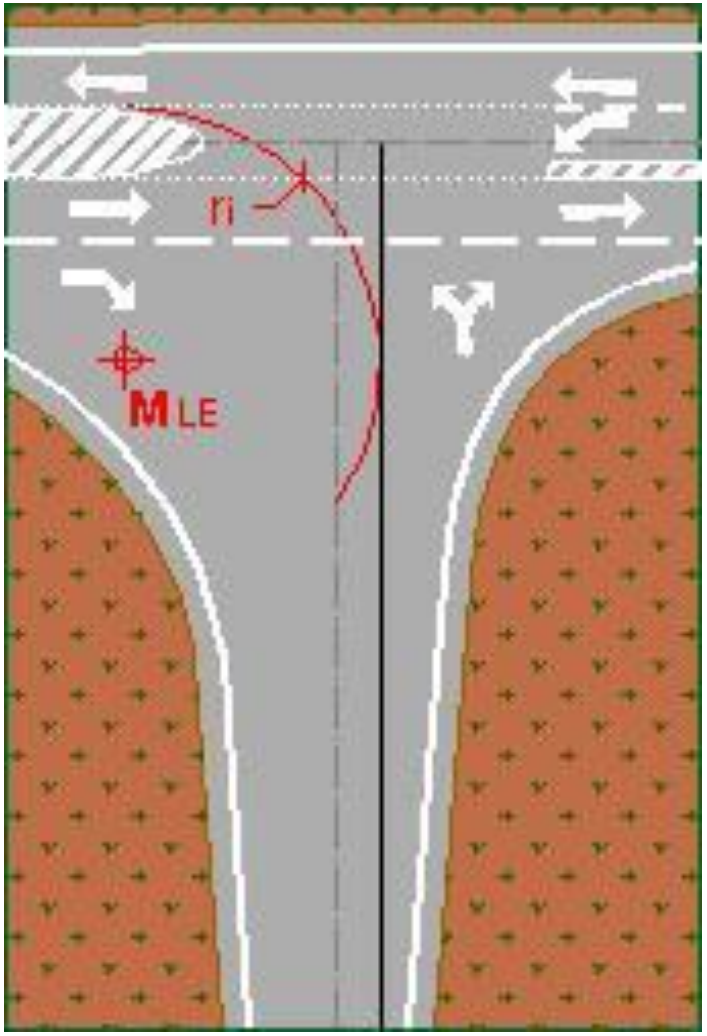


Βήμα 2: Μεταφέρεται μια παράλληλη στον άξονα της δευτερεύουσας οδού σε απόσταση **x** που ορίζεται από το παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 35).



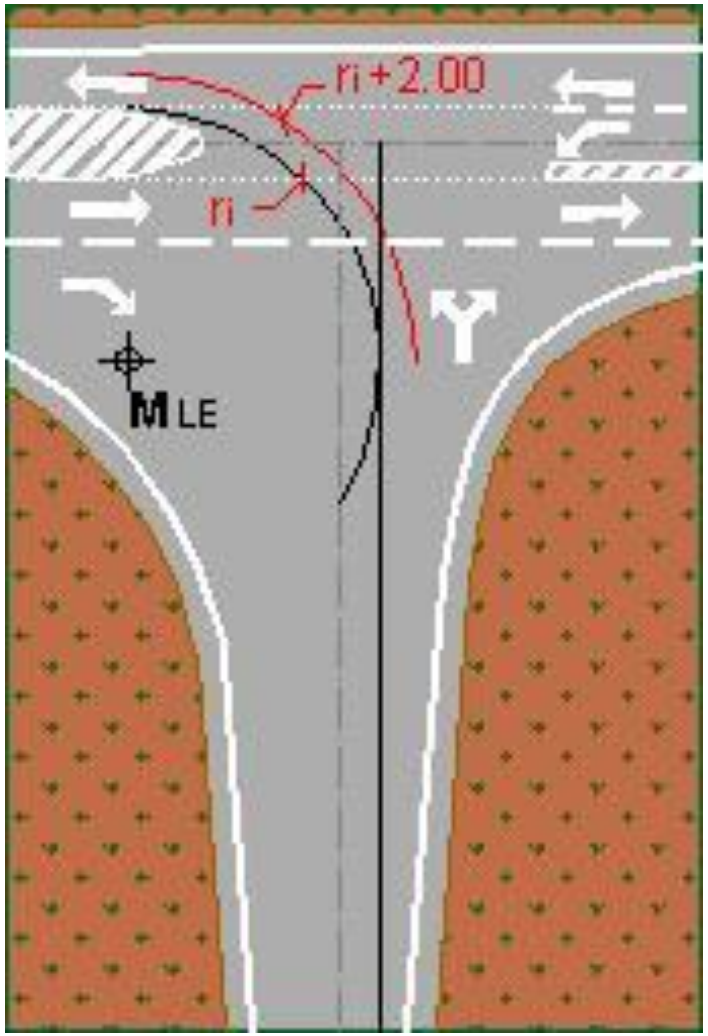
Σχήμα 35: Διάγραμμα απόστασης παράλληλης από τον άξονα της υποδεέστερης οδού, συναρτήσει της γωνίας συμβολής των κλάδων του κόμβου [1]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (117/200)



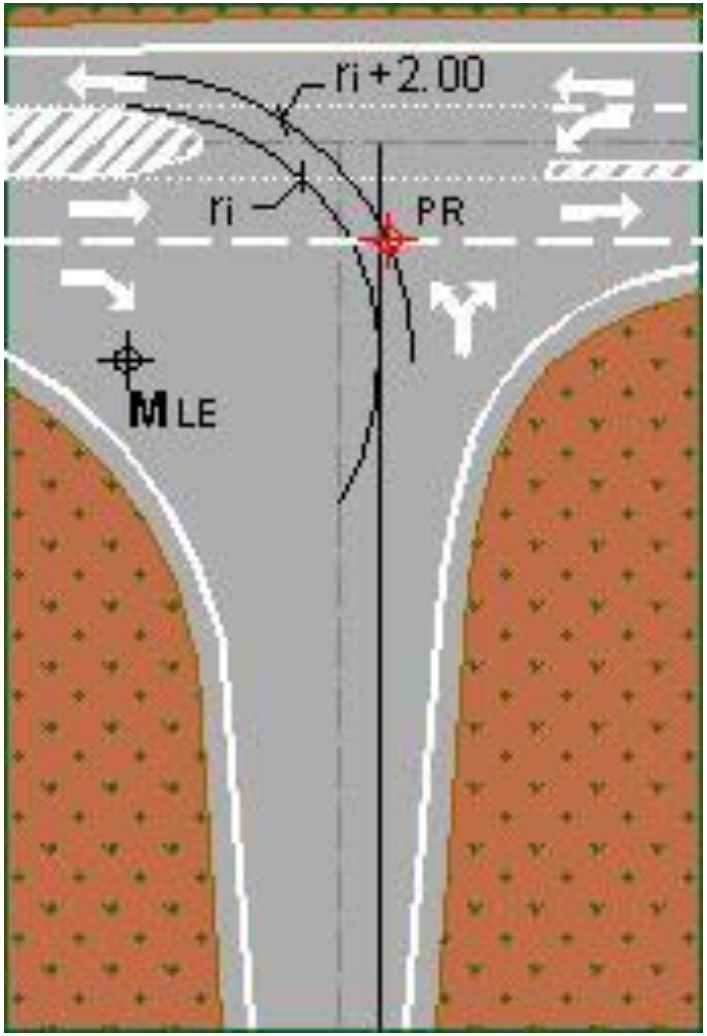
Βήμα 3: Κατασκευάζεται το εσωτερικό όριο της λωρίδας κυκλοφορίας για την αριστερή στροφή, χαράσσοντας κύκλο με ακτίνα $\mathbf{r_i}$ εφαπτομενικά, τόσο στην παράλληλη στον άξονα (βήμα 2), όσο και στο εξωτερικό όριο της λωρίδας κυκλοφορίας της πρωτεύουσας οδού, στην οποία εισέρχεται στρίβοντας. Η ακτίνα $\mathbf{r_i}$ λαμβάνεται από το Σχήμα 34. Στην συνέχεια τοποθετείται το κέντρο $\mathbf{M_{LE}}$.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (118/200)



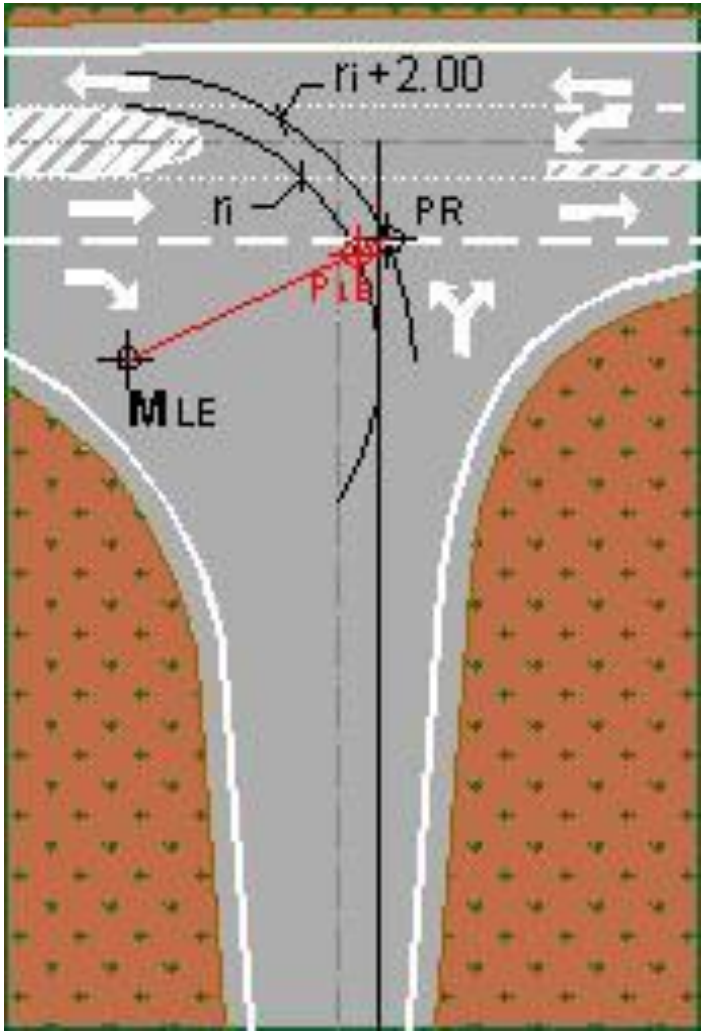
Βήμα 4: Σχεδιάζεται ένα κυκλικό τόξο με κέντρο πάλι το $\mathbf{M_{LE}}$, αλλά ακτίνα κατά **2m** μεγαλύτερη ($\mathbf{r_i}$**+2,00**) από την ακτίνα του τόξου του προηγούμενου βήματος.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (119/200)



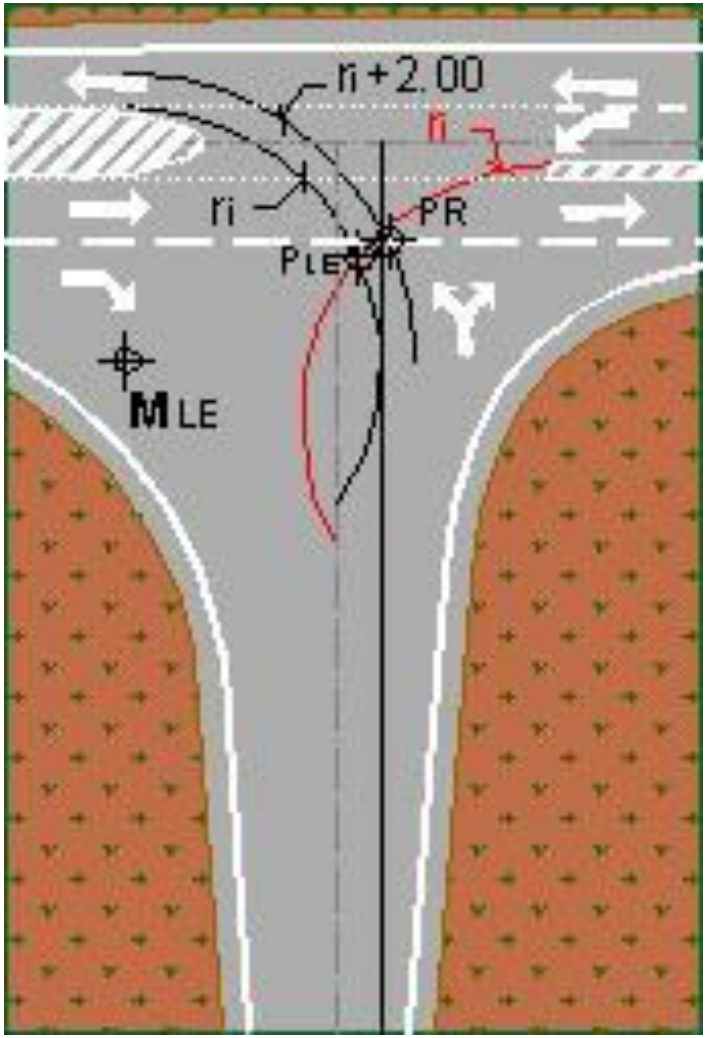
Βήμα 5: Προσδιορίζεται το σημείο **PR**, ως τομή του ορίου της υπέρτερης οδού και του κυκλικού τόξου ακτίνας **r_i+2,00**, που περιγράφηκε στο βήμα 4.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (120/200)



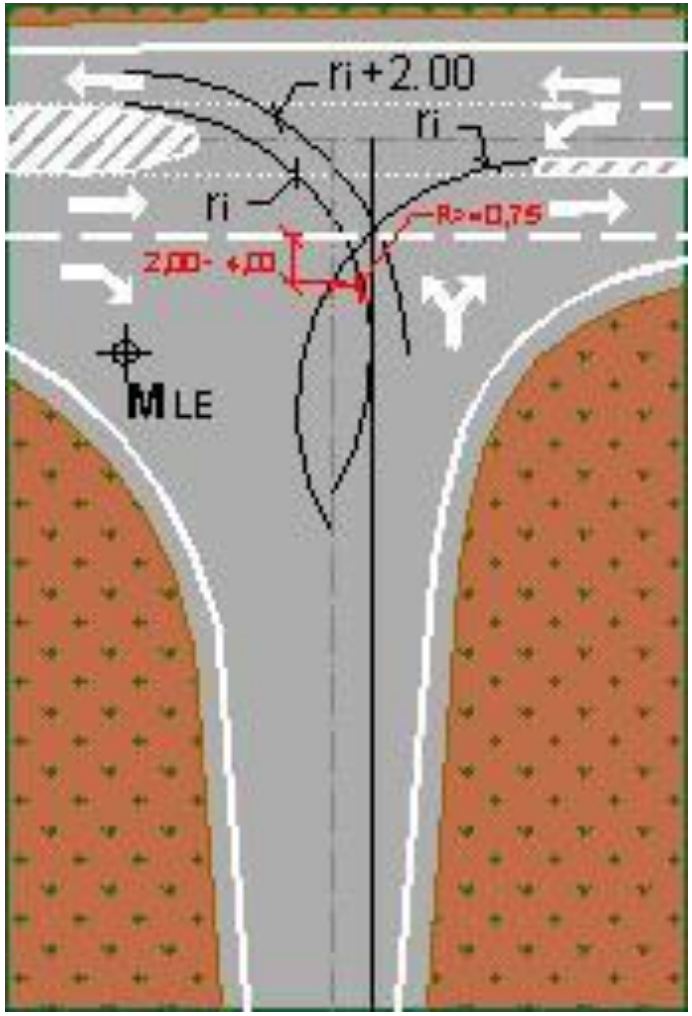
Βήμα 6: Στη συνέχεια χαράσσεται η γραμμή σύνδεσης αυτού του σημείου τομής με το κέντρο του κύκλου $\mathbf{M_{LE}}$, που τέμνει τον κύκλο με ακτίνα $\mathbf{r_i}$ στο σημείο $\mathbf{P_{LE}}$.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (121/200)



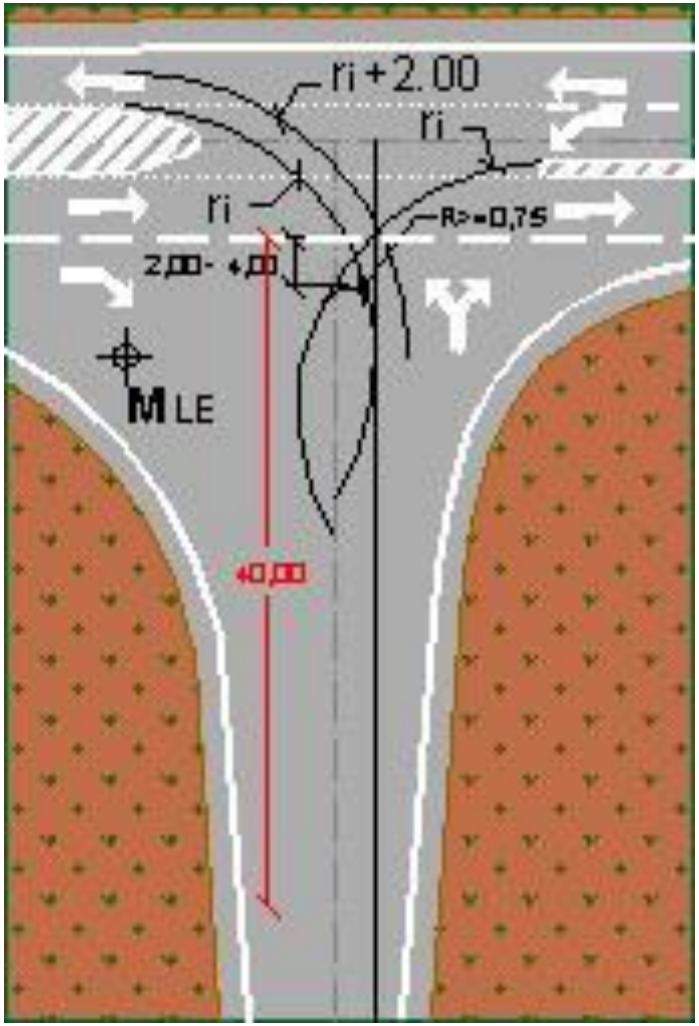
Βήμα 7: Κατασκευάζεται κυκλικό τόξο, το οποίο διέρχεται από το σημείο $\mathbf{P_{LE}}$ και ταυτόχρονα εφάπτεται στο εξωτερικό όριο της λωρίδας εξόδου της υπέρτερης οδού. Η ακτίνα αυτού του κυκλικού τόξου είναι συνήθως τόσο μεγάλη, όσο και η ακτίνα στροφής εισόδου $\mathbf{r_i}$, αλλά πρέπει πάντοτε να εκλέγεται έτσι, ώστε η κεφαλή των νησίδων, μεταξύ των κυκλικών τόξων αυτού του βήματος και του βήματος 2, να μην είναι στενότερη από **1,50m** και πλατύτερη από **5,00m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (122/200)



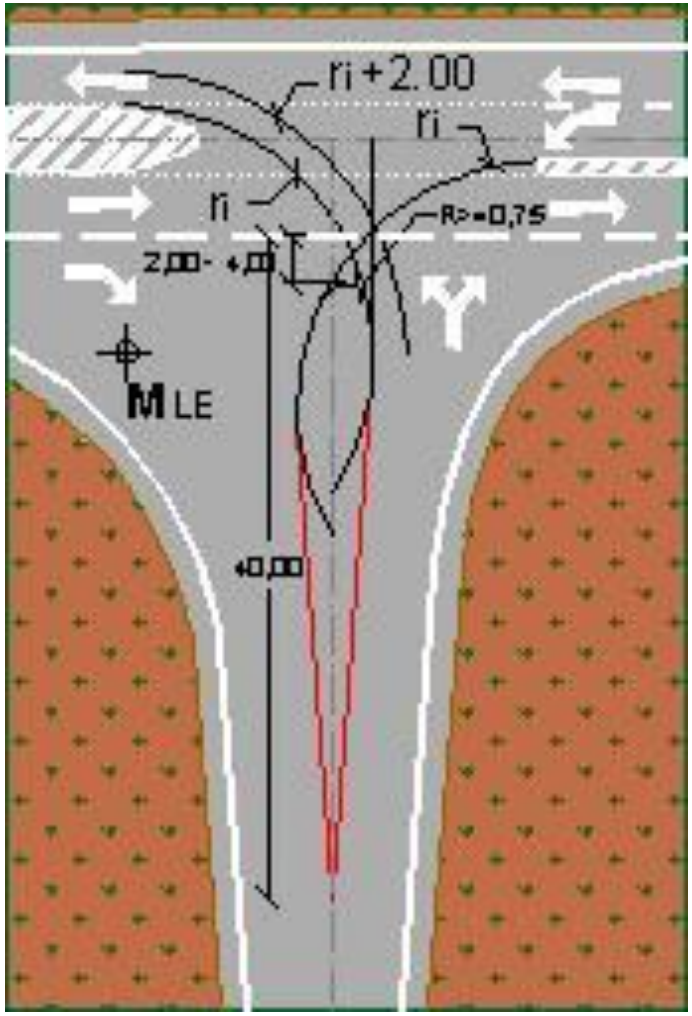
Βήμα 8: Στρογγυλεύεται η κεφαλή της νησίδας με **r≥0,75m**. Η ακτίνα εκλέγεται έτσι ώστε η κεφαλή της νησίδας να έχει απόσταση από το όριο της πρωτεύουσας οδού από **2,00 – 4,00m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (123/200)



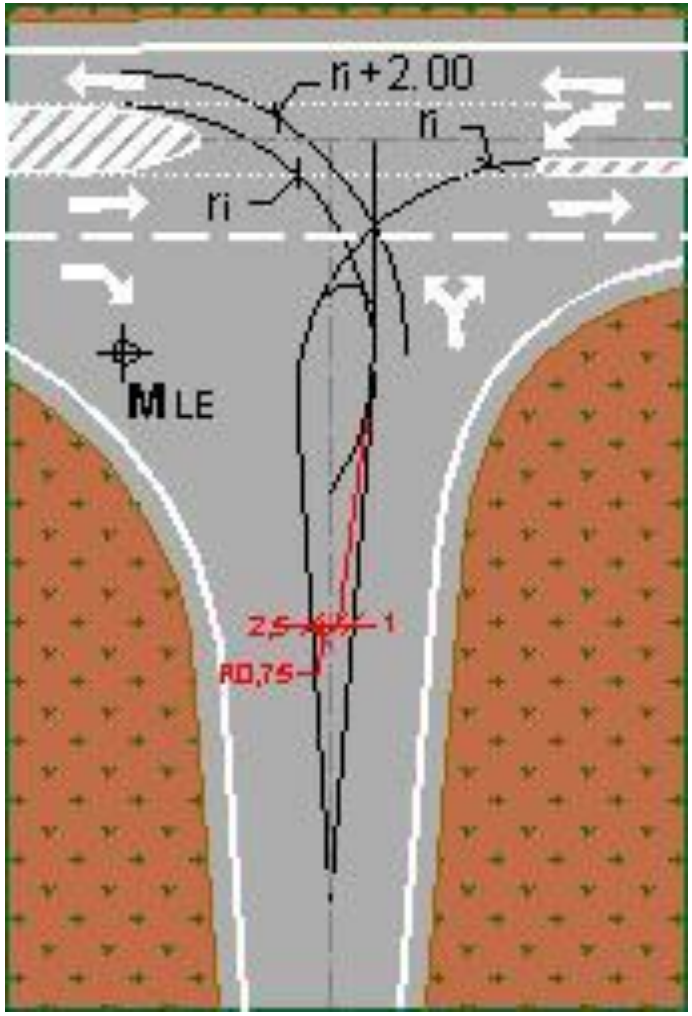
Βήμα 9: Πάνω στον άξονα της δευτερεύουσας οδού ορίζεται το σημείο που απέχει **40,00m** από τα όρια της πρωτεύουσας οδού.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (124/200)



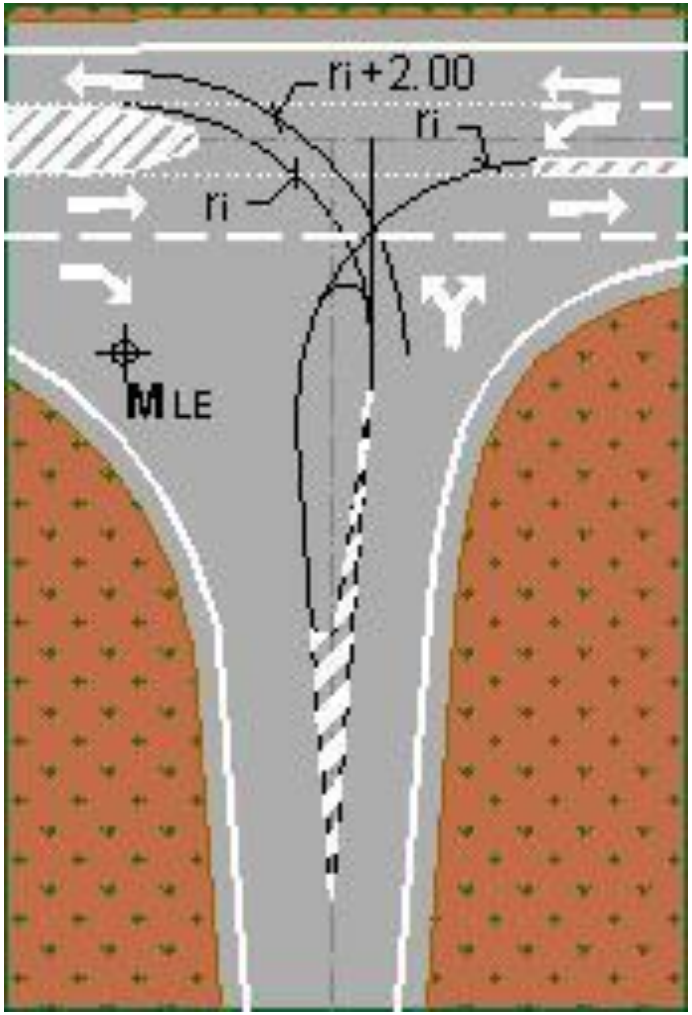
Βήμα 10: Από το σημείο του άξονα, που ορίστηκε στο προηγούμενο βήμα, σχεδιάζονται οι εφαπτόμενες στα κυκλικά τόξα με ακτίνα $\mathbf{r_i}$.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (125/200)



Βήμα 11: Στη θέση, στην οποία οι δύο ευθείες απέχουν **2,50m**, τοποθετείται ένα σημείο σε απόσταση **1,00m** αριστερά από την εφαπτόμενη, με διεύθυνση προς τον άξονα της δευτερεύουσας οδού. Από το σημείο αυτό φέρεται νέα εφαπτόμενη στο κυκλικό τόξο και ορίζεται έτσι το αριστερό όριο της λωρίδας κυκλοφορίας. Το τέλος της νησίδας στρογγυλεύεται με **r=0,75m**.

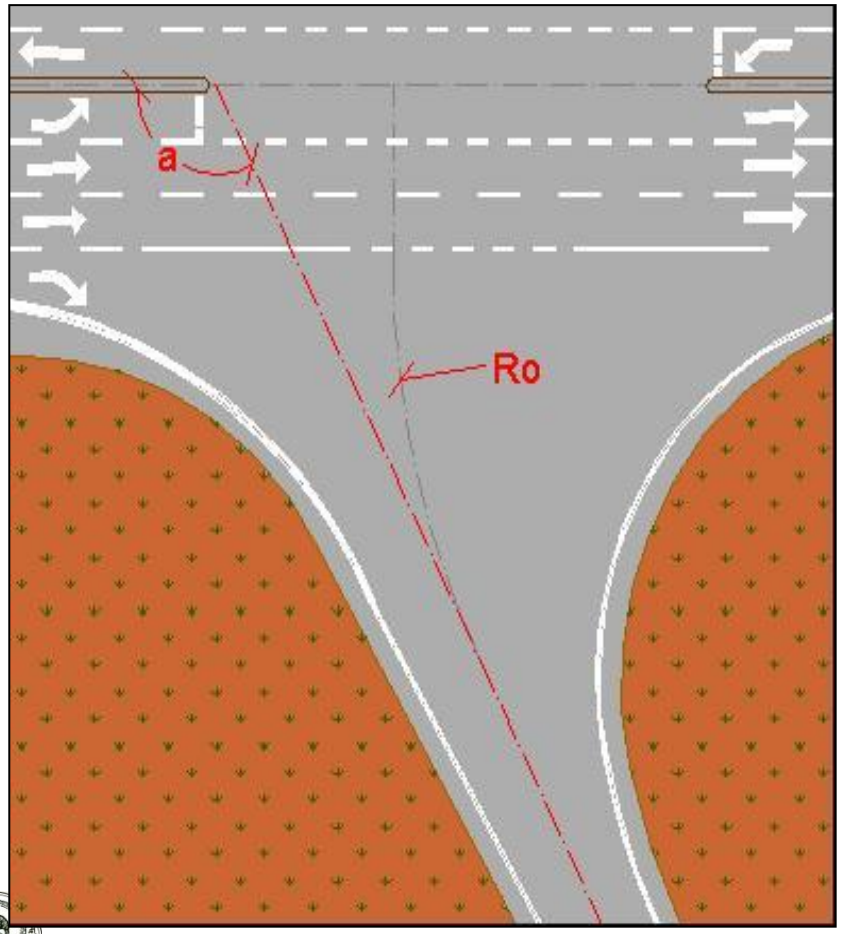
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (126/200)



Βήμα 12: Η επιφάνεια που απέμεινε, στο χώρο που καθορίζουν οι ευθυγραμμίες του βήματος 10 και δεν αποτελούν νησίδα, διαγραμμίζεται ως *επιφάνεια αποκλεισμού*.

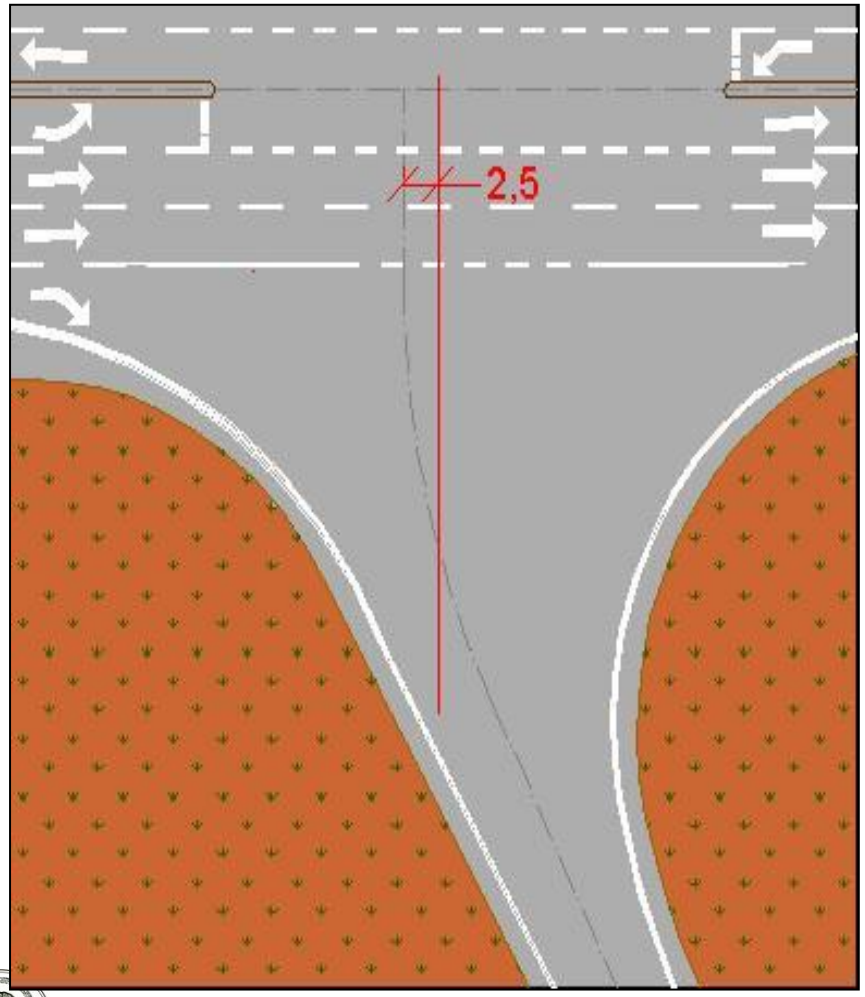
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (127/200)

Κατασκευή μεγάλης σταγόνας για γωνία συμβολής a > 120^g



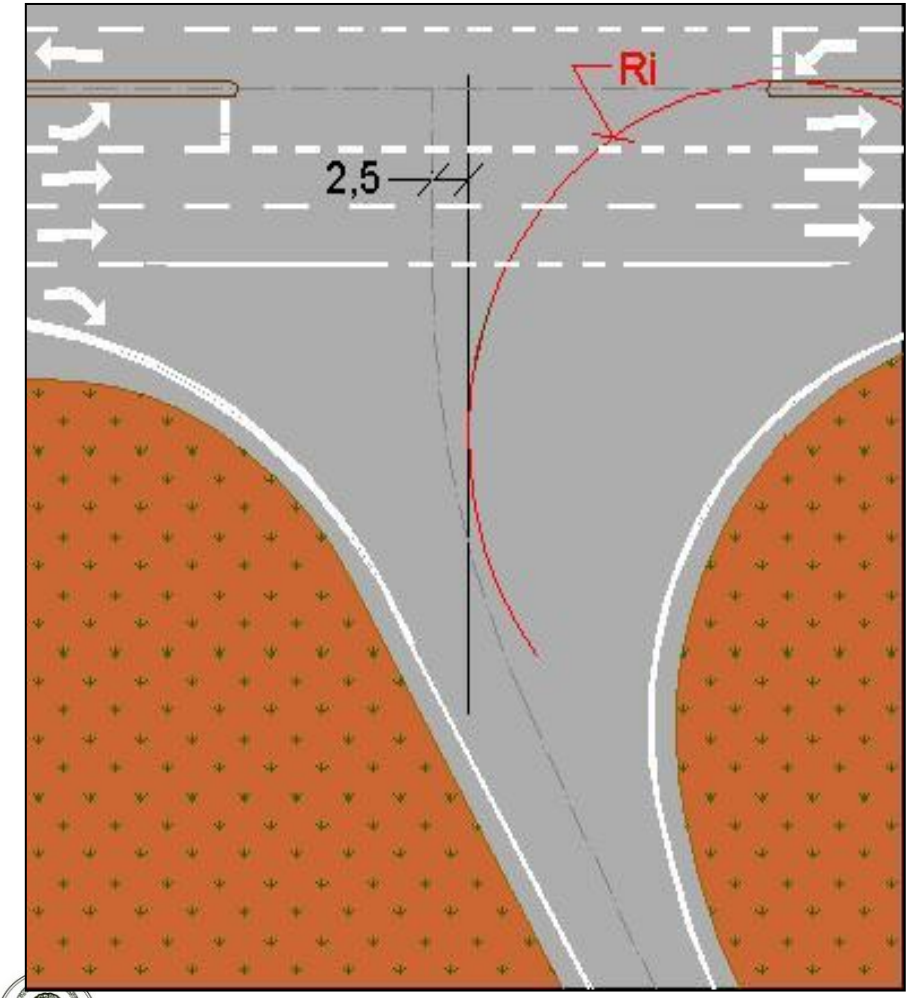
Βήμα 1: Επειδή η γωνία συμβολής των οδών είναι **>120^g**, κάμπτεται ο αρχικός άξονας του υποδεέστερου κλάδου του κόμβου με ακτίνα **Ro≥50m**, ώστε ο κεκαμμένος πλέον άξονας να συναντά κάθετα το άκρο του υπέρτερου δρόμου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (128/200)



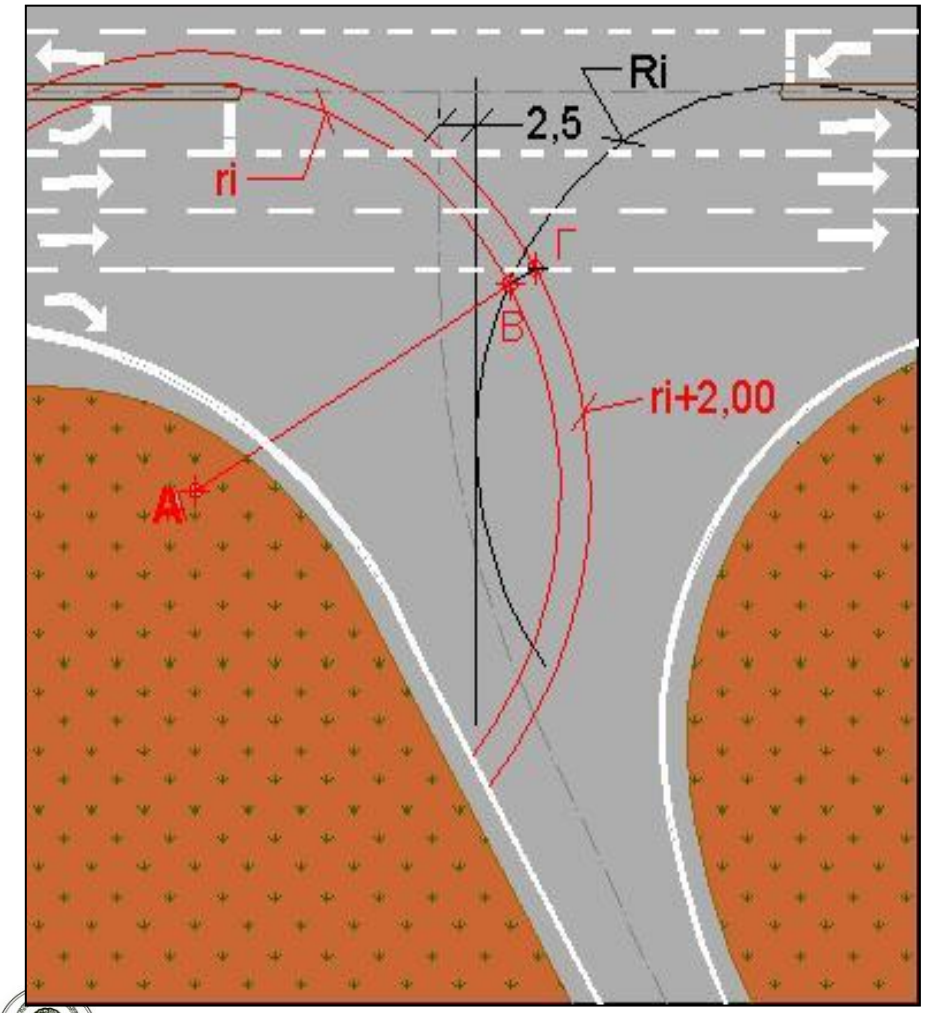
Βήμα 2: Μεταφέρεται μια παράλληλη στον άξονα της δευτερεύουσας οδού σε απόσταση **2,5m** προς τα δεξιά του σημείου τομής του κεκαμμένου άξονα με το όριο του υπέρτερου δρόμου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (129/200)



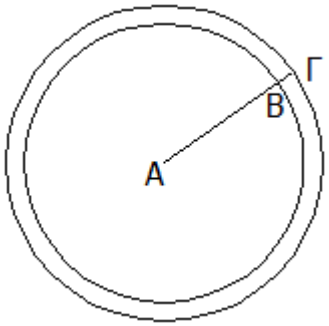
Βήμα 3: Κατασκευάζεται το εσωτερικό όριο της λωρίδας πορείας του αριστερά στρέφοντος για έξοδο, με τόξο ακτίνας **Ri** που εφάπτεται στο εξωτερικό όριο της λωρίδας κυκλοφορίας που στρέφει και στην ευθεία του βήματος 2.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (130/200)



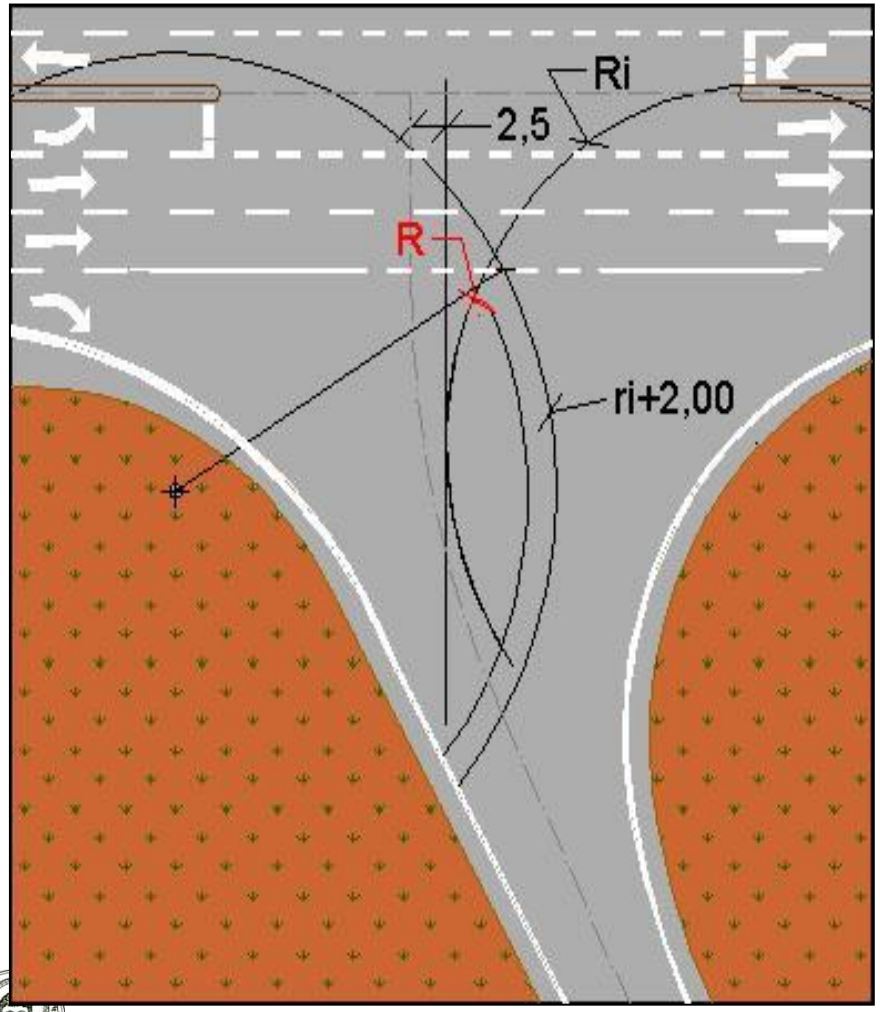
Βήμα 4: Κατασκευάζεται το εσωτερικό όριο της λωρίδας πορείας του αριστερά στρέφοντος για είσοδο, με τρόπο ώστε να ικανοποιείται η *"δίμετρος κατασκευή"*. Χρησιμοποιείται το καμπυλόγραμμο του σχήματος, το οποίο αποτελείται από δύο ομόκεντρους κύκλους, των οποίων οι ακτίνες διαφέρουν κατά **2m** (ακτίνες **ri** και **ri+2m**). Τα σημεία **Α**, **Β** και **Γ** του καμπυλόγραμμου, ανήκουν στην ίδια ευθεία, και ικανοποιούν τις συνθήκες:

- Το σημείο **Β**, ανήκει στο τόξο του βήματος 2,
- το σημείο **Γ**, ανήκει πάνω στο όριο της υπέρτερης οδού και
- ο εσωτερικός κύκλος εφάπτεται του ορίου της λωρίδας κυκλοφορίας, όπου εισέρχεται.



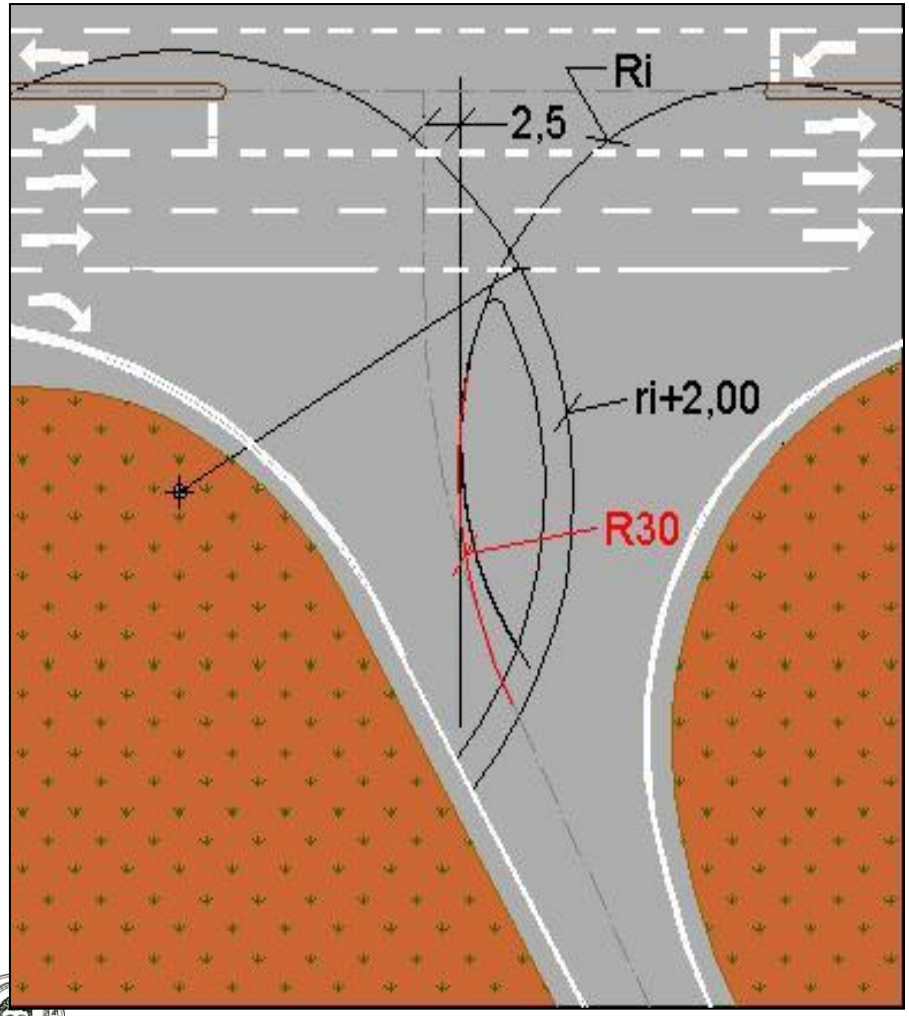
καμπυλόγραμμο

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (131/200)



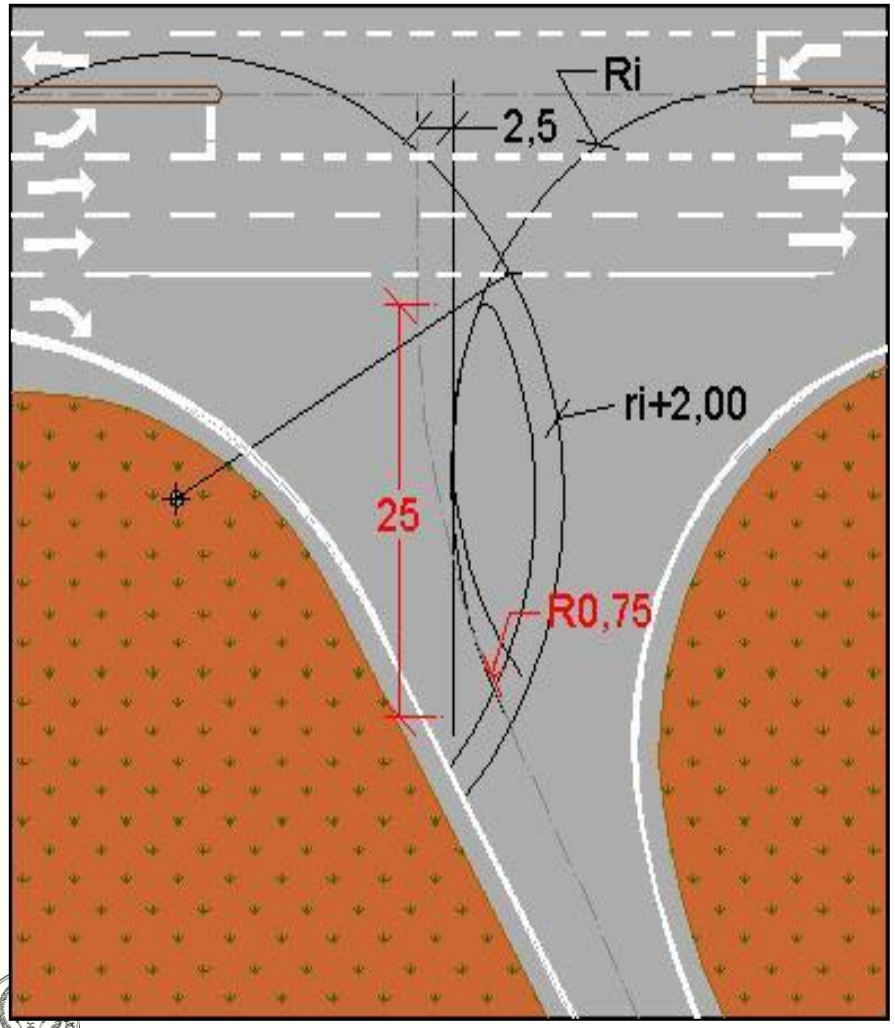
Βήμα 5: Στρογγυλεύεται η πρόσθια κεφαλή της νησίδας, που σχηματίστηκε από την τομή των παραπάνω τόξων (βήματα 3-4) με κυκλικό τόξο ακτίνας **R>0,5m**. Η απόσταση της κεφαλής από το όριο της οδού πρέπει να είναι **2-4m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (132/200)



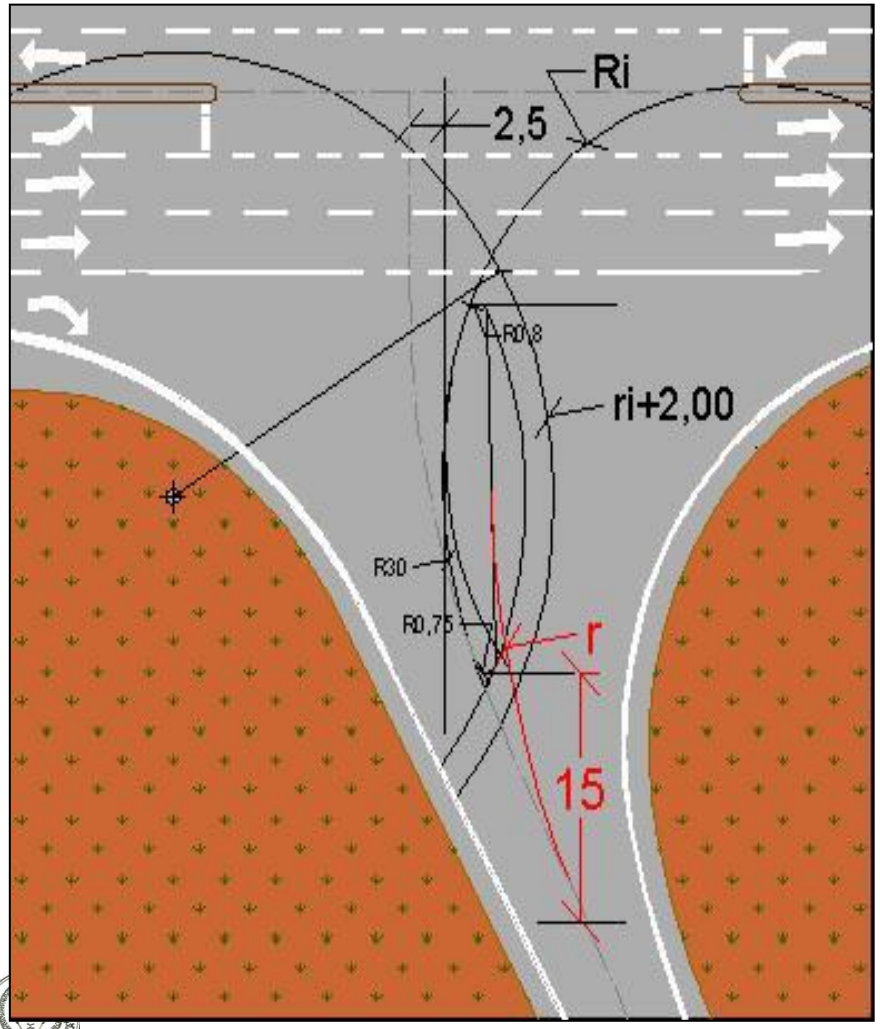
Βήμα 6: Κατασκευάζεται κυκλικό τόξο ακτίνας **R=30m**, έτσι ώστε να εφάπτεται στον κεκαμμένο άξονα της υποδεέστερης οδού και στο εσωτερικό όριο της λωρίδας πορείας του αριστερά στρέφοντος για έξοδο.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (133/200)



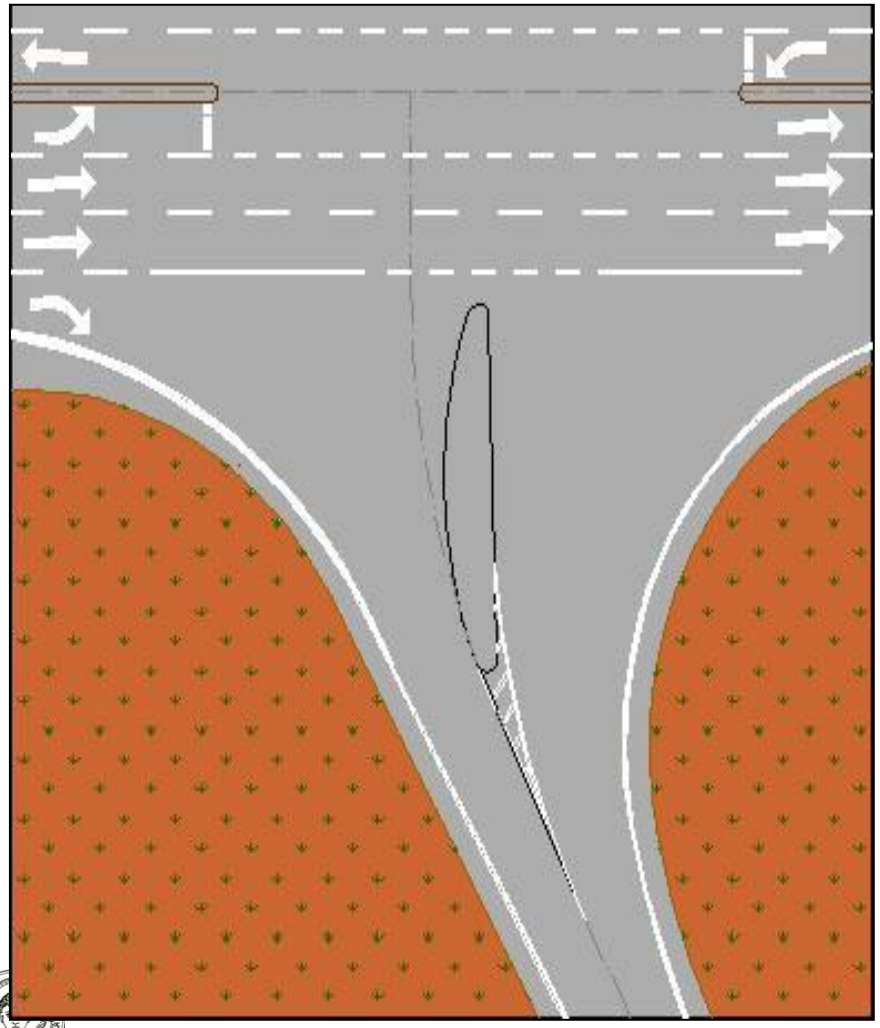
Βήμα 7: Η σταγόνα διαμορφώνεται σε μήκος περίπου ίσο με **25m**. Στρογγυλεύεται η οπίσθια κεφαλή της σταγόνας με ακτίνα **R=0,75m.**

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (134/200)



Βήμα 8: Σχεδιάζεται ευθεία, έτσι ώστε να εφάπτεται στην εμπρόσθια και οπίσθια στρογγυλευμένη κεφαλή της σταγόνας (Βήματα 5 & 7).

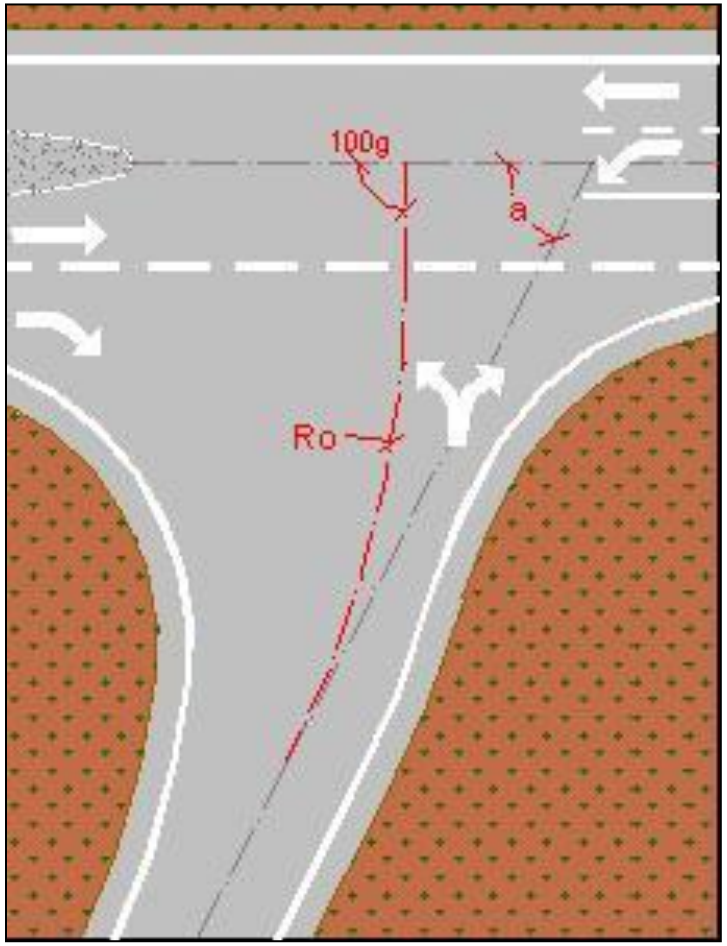
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (135/200)



Βήμα 9: Κατασκευάζεται κυκλικό τόξο, το οποίο εφάπτεται στον άξονα του υποδεέστερου κλάδου και στην ευθεία του βήματος 8. Έτσι, σχηματίζεται μια κλειστή επιφάνεια μεταξύ του άξονα της οδού και του τόξου, η οποία διαγραμμίζεται και λειτουργεί ως επιφάνεια αποκλεισμού της σταγόνας, η οποία εκτείνεται σε μήκος περίπου **15m**.

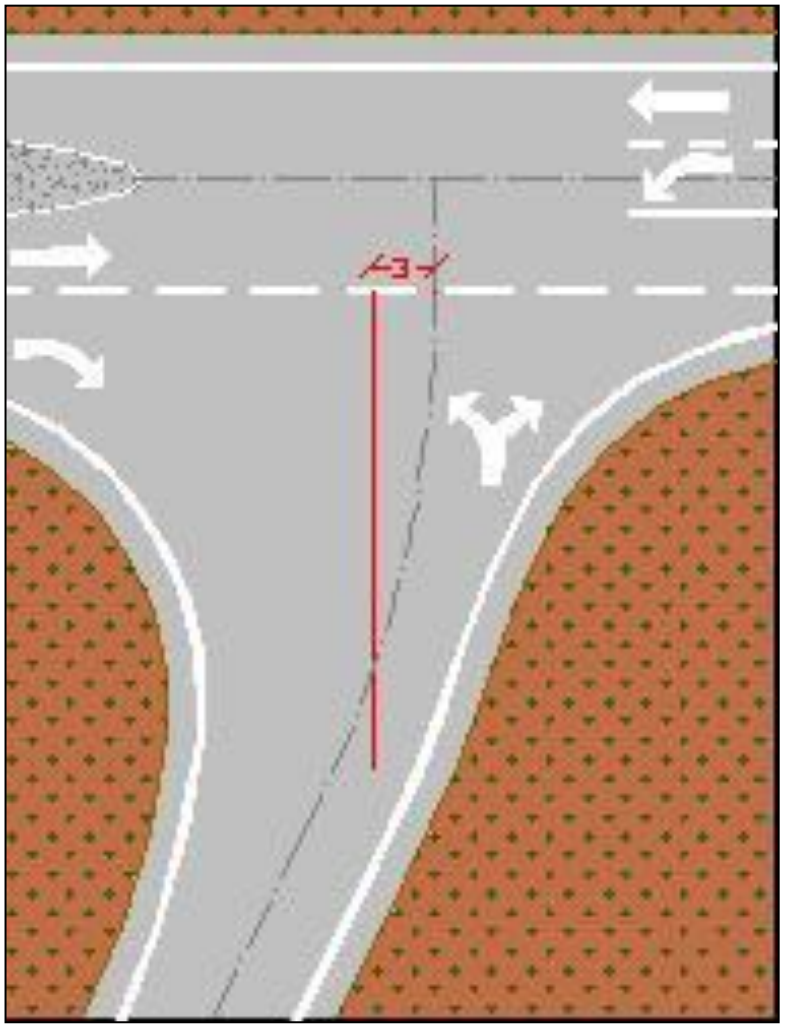
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (136/200)

Κατασκευή μικρής σταγόνας για γωνία συμβολής a < 80^g



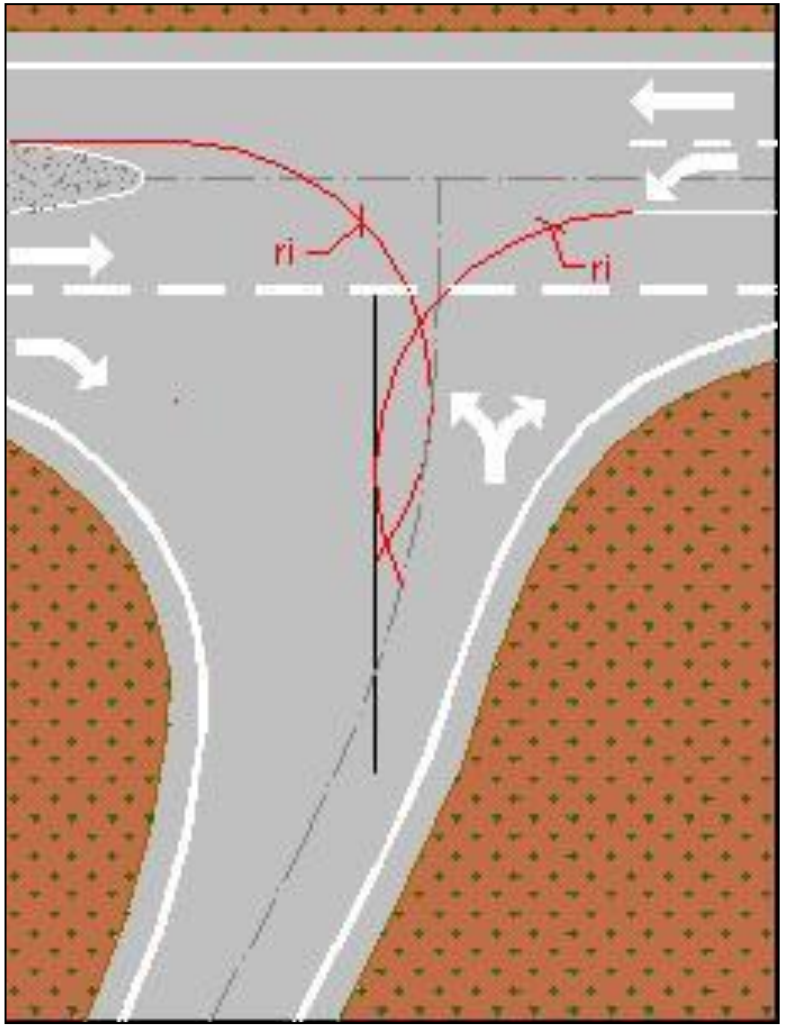
Βήμα 1: Επειδή η γωνία συμβολής των οδών είναι **<80^g**, κάμπτεται ο αρχικός άξονας του υποδεέστερου κλάδου του κόμβου με ακτίνα **Ro≥50m**, ώστε ο κεκαμμένος πλέον άξονας να συναντά κάθετα το άκρο του υπέρτερου δρόμου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (137/200)



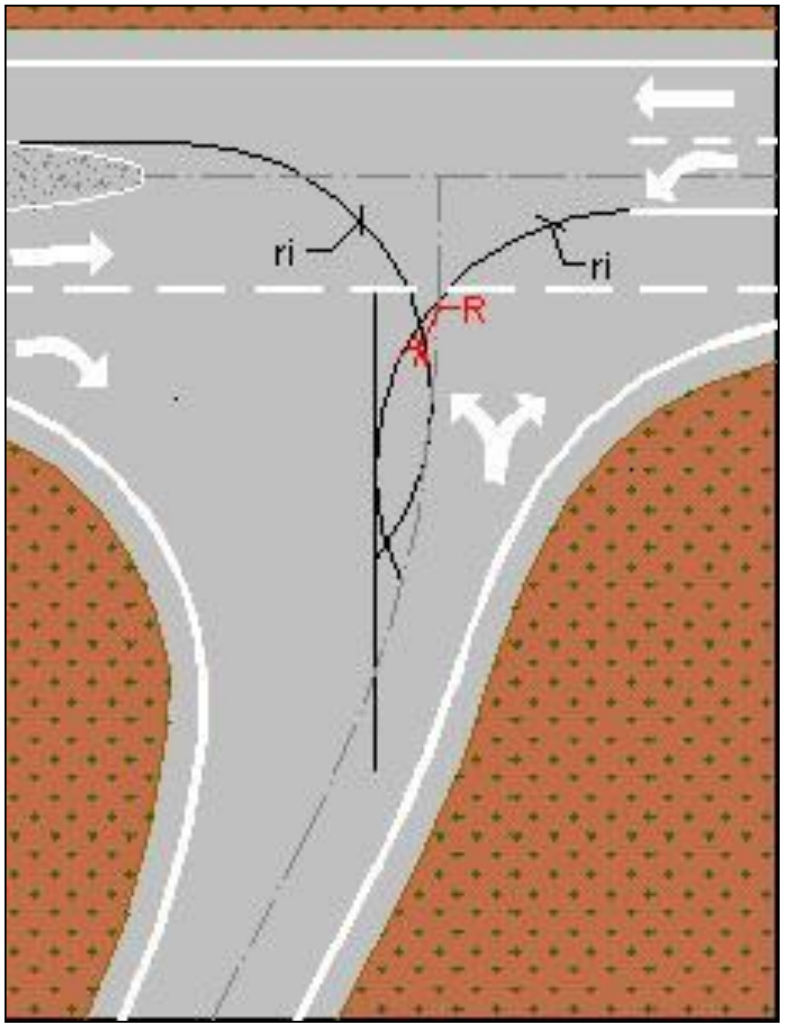
Βήμα 2: Φέρεται ευθεία κάθετη προς τον άξονα του υπέρτερου κλάδου, σε απόσταση **3m** αριστερά του σημείου τομής του κεκαμμένου άξονα με το όριο του υπέρτερου κλάδου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (138/200)



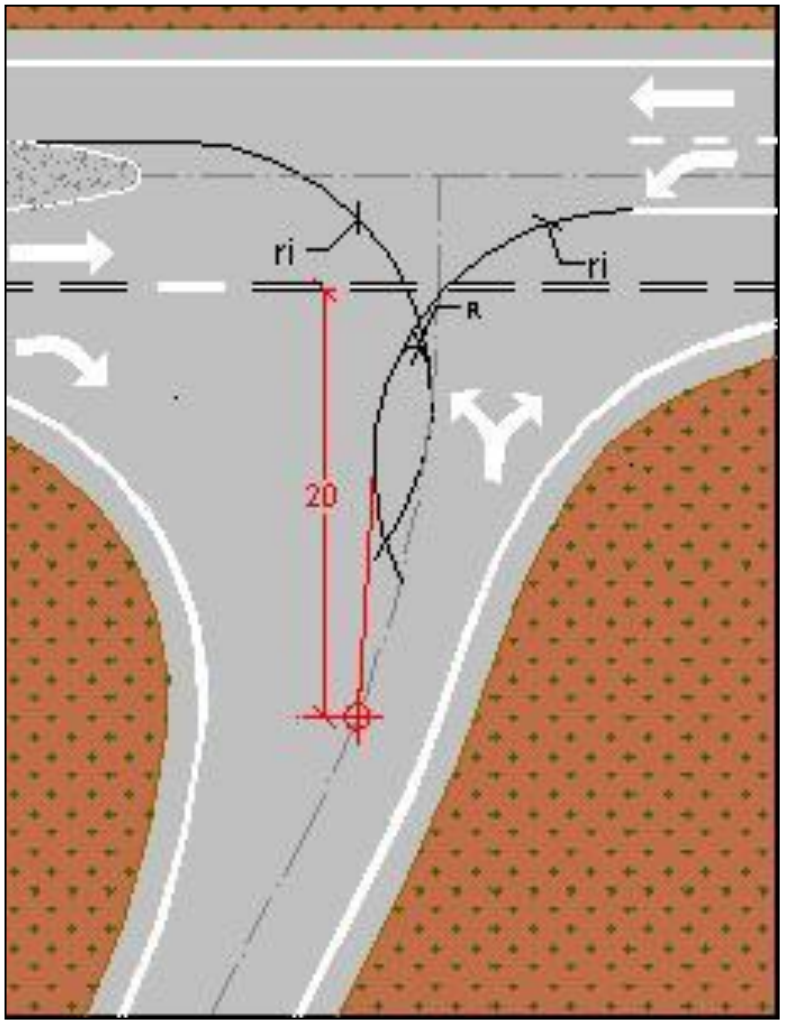
Βήμα 3: Φέρονται δύο κυκλικά τόξα ακτίνας **r_i=12m**. Το ένα τόξο εφάπτεται στο εσωτερικό όριο της λωρίδας πορείας του αριστερά στρέφοντα για έξοδο και της κατά το βήμα 2 παράλληλης ευθείας. Το άλλο εφάπτεται στο εξωτερικό όριο της λωρίδας πορείας του αριστερά στρέφοντα για είσοδο και του κεκαμμένου άξονα του υποδεέστερου κλάδου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (139/200)



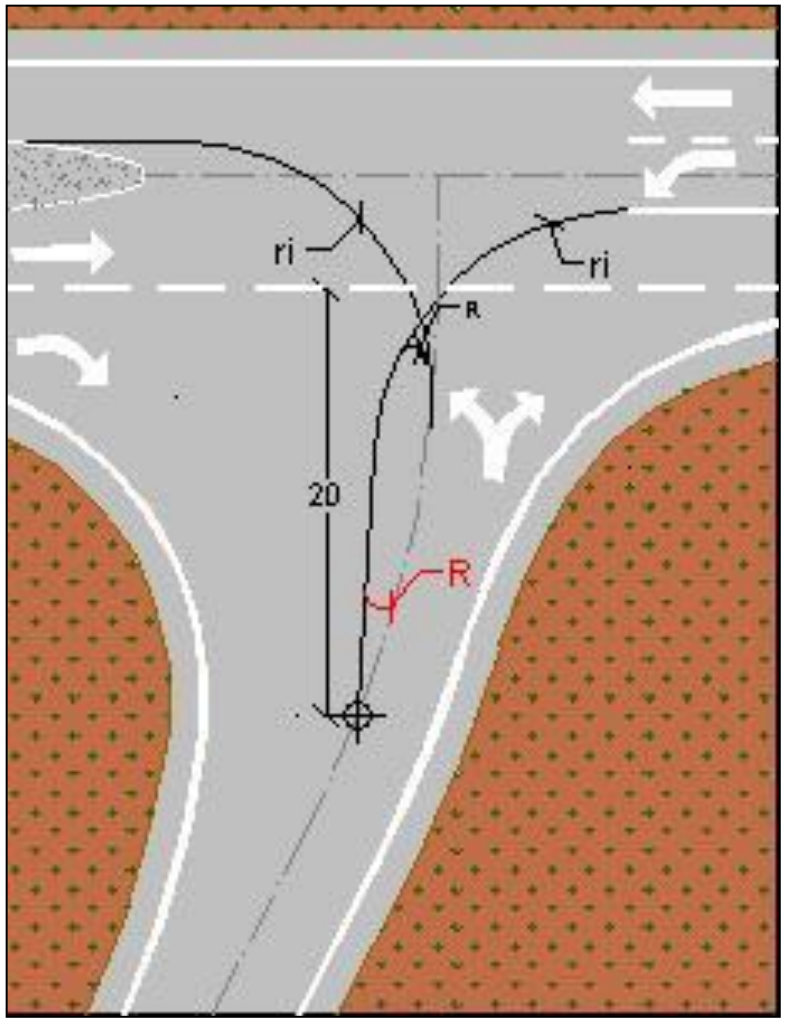
Βήμα 4: Στρογγυλεύεται η μπροστά κεφαλή της νησίδας, που σχηματίζεται από τα δύο τόξα του βήματος 3 με ακτίνα **R=0,75m.**

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (140/200)



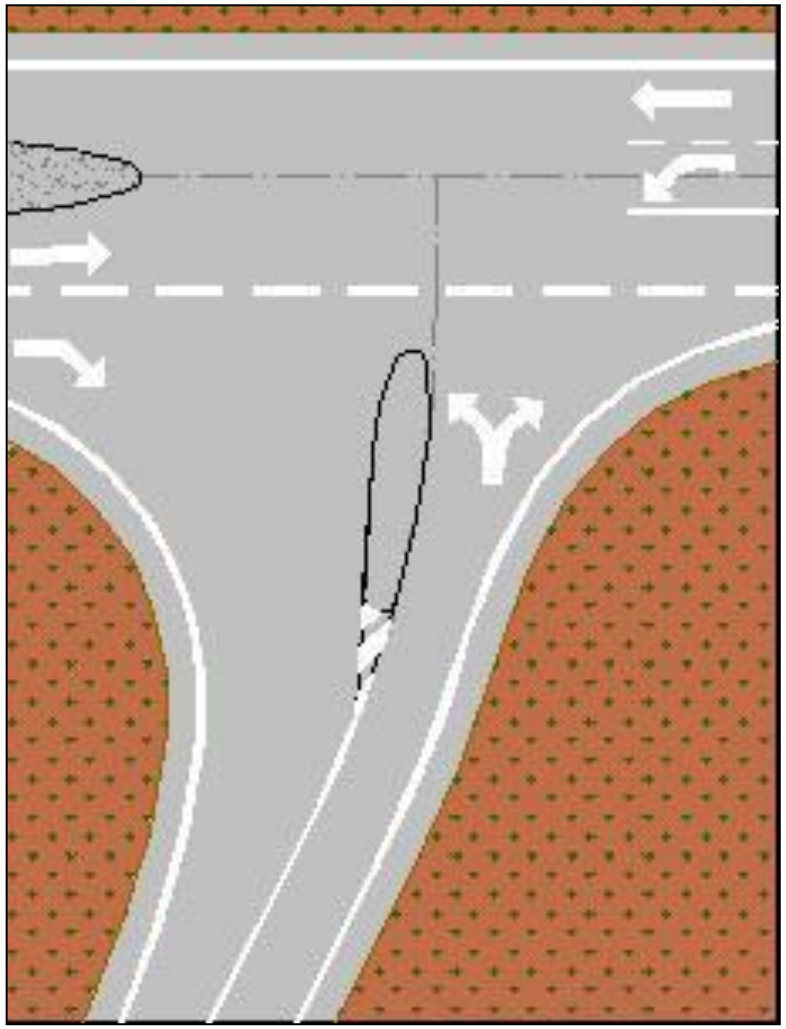
Βήμα 5: Σχεδιάζεται ευθεία, που εφάπτεται στο εσωτερικό όριο της λωρίδας πορείας των αριστερά στρεφόντων για έξοδο (τόξο $\mathbf{r_i}$ άνω δεξιά), ενώ τέμνει σε απόσταση **20m** από το όριο λωρίδας κυκλοφορίας της υπέρτερης οδού, τον άξονα της υποδεέστερης.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (141/200)



Βήμα 6: Μεταξύ της ευθείας του βήματος 5 και του κεκαμμένου άξονα προσαρμόζεται μέγεθος **1,5m**, κάθετα προς τον κεκαμμένο άξονα, κι εκεί στρογγυλεύεται η πίσω κεφαλή της σταγόνας με ακτίνα **R=0,75m**.

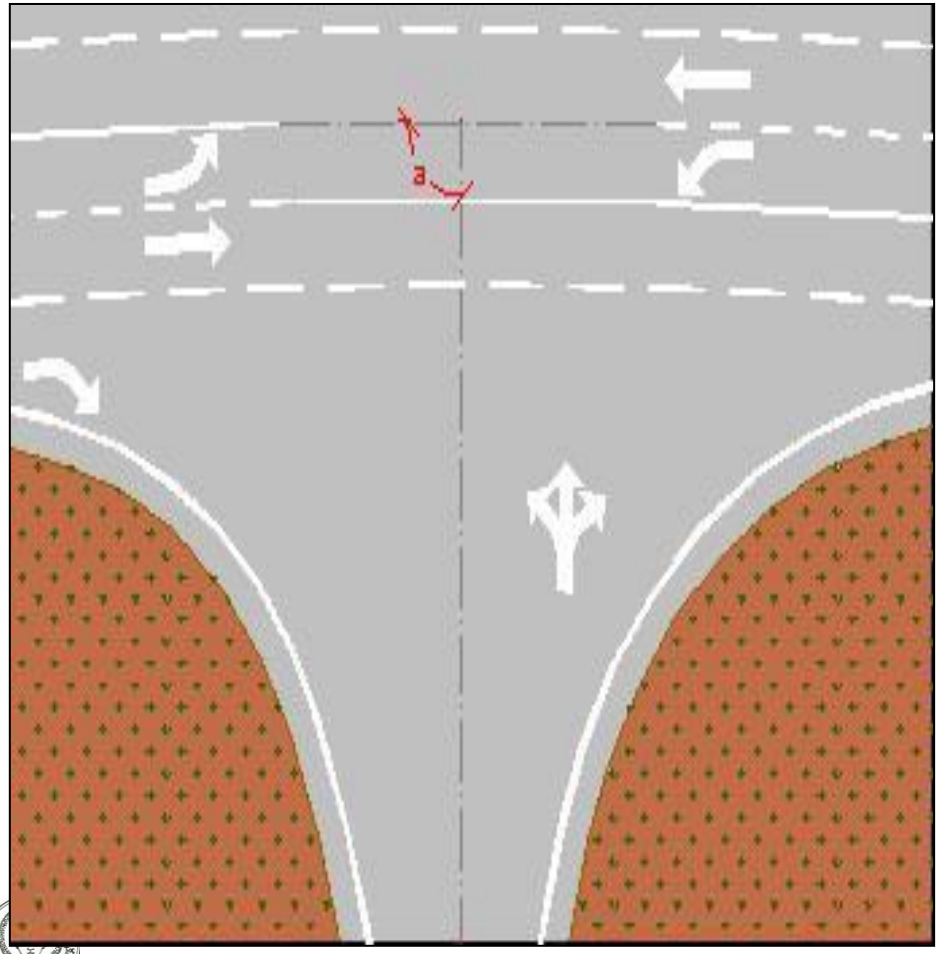
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (142/200)



Βήμα 7: Σχεδιάζεται το όριο της λωρίδας οδοστρώματος στον κεκαμμένο άξονα (οριζόντια σήμανση) και δημιουργείται επιφάνεια αποκλεισμού στις περιοχές που δεν αποτελούν δομικά στοιχεία της νησίδας.

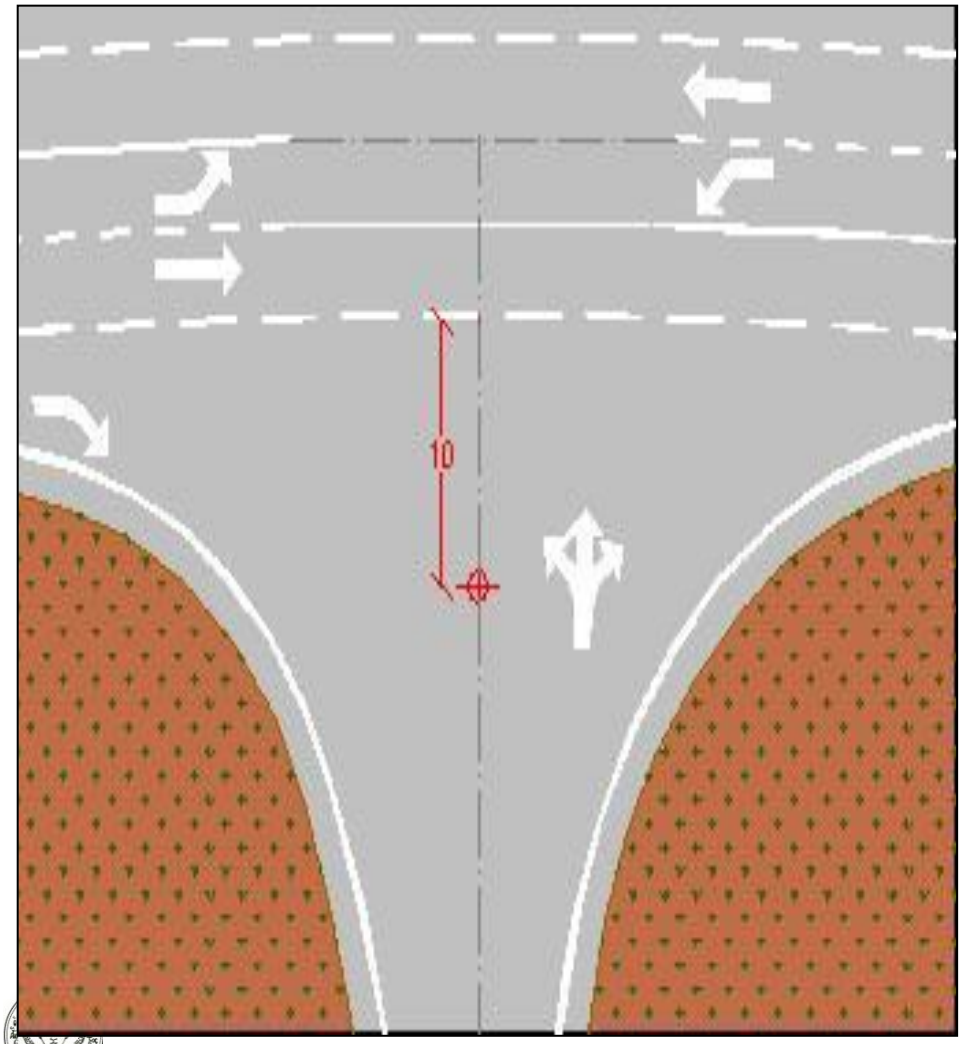
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (143/200)

Κατασκευή μικρής σταγόνας για γωνία συμβολής $80^g \leq a \leq 120g$



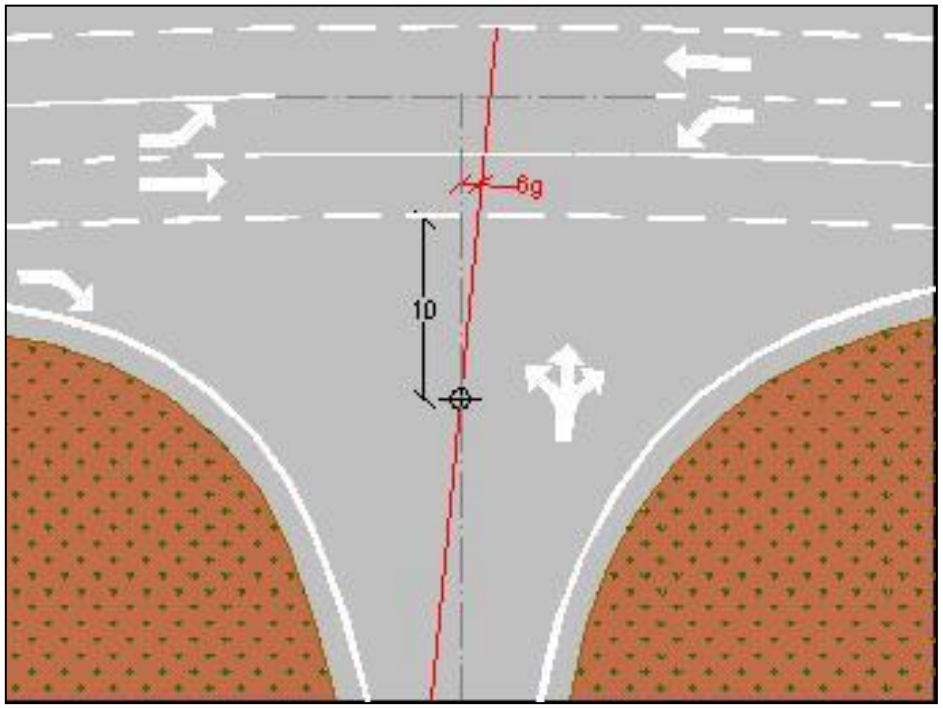
Βήμα 1: Καθορίζεται ο άξονας του υποδεέστερου κλάδου και η γωνία συμβολής με τον υπέρτερο.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (144/200)



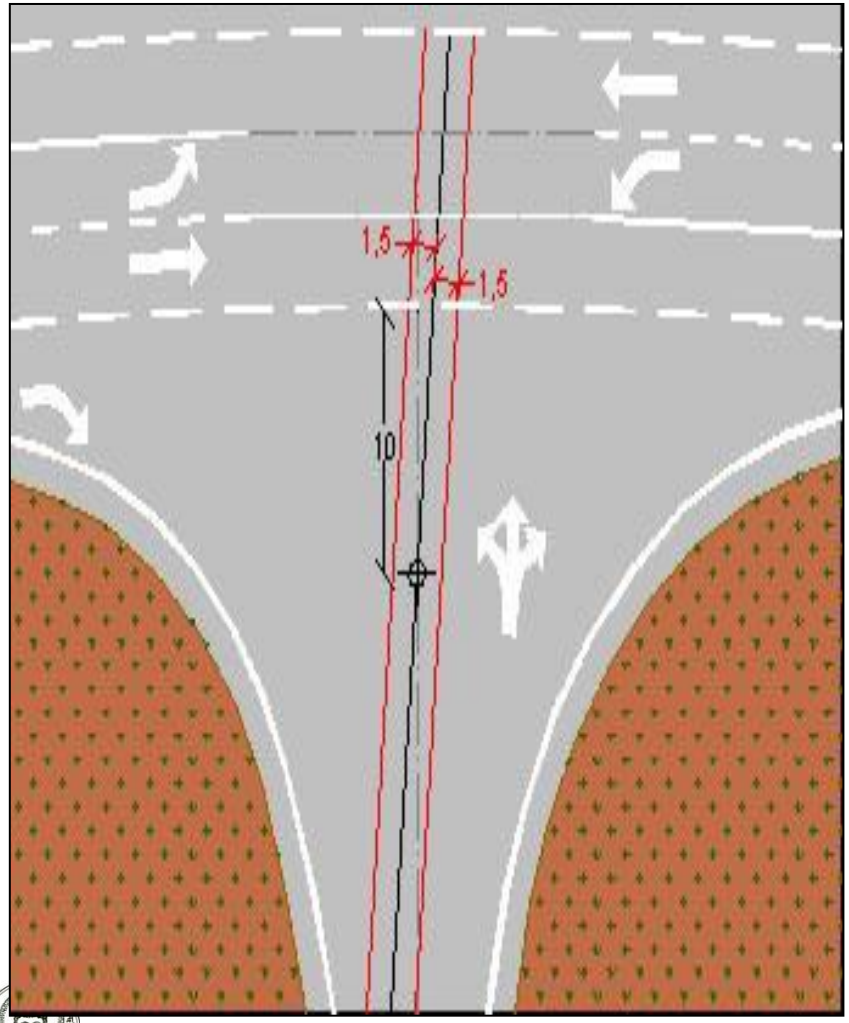
Βήμα 2: Προσδιορίζεται το σημείο του άξονα του υποδεέστερου κλάδου, που απέχει από την άκρη του υπέρτερου **10m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (145/200)



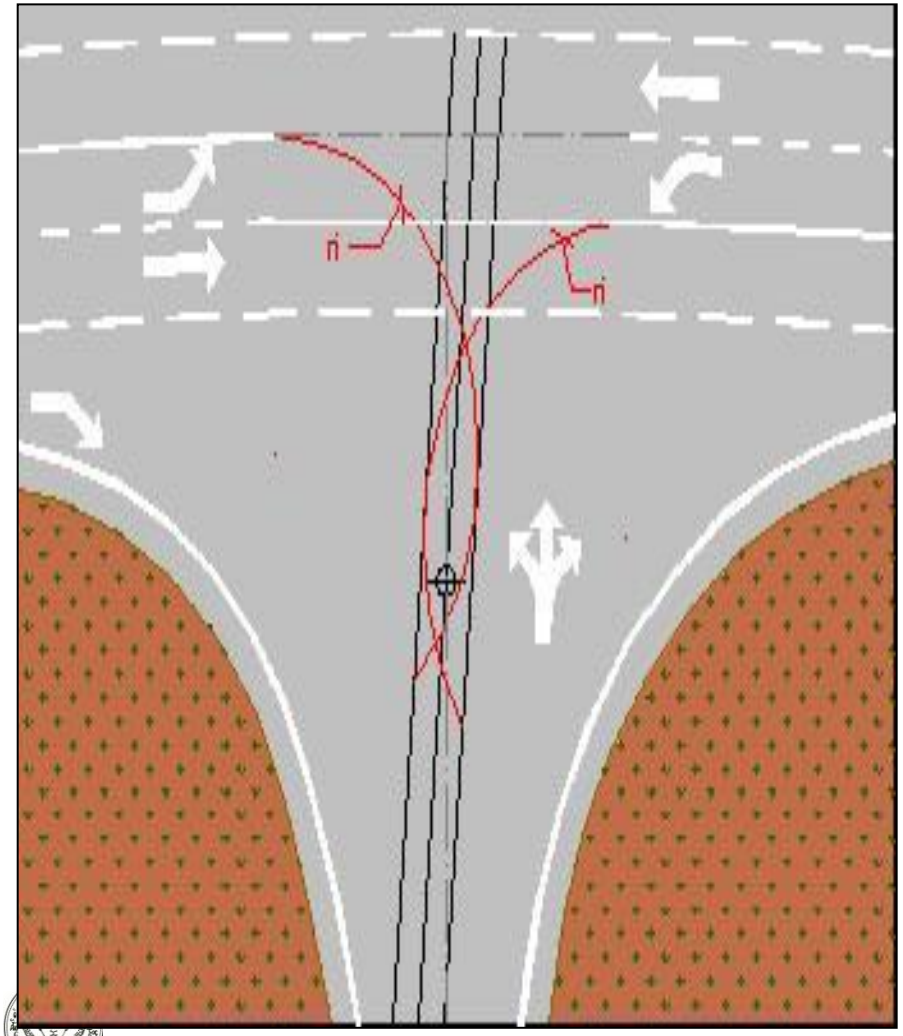
Βήμα 3: Σχεδιάζεται ο άξονας της σταγόνας. Προκύπτει από την δεξιόστροφη περιστροφή του άξονα του υποδεέστερου κλάδου, γύρω από το σημείο που βρέθηκε στο βήμα 2, κατά **6^{g}**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (146/200)



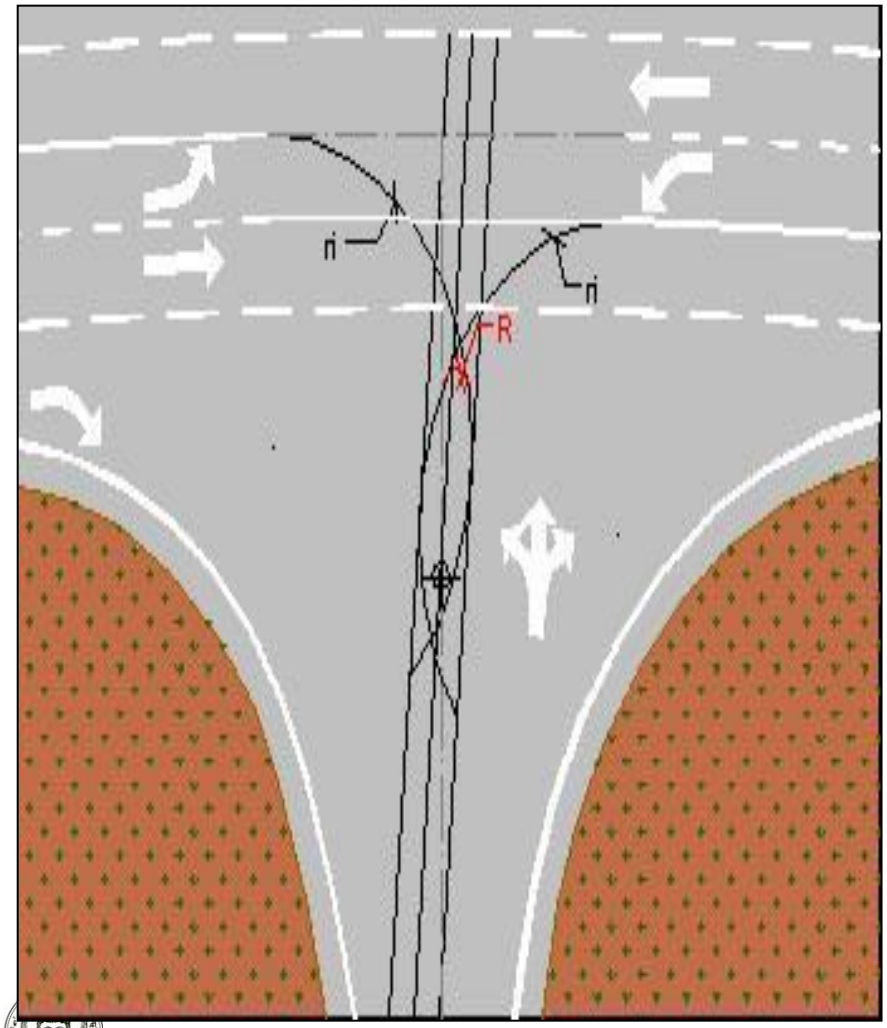
Βήμα 4: Κατασκευάζονται δύο βοηθητικές ευθείες δεξιά και αριστερά του άξονα τη σταγόνας που προσδιορίστηκε στο βήμα 3.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (147/200)



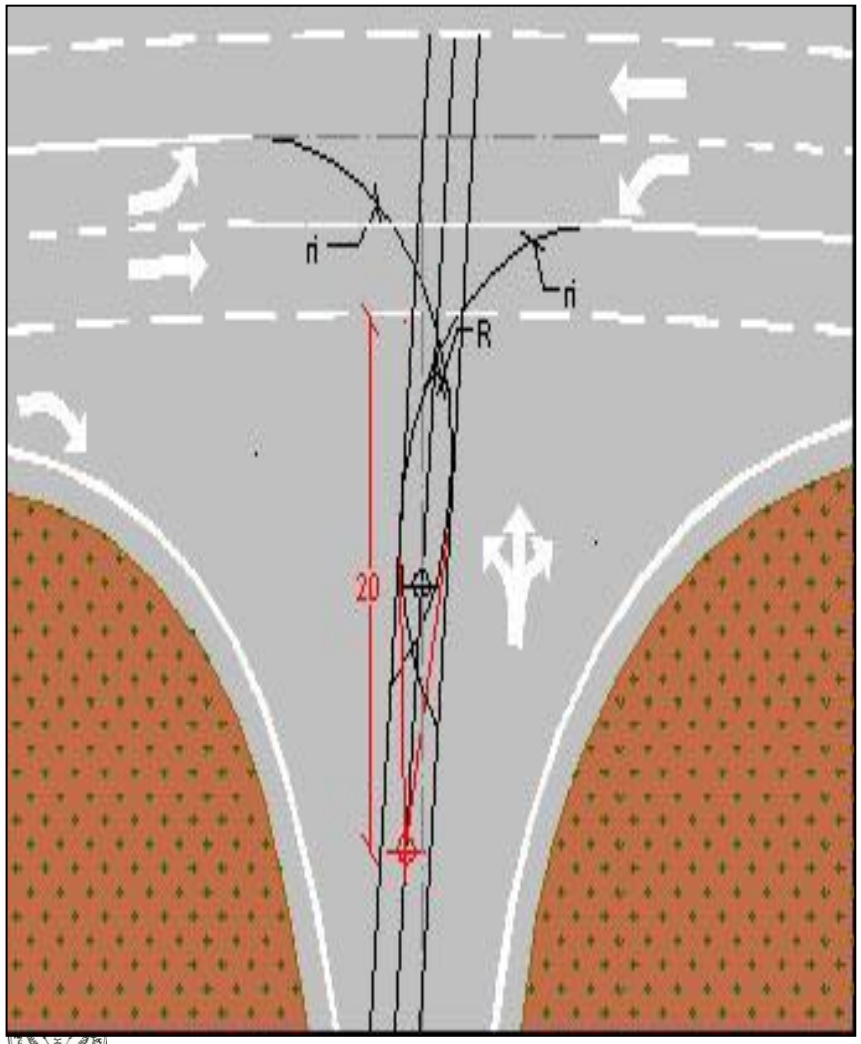
Βήμα 5: Χαράσσονται δύο κυκλικά τόξα με $\mathbf{r_i}$**=12m**. Το ένα από αυτά εφάπτεται στο εσωτερικό όριο της λωρίδας πορείας αριστερά στρεφόντων για έξοδο και στην αριστερή από τις ευθείες του βήματος 4 (τόξο $\mathbf{r_i}$ άνω αριστερά) , ενώ το δεύτερο εφάπτεται αντίστοιχα στο εξωτερικό όριο της λωρίδας πορείας των αριστερά στρεφόντων για είσοδο (τόξο $\mathbf{r_i}$ άνω δεξιά) και στη δεξιά από τις ευθείες του **Βήματος 4**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (148/200)



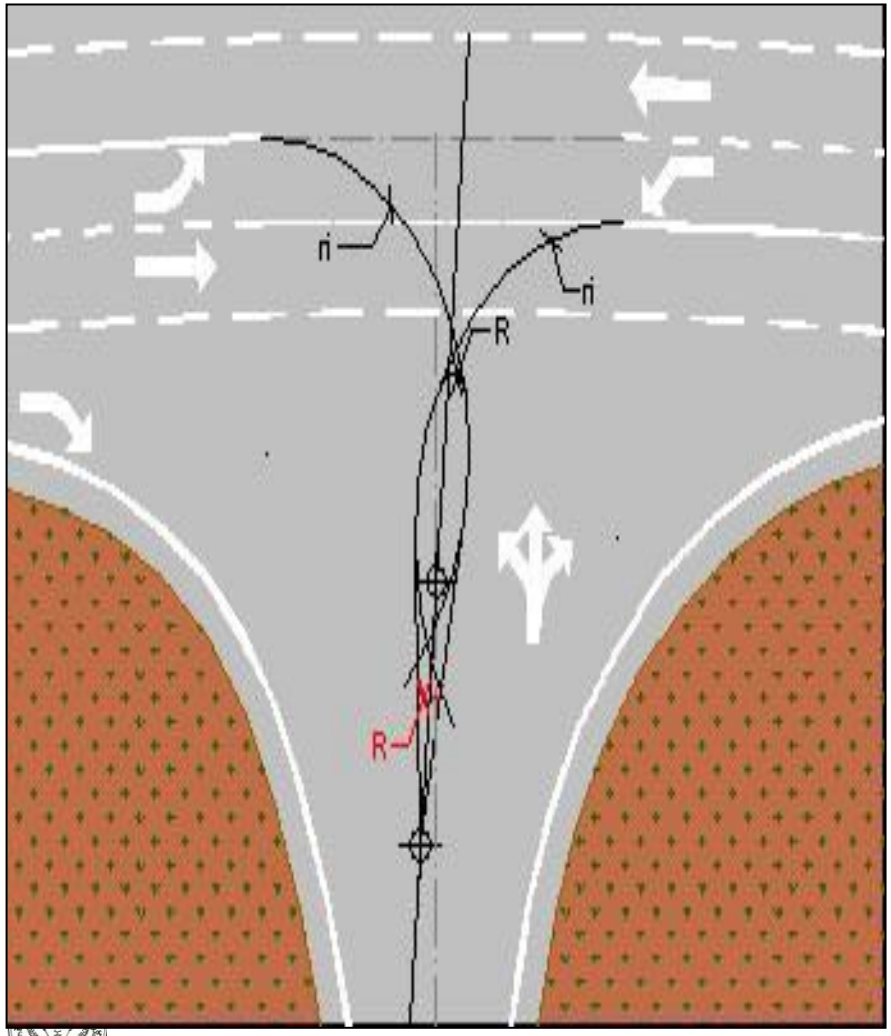
Βήμα 6: Η μπροστά κεφαλή της σταγόνας, που σχηματίζεται από τα δύο τόξα ακτίνας $\mathbf{r_i}$, στρογγυλεύεται με ακτίνα **R=0,75m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (149/200)



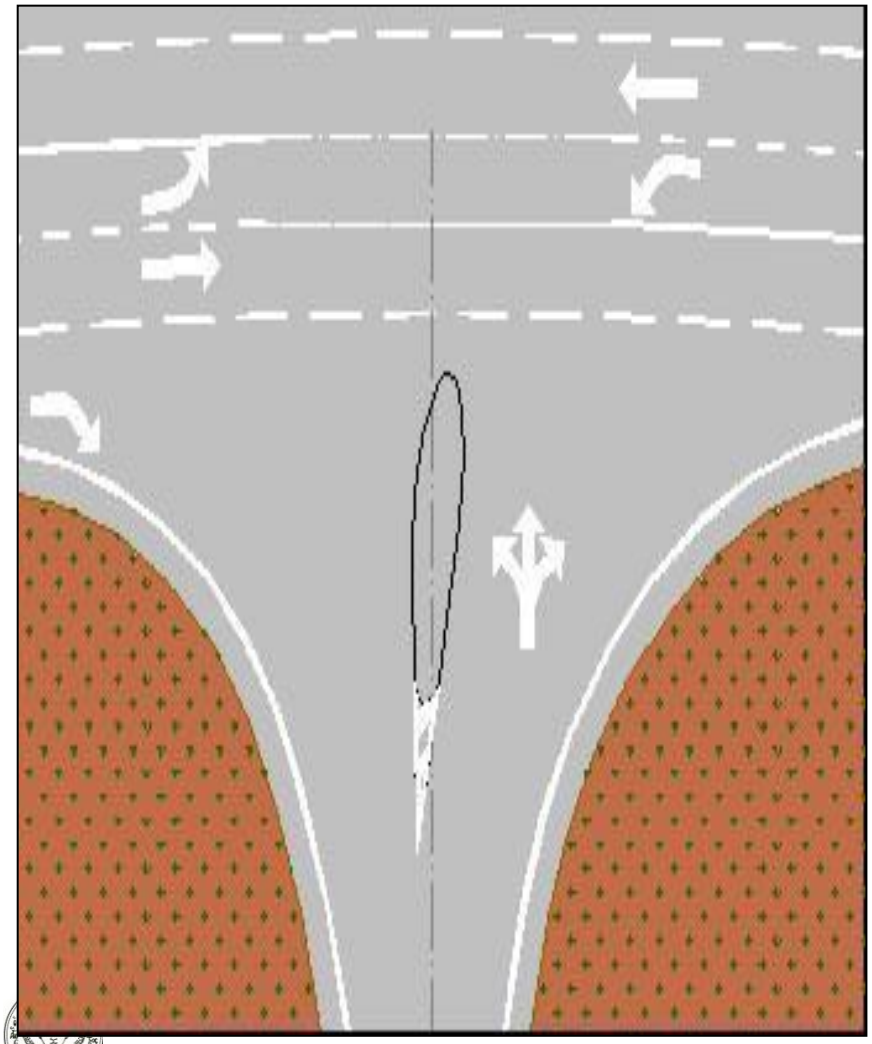
Βήμα 7: Σχεδιάζονται δύο ευθείες που, από τη μια εφάπτονται στα εσωτερικά άκρα των λωρίδων πορείας των αριστερά στρεφόντων για έξοδο ή για είσοδο (τόξα ακτίνων $\mathbf{r_i}$) και από την άλλη τέμνουν τον άξονα της σταγόνας σε απόσταση **20m** από το άκρο του υπέρτερου κλάδου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (150/200)



Βήμα 8: Μεταξύ των ευθειών του βήματος 7 προσαρμόζεται μήκος μεγέθους **1,5m,** καθέτως του άξονα της σταγόνας. Στη θέση αυτή στρογγυλεύεται η οπίσθια κεφαλή της νησίδας, με ακτίνα **R=0,75m**.

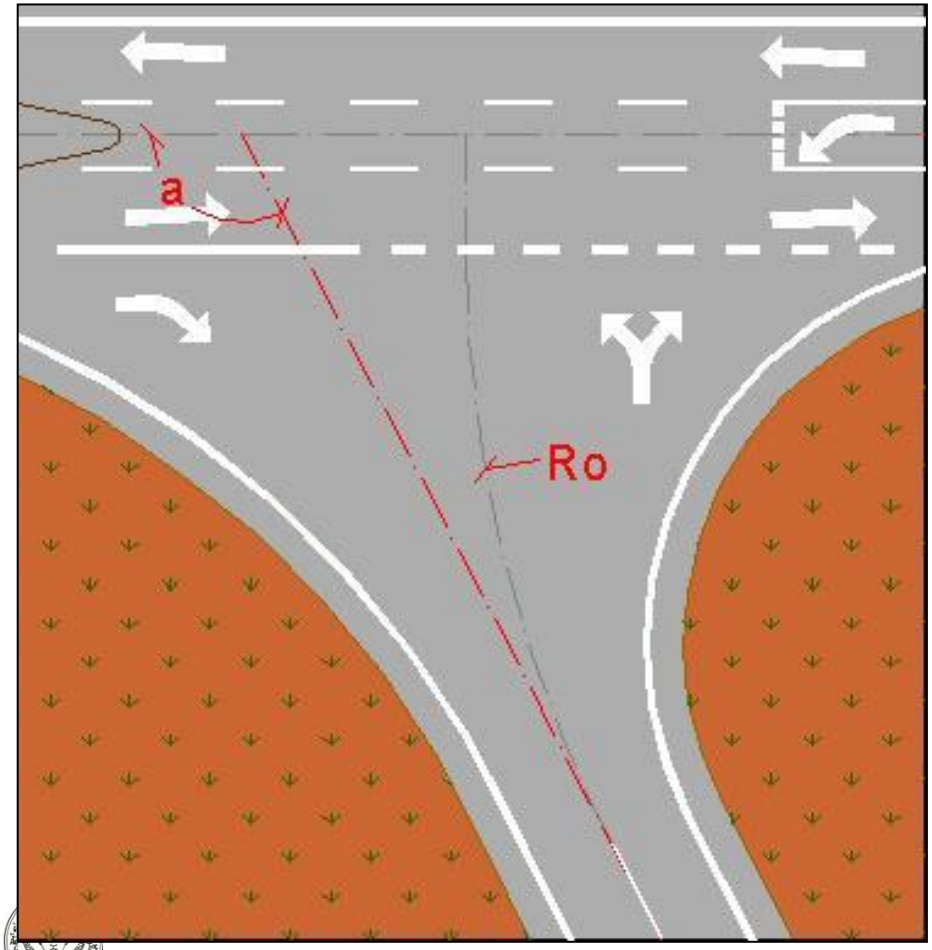
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (151/200)



Βήμα 9: Σχεδιάζεται το όριο της λωρίδας οδοστρώματος στον κεκαμμένο άξονα (οριζόντια σήμανση) και δημιουργείται επιφάνεια αποκλεισμού στις περιοχές που δεν αποτελούν δομικά στοιχεία της νησίδας.

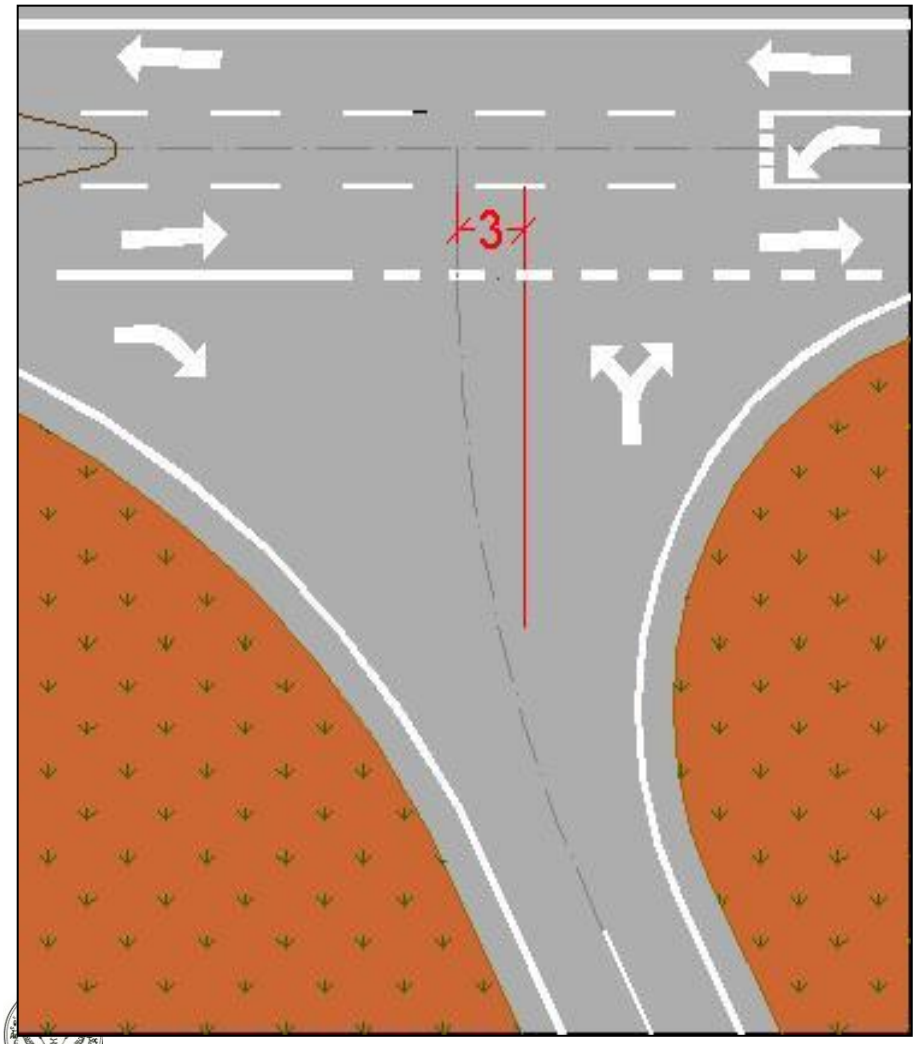
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (152/200)

Κατασκευή μικρής σταγόνας για γωνία συμβολής a > 120g



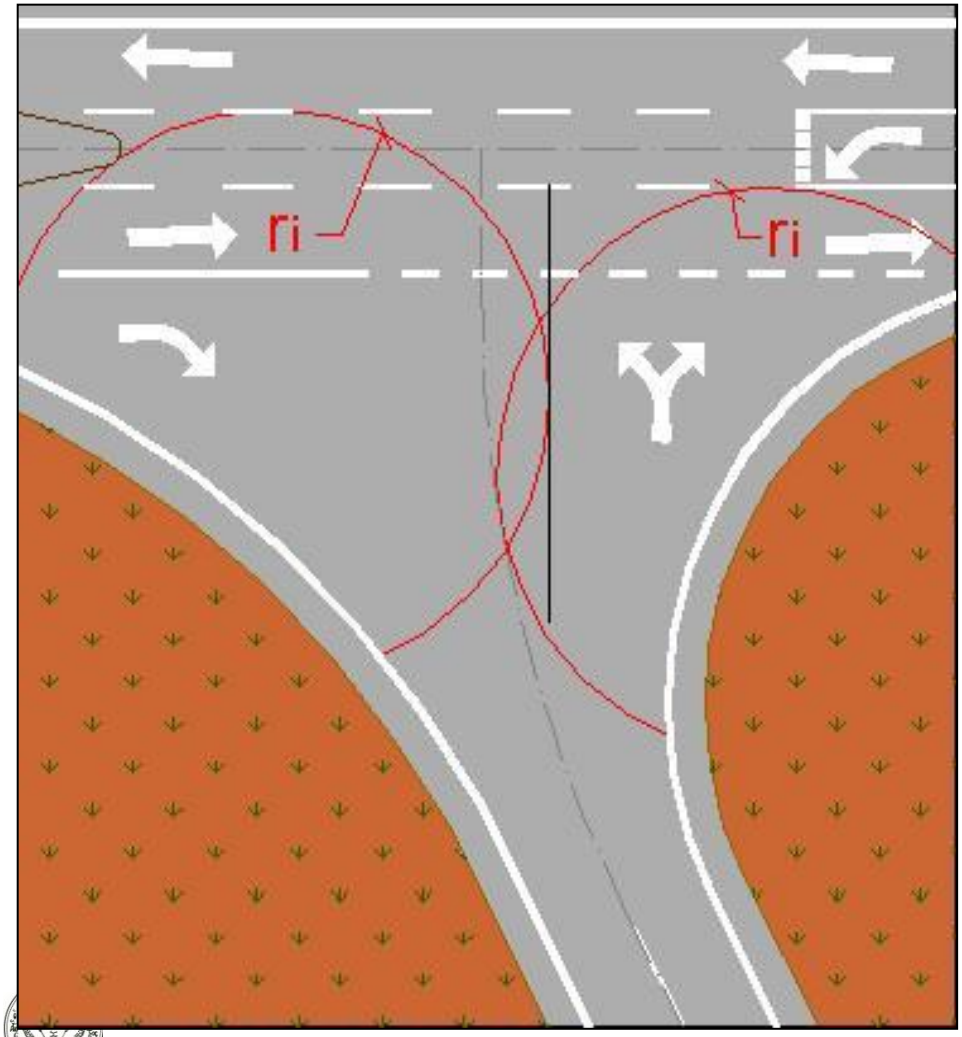
Βήμα 1: Επειδή η γωνία συμβολής των οδών είναι **>120^g**, κάμπτεται ο αρχικός άξονας του υποδεέστερου κλάδου του κόμβου με ακτίνα **Ro>50m**, ώστε ο κεκαμμένος πλέον άξονας να συναντά κάθετα το άκρο του υπέρτερου δρόμου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (153/200)



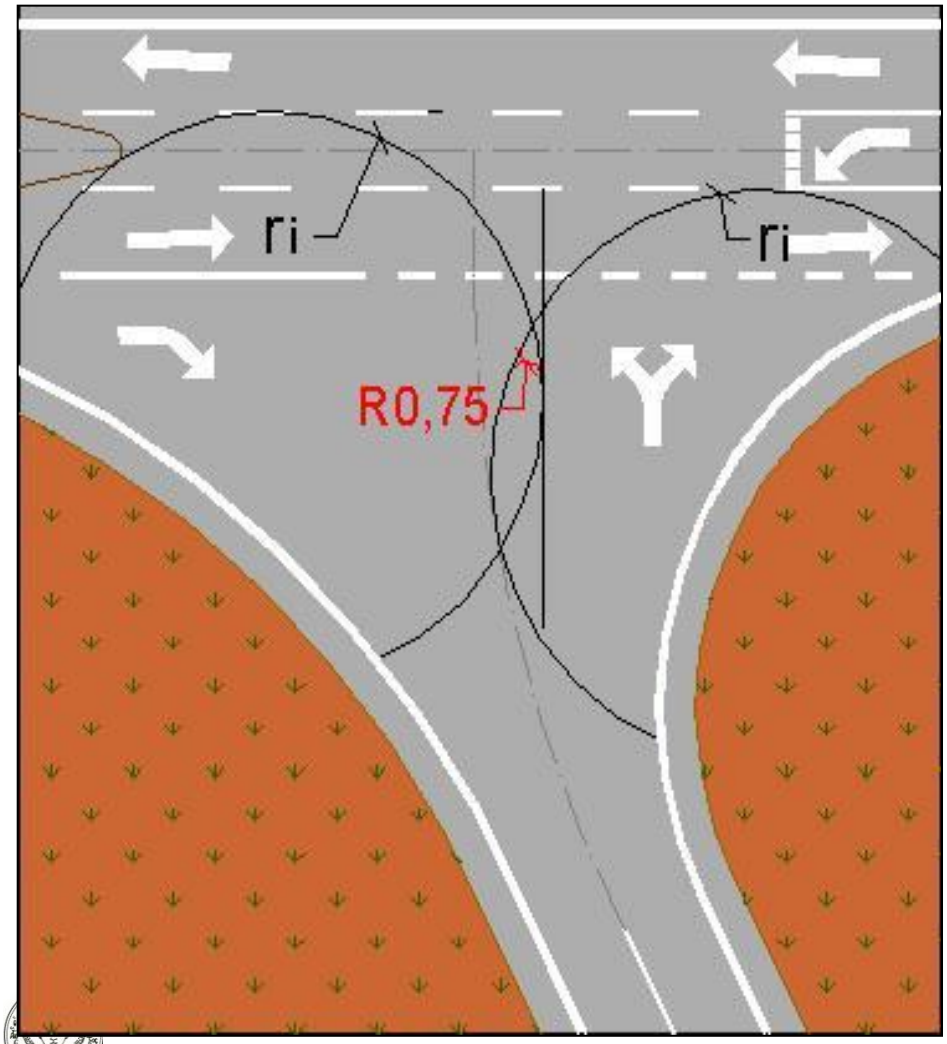
Βήμα 2: Σχεδιάζεται μια ευθεία, κάθετα προς τον άξονα του υπέρτερου δρόμου, σε απόσταση **3m** δεξιά του σημείου τομής του κεκαμμένου άξονα της υποδεέστερης οδού με την άκρη της λωρίδας κυκλοφορίας της υπέρτερης.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (154/200)



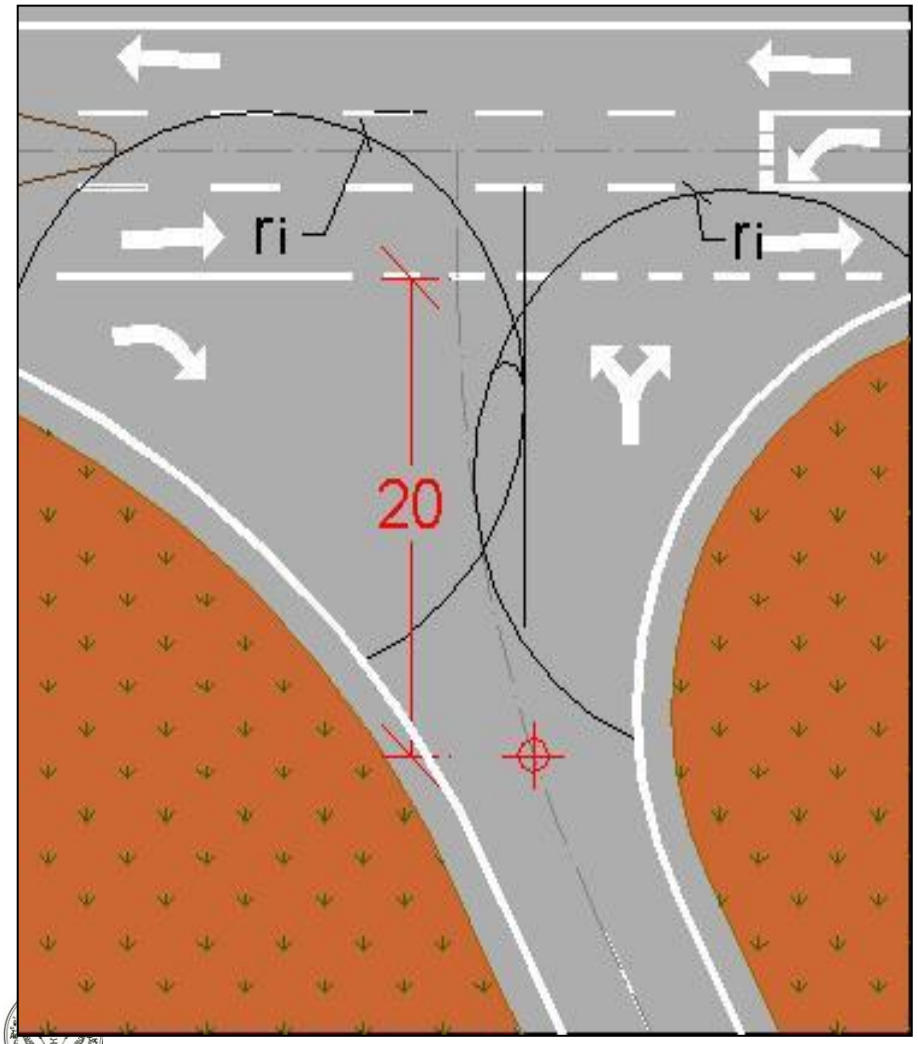
Βήμα 3: Φέρονται δύο κυκλικά τόξα ακτίνας **r_i=12m**. Το ένα τόξο εφάπτεται στο εσωτερικό όριο της λωρίδας πορείας του αριστερά στρέφοντα για έξοδο και στον κυρτωμένο άξονα του υποδεέστερου κλάδου. Το άλλο εφάπτεται στην ευθεία του βήματος 2 και στο εξωτερικό όριο της λωρίδας πορείας του αριστερά στρέφοντα για είσοδο.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (155/200)



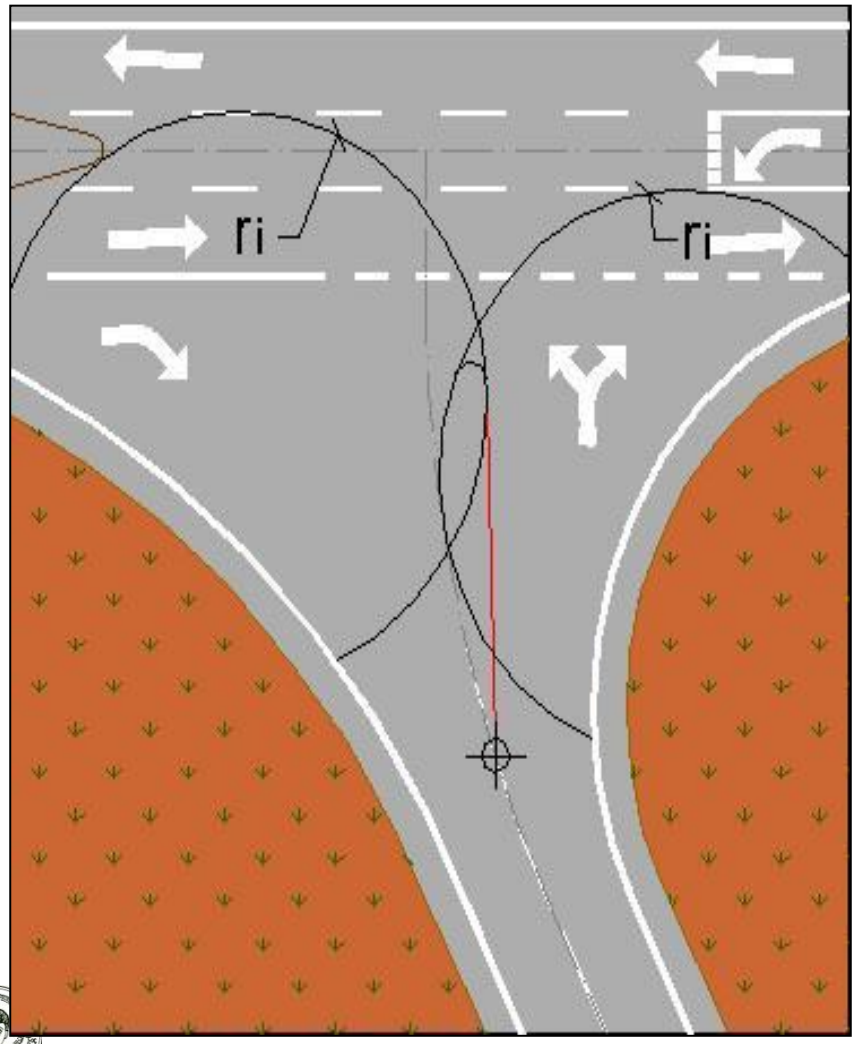
Βήμα 4: Στρογγυλεύεται η πρόσθια κεφαλή της νησίδας μεταξύ των δύο κυκλικών τόξων ακτίνας **ri**. Η ακτίνα στρογγύλευσης είναι **R=0,75m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (156/200)



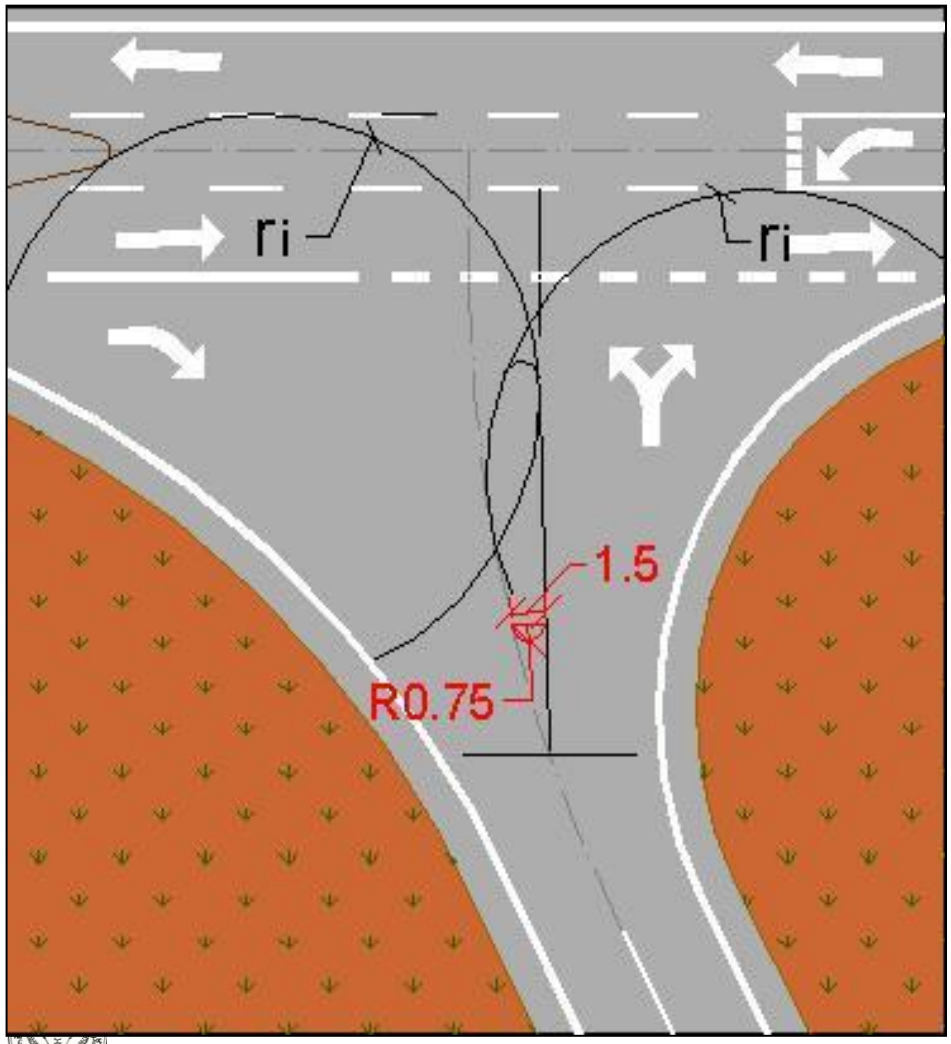
Βήμα 5: Προσδιορίζεται ένα σημείο, επάνω στον κεκαμμένο άξονα, το οποίο απέχει **20m** από την άκρη του υπέρτερου δρόμου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (157/200)



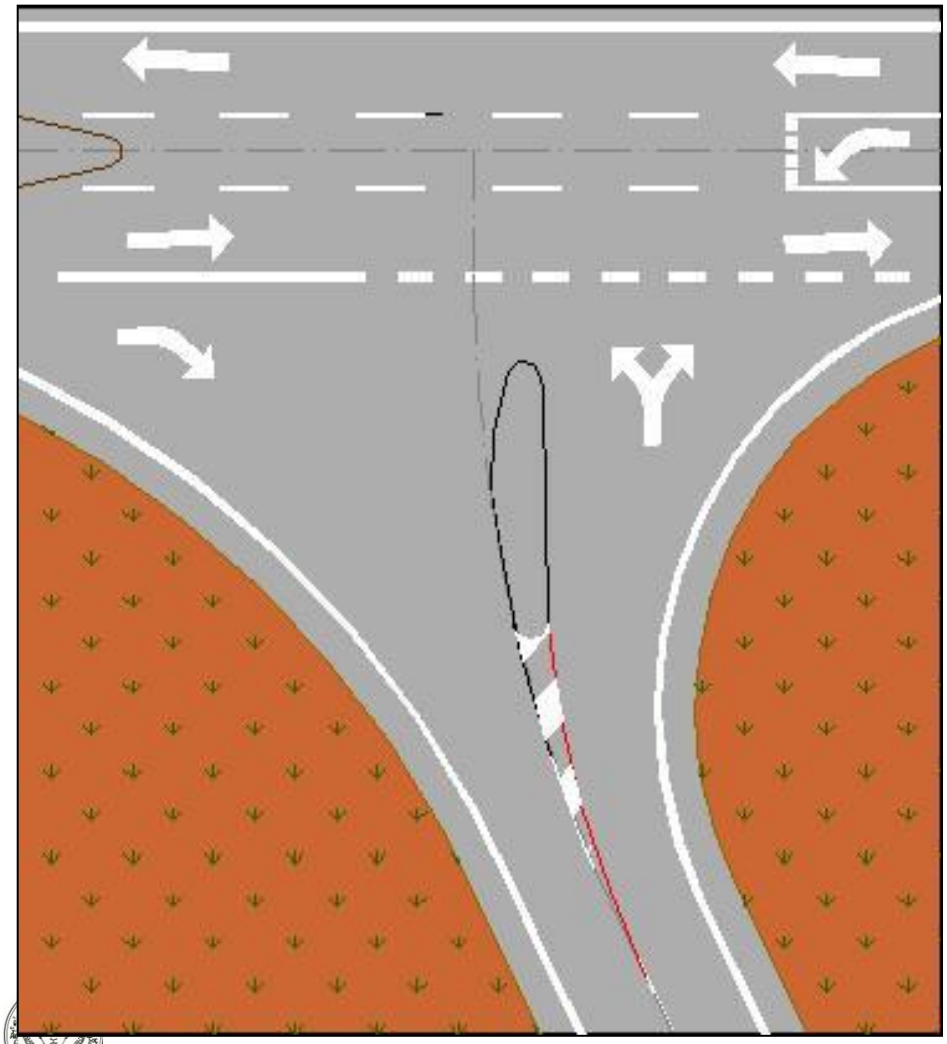
Βήμα 6: Σχεδιάζεται μια ευθεία, η οποία από τη μία μεριά εφάπτεται στο εσωτερικό άκρο της λωρίδας πορείας του αριστερά στρέφοντος για έξοδο (άνω δεξιά τόξο ακτίνας **ri**) και από την άλλη διέρχεται από το σημείο, που προσδιορίστηκε στο προηγούμενο βήμα (**Βήμα 5**).

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (158/200)



Βήμα 7: Μεταξύ της ευθείας και του βήματος 6 και του κεκαμμένου άξονα, προσαρμόζεται κάθετα στον άξονα το μέγεθος **1,50m**. Στη θέση αυτή στρογγυλεύεται η οπίσθια κεφαλή της νησίδας με ακτίνα **R=0,75m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (159/200)



Βήμα 8: Σχεδιάζεται το όριο της λωρίδας οδοστρώματος στον κεκαμμένο άξονα (οριζόντια σήμανση) και δημιουργείται επιφάνεια αποκλεισμού στις περιοχές που δεν αποτελούν δομικά στοιχεία της νησίδας. Το όριο λωρίδας είναι συνήθως κυκλικό τόξο, κατάλληλης ακτίνας, το οποίο εφάπτεται στον κεκαμμένο άξονα και στην ευθεία του **Βήματος 6**.

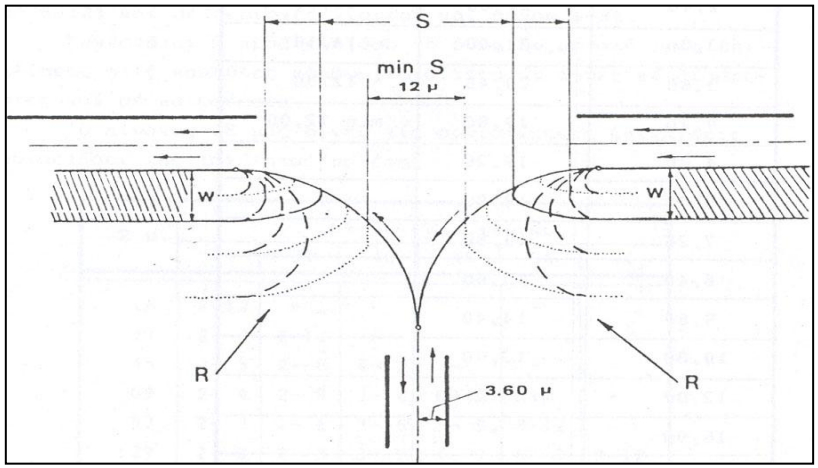
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (160/200)

- Οι επιμήκεις διαχωριστές, που εμφανίζονται στα Σχήματα 29-32, στρογγυλεύονται απαραιτήτως στο άκρο τους, καθοδηγώντας έτσι τους οδηγούς και διαμορφώνοντας τον κενό ενδιάμεσο χώρο, που προκύπτει από τη διαπλάτυνση (Σχήμα 36). Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 29, η στρογγύλευση αυτή χαράσσεται συναρτήσει της πορείας του οχήματος μελέτης που στρέφει αριστερά - είτε για είσοδο, είτε για έξοδο - προσαρμοσμένη στο ίχνος της τροχιάς του. Υπάρχουν δύο τρόποι για την δημιουργία της στρογγύλευσης του άκρου των επιμηκών διαχωριστών :
  - *Το ημικύκλιο.*
  - *Η αιχμή σφαίρας.*

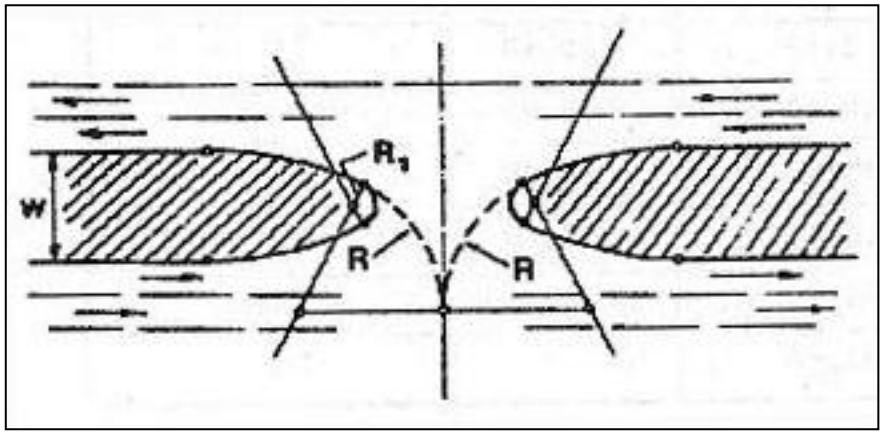
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (161/200)

- Στα Σχήματα 36, 37 και 38, απεικονίζεται η περίπτωση της στρογγύλευσης του ενδιάμεσου χώρου απέναντι νησίδων, όμως είναι φανερό ότι τα μεγέθη ισχύουν και στην περίπτωση του ενός μόνο διαχωριστή.
- Το *ημικυκλικό άκρο* (Σχήμα 36) είναι μια απλή μορφή στρογγύλευσης, η οποία είναι ικανοποιητική για στενούς ενδιάμεσους χώρους. Για πλάτος, όμως ενδιάμεσου χώρου μεγαλύτερο από **2,40m** είναι προτιμότερη η εφαρμογή της *αιχμής σφαίρας* (Σχήματα 37 και 38). Το χαρακτηριστικό της αιχμής σφαίρας είναι ότι η καμπύλη της έχει τέτοια μορφή που κατευθύνει τα αριστερά στρέφοντα οχήματα να στραφούν προς τον άξονα της διασταυρούμενης οδού, ενώ το ημικυκλικό άκρο τείνει να τα οδηγήσει στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας της διασταυρούμενης οδού. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν διάφοροι τρόποι διαμόρφωσης αιχμής σφαίρας, οι οποίοι περιγράφονται παρακάτω.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (162/200)

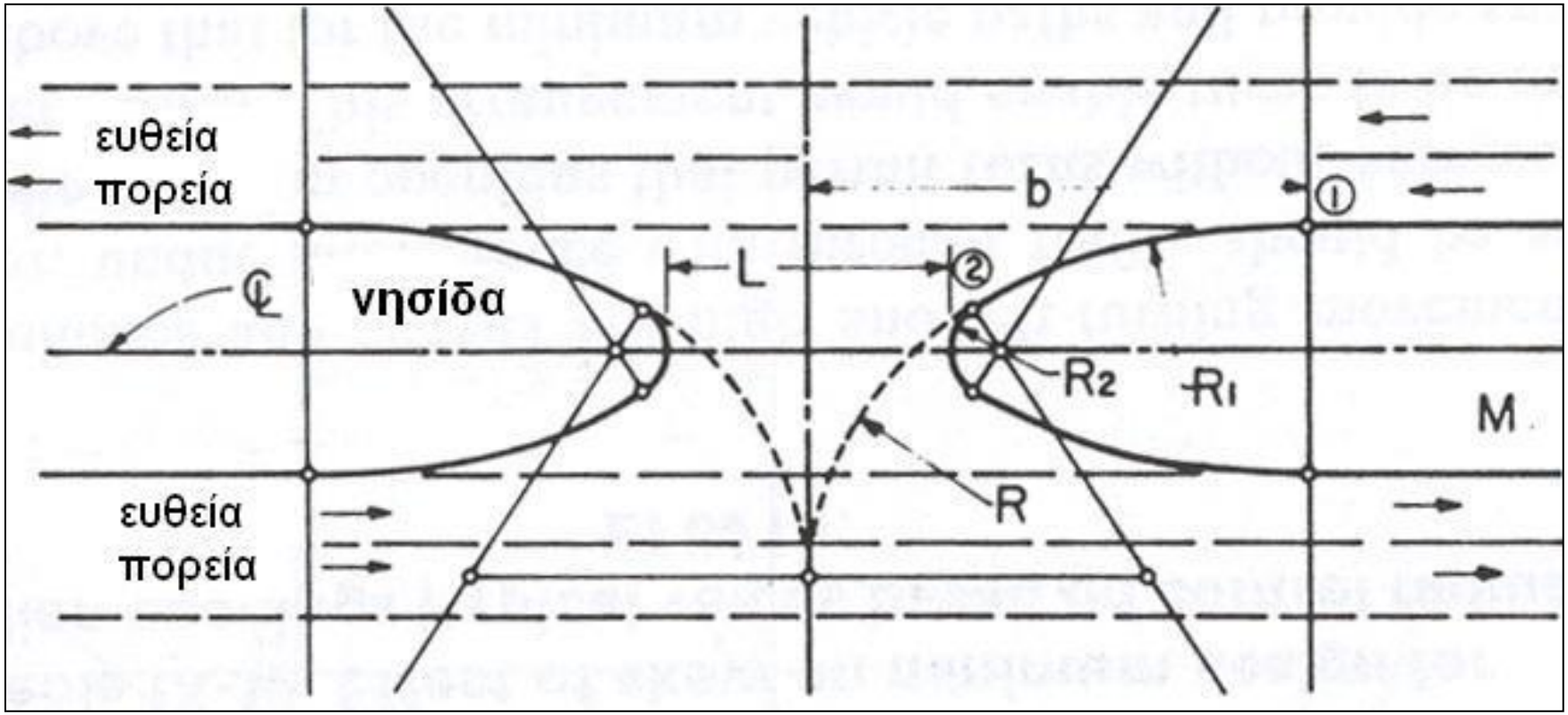


Σχήμα 36: Στροφή προς τα αριστερά σε μία διασταύρωση σε διηρημένη οδό [8]



Σχήμα 37: Χαρακτηριστικά γεωμετρικά στοιχεία για την κατασκευή αιχμής σφαίρας [8]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (163/200)



Σχήμα 38: Κατασκευή αιχμής σφαίρας κατά AASHTO [5]

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (164/200)

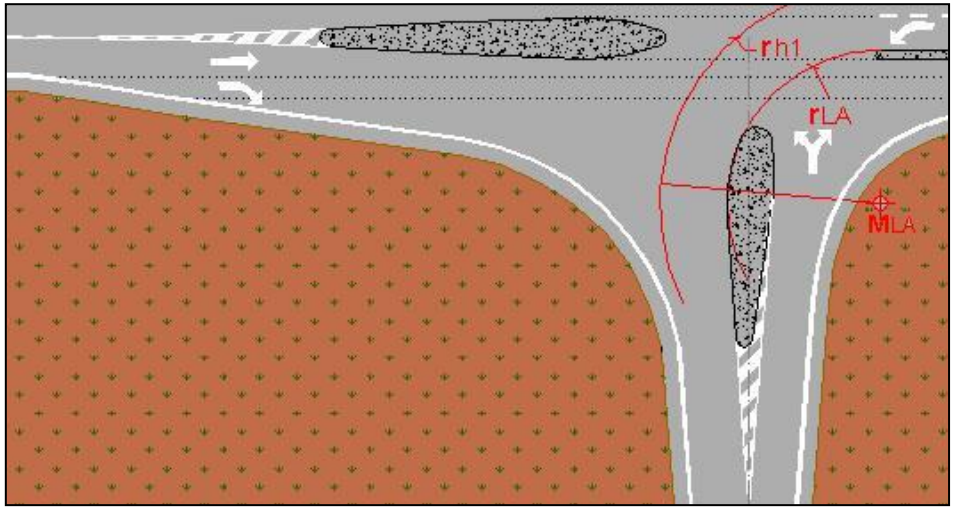
- Ένας τρόπος σχεδίασης της αιχμής σφαίρας [8] είναι δύο συμμετρικά κυκλικά τόξα ίδιας ακτίνας, με στρογγύλευση του άκρου της με μια μικρότερη ακτίνα, τιμής περίπου ίσης με το **1/5** του πλάτους του ενδιάμεσου χώρου (Σχήματα 36 και 37). Οι τιμές που δίνονται στην ακτίνα **R** και το πλάτος **w** ποικίλλουν και εξαρτώνται από το όχημα μελέτης, τις γεωμετρικές, αλλά και κυκλοφοριακές συνθήκες στο συγκεκριμένο κόμβο.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (165/200)

- Οι γερμανικοί κανονισμοί RAS-K-1 [1], παρέχουν αναλυτικά βήματα κατασκευή τριγωνικών νησίδων, σε συνδυασμό και με την κατασκευή σφήνας εξόδου. Ακολουθεί η ανάλυση των βημάτων αυτών και για τις δύο κατηγορίες τριγωνικών νησίδων:
  - Κατασκευή σφήνας εξόδου και τριγωνικής νησίδας χωρίς δεδομένο μήκος αιχμής.
  - Κατασκευή σφήνας εξόδου και τριγωνικής νησίδας με δεδομένο μήκος αιχμής.

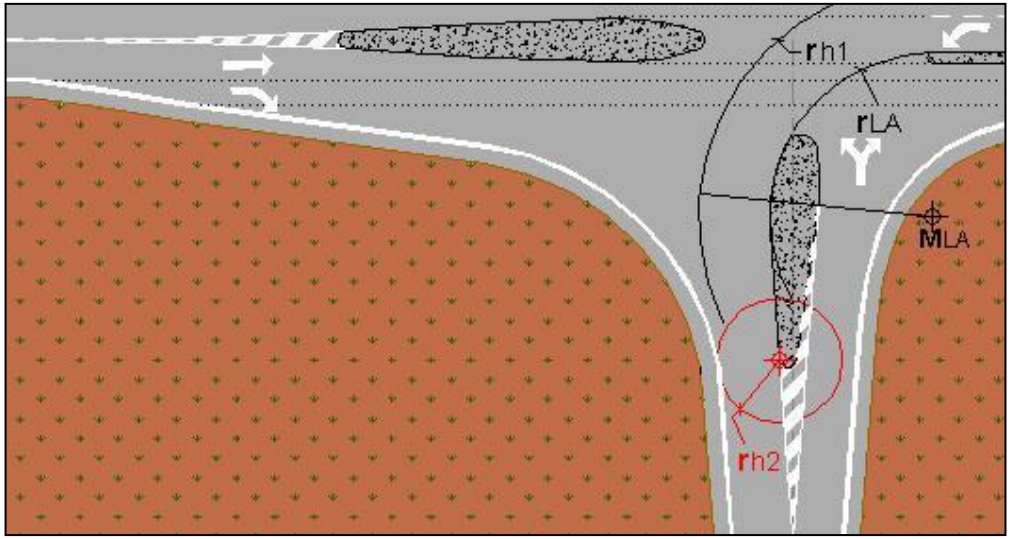
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (166/200)

Κατασκευή σφήνας εξόδου και τριγωνικής νησίδας χωρίς δεδομένο μήκος αιχμής



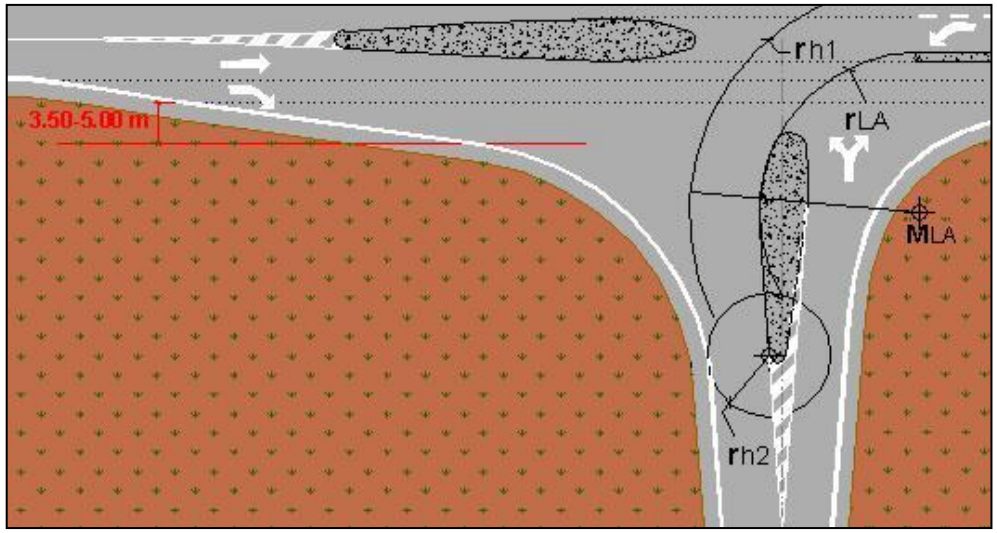
Βήμα 1: Φέρεται ένας βοηθητικός κύκλος γύρω από το σημείο $\mathbf{M_{LA}}$ με ακτίνα $\mathbf{r_{h1} = r_{LA} + 6{,}00 + 0{,}50m}$. Το σημείο $\mathbf{M_{LA}}$ είναι το κέντρο του τόξου ακτίνας $\mathbf{r_{LA}}$, το οποίο εφάπτεται στο εξωτερικό άκρο της λωρίδας πορείας των αριστερά στρεφόντων για έξοδο. Και τα δύο παραπάνω μεγέθη αποτελούν κατασκευαστικές λεπτομέρειες της μεγάλης σταγόνας του υποδεέστερου κλάδου του κόμβου. (βλ. Κατασκευή μικρών και μεγάλων σταγόνων)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (167/200)



Βήμα 2: Χαράσσεται βοηθητικός κύκλος από το σημείο της πίσω γωνίας της σταγόνας με ακτίνα $\mathbf{r_{h2}}$ = **5,50+ d**, όπου **d** το πλάτος της λωρίδας καθοδήγησης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές.

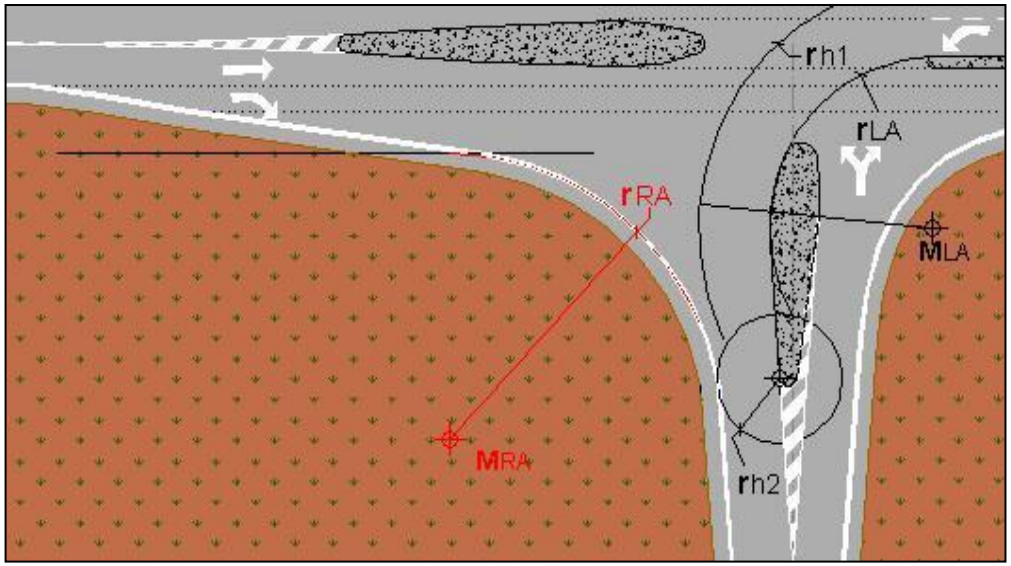
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (168/200)



Βήμα 3: Χαράσσεται παράλληλη στα όρια της κύριας οδού σε απόσταση **3,50 – 5,00m**, για τη χάραξη της *σφήνας εξόδου*.

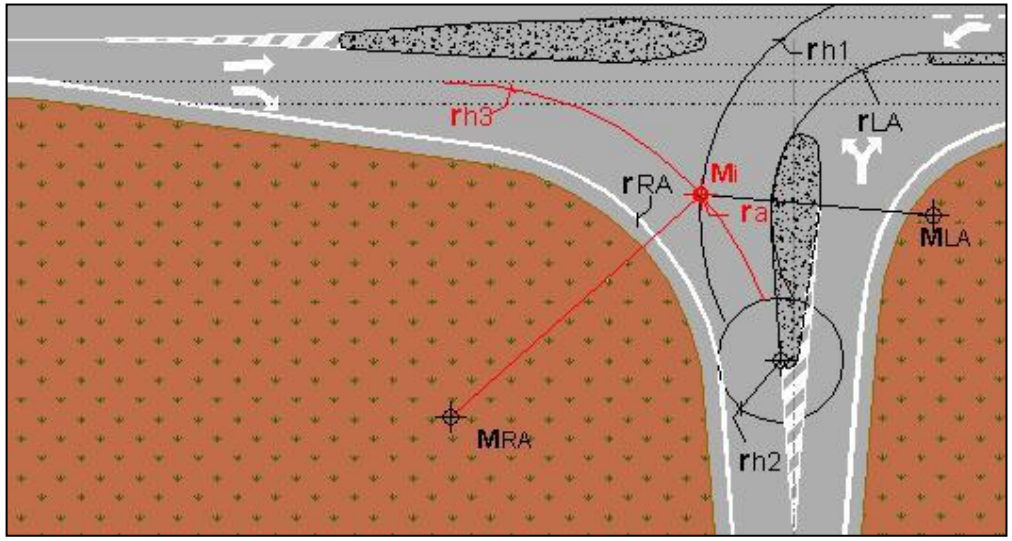
(Σημείωση: στο διπλανό σχήμα επιλέχθηκε ως όριο της κύρια οδού η δεύτερη, κατά σειρά, διακεκομμένη γραμμή, γιατί αποτελεί την οριογραμμή μετά τη διαπλάτυνση του οδοστρώματος του υπέρτερου δρόμου)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (169/200)



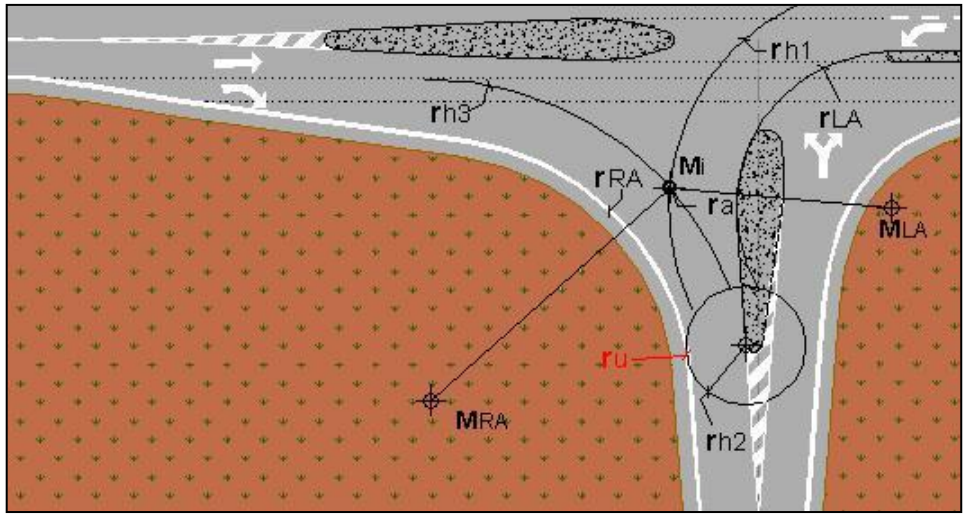
Βήμα 4: Χαράσσεται τόξο $\mathbf{r_{RA}}$, για την κατασκευή δεξιάς στροφής εξόδου από την κύρια οδό, έτσι ώστε να εφάπτεται στον βοηθητικό κύκλο με ακτίνα $\mathbf{r_{h2}}$, που ορίστηκε στο βήμα 2 και στην παράλληλη του βήματος 3. Η τιμή που λαμβάνει το τόξο αυτό φαίνεται στον Πίνακα 6, αλλά πάντοτε λαμβάνεται υπόψη η τροχιά του οχήματος μελέτης. Παράλληλα ορίζεται και το κέντρο του τόξου $\mathbf{M_{RA}}$.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (170/200)



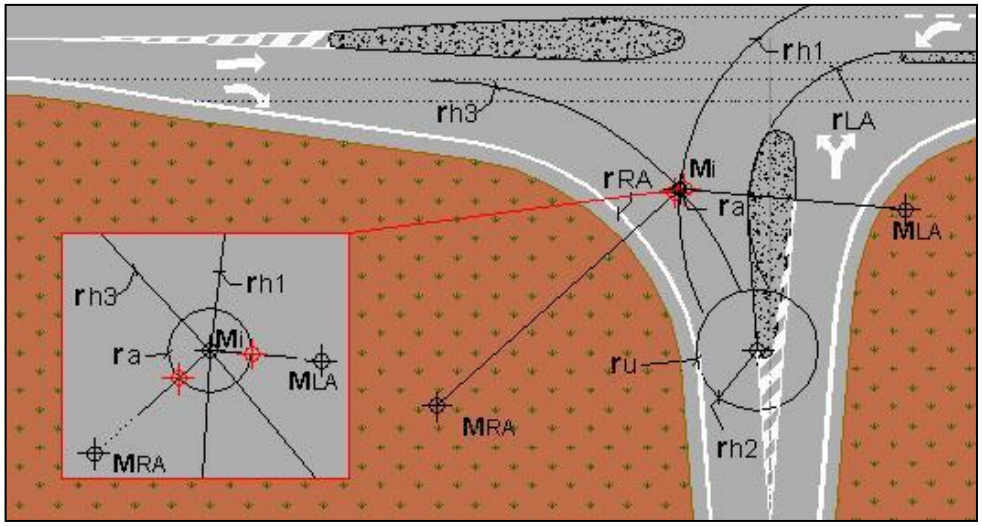
Βήμα 5: Γύρω από το $\mathbf{M_{RA}}$ χαράσσεται ένας κύκλος με ακτίνα $\mathbf{r_{h3}} = \mathbf{r_{RA}} + \mathbf{5{,}50m} + \mathbf{d}$, όπου **d** το πλάτος της λωρίδας καθοδήγησης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Αυτός ο κύκλος τέμνει τον κύκλο με ακτίνα $\mathbf{r_{h1}}$ στο σημείο **M**i. Το σημείο αυτό αποτελεί το κέντρο στρογγύλευσης της τριγωνικής νησίδας στη θέση αυτή, ενώ η ακτίνα στρογγύλευσης είναι **r**a=0,50m.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (171/200)



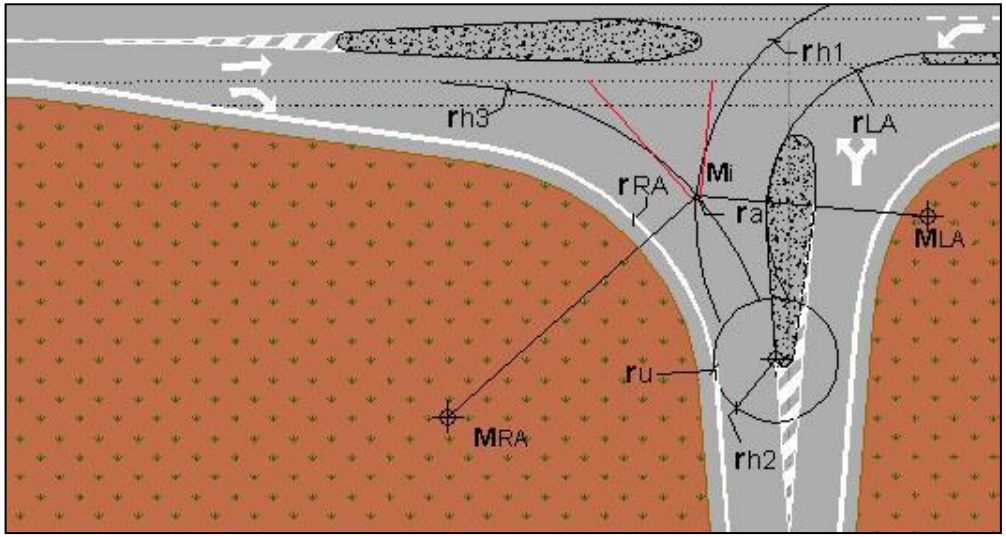
Βήμα 6: Προσαρμόζεται ένα κυκλικό τόξο **r**u, μεταξύ του κύκλου με ακτίνα $\mathbf{r}_{RA}$ του βήματος 4 και των ορίων του δευτερεύοντος δρόμου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (172/200)



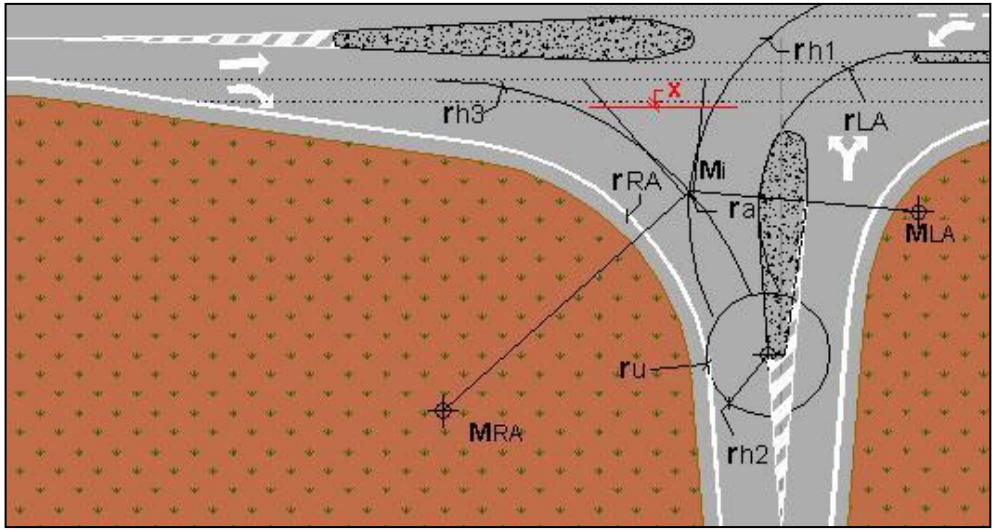
Βήμα 7: Συνδέονται το κέντρο $\mathbf{M_{LA}}$ και $\mathbf{M}_{RA}$ με το **M**i, οπότε ορίζονται τα σημεία τομής των ευθειών αυτών με το τόξο στρογγύλευσης της νησίδας **r**a.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (173/200)



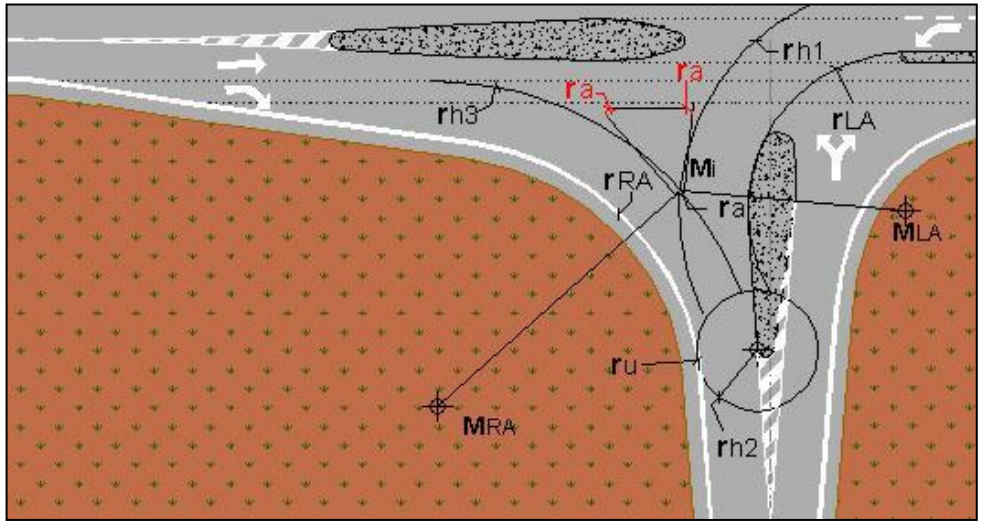
Βήμα 8: Από τα σημεία τομής του βήματος 7, χαράσσονται οι εφαπτόμενες στο τόξο στρογγύλευσης **r**a. Έτσι ορίζονται οι πλευρές της τριγωνικής νησίδας.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (174/200)



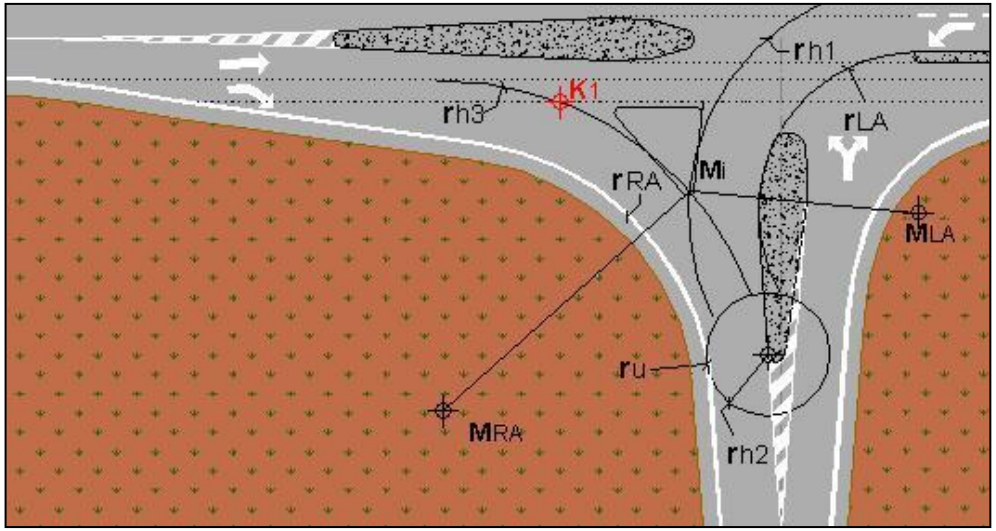
Βήμα 9: Η πλευρά της τριγωνικής νησίδας, που είναι παράλληλη στα όρια της κύριας οδού, τοποθετείται στις κατηγορίες οδών Α και Β σε απόσταση **x=0,50m** ή **0,30m** από τα όρια της λωρίδας κυκλοφορίας, ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι λωρίδων πολλαπλών χρήσεων αντίστοιχα, ενώ στην ομάδα οδών Γ τοποθετείται στα όρια της λωρίδας κυκλοφορίας.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (175/200)



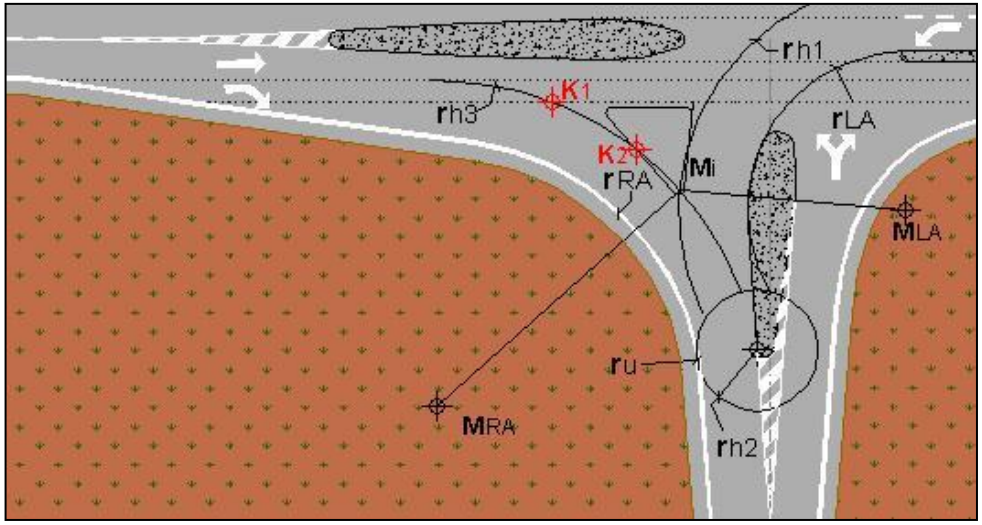
Βήμα 10: Οι τομές των πλευρών του τριγώνου στρογγυλεύονται με κυκλικό τόξο ακτίνας **ra=0,50m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (176/200)



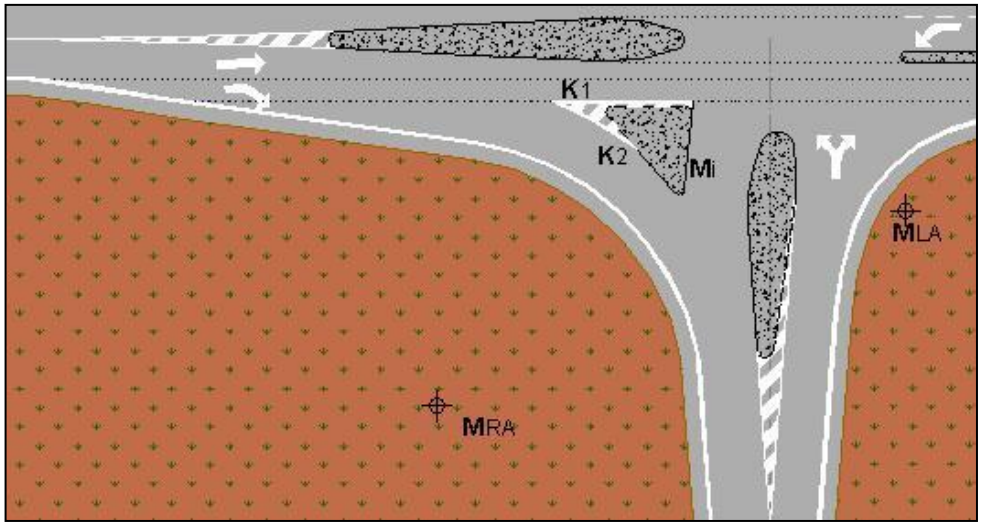
Βήμα 11: Το τόξο με ακτίνα $\mathbf{r_{h3}}$, το οποίο κατασκευάστηκε στο βήμα 5, τέμνει το όριο της κύριας οδού στο σημείο **Κ**1.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (177/200)



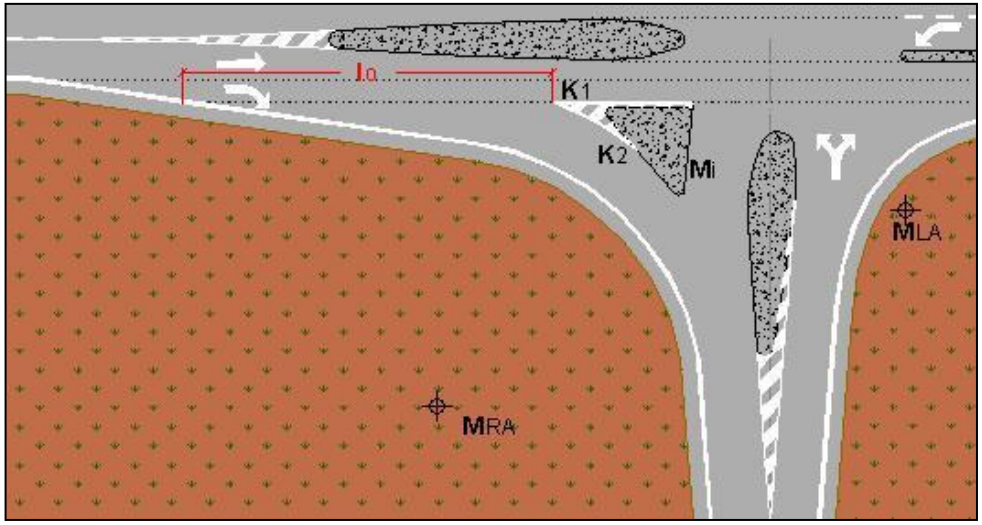
Βήμα 12: Το τόξο με ακτίνα $\mathbf{r_{h3}}$ τέμνει την πλευρά της τριγωνικής νησίδας στο σημείο **K2**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (178/200)



Βήμα 13: Η επιφάνεια που περικλείεται από το τόξο **K1K2**, το όριο της κύριας οδού και τις πλευρές της τριγωνικής νησίδας γίνεται μια διαγραμμισμένη διαχωριστική επιφάνεια.

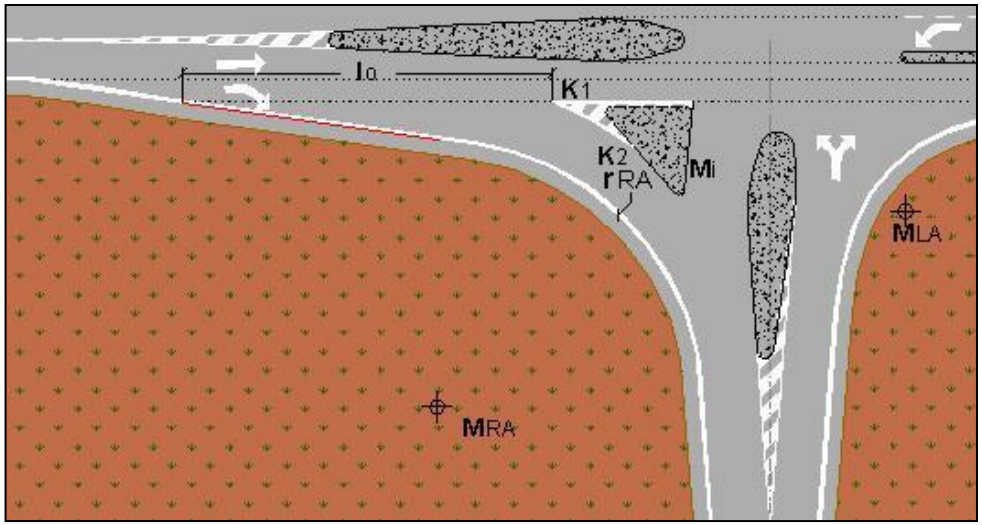
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (179/200)



Βήμα 14: Από το σημείο τομής **Κ**1 φέρεται, κατά τη διεύθυνση κίνησης, το άνοιγμα **lo= 35,00m** της σφήνας εξόδου.

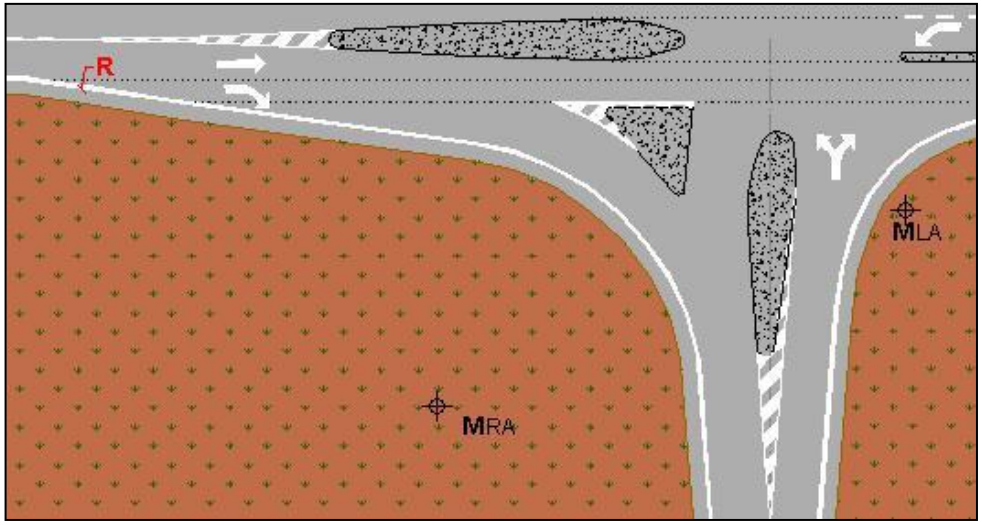
(*Σημείωση*: στην περίπτωση λωρίδας δεξιάς στροφής εξόδου το άνοιγμα αυτό ισούται με $\mathbf{l_{RA}}$**=lv+lz** (βλ. Σχήμα 23)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (180/200)



Βήμα 15: Στην περιοχή της σφήνας φέρεται η εφαπτόμενη από την αρχή του ανοίγματος στον κύκλο δεξιάς στροφής.

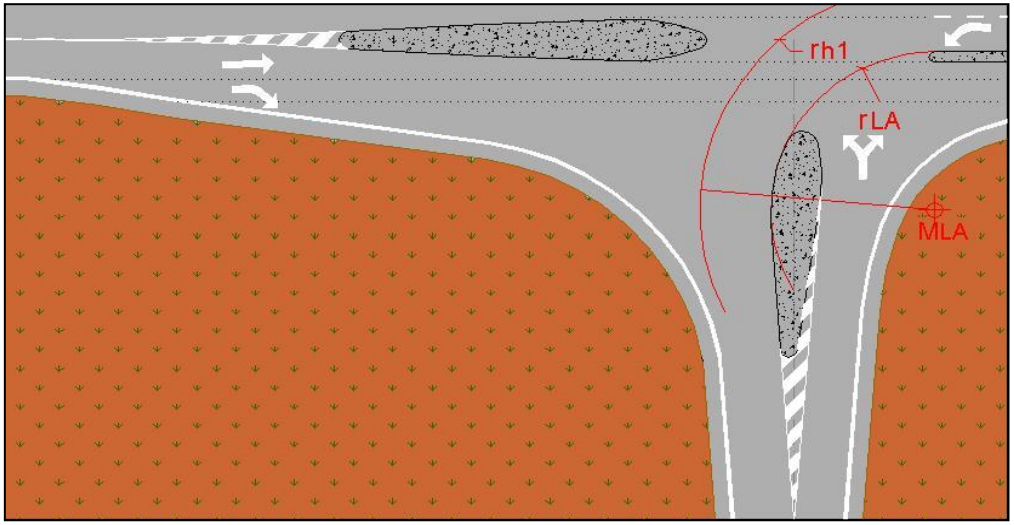
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (181/200)



Βήμα 16: Στην περίπτωση που η υπέρτερη οδός υφίσταται διαπλάτυνση, προσαρμόζεται ένα τόξο ακτίνας **R** μεταξύ του αρχικού ορίου του υπέρτερου δρόμου και της αρχής της σφήνας εξόδου.

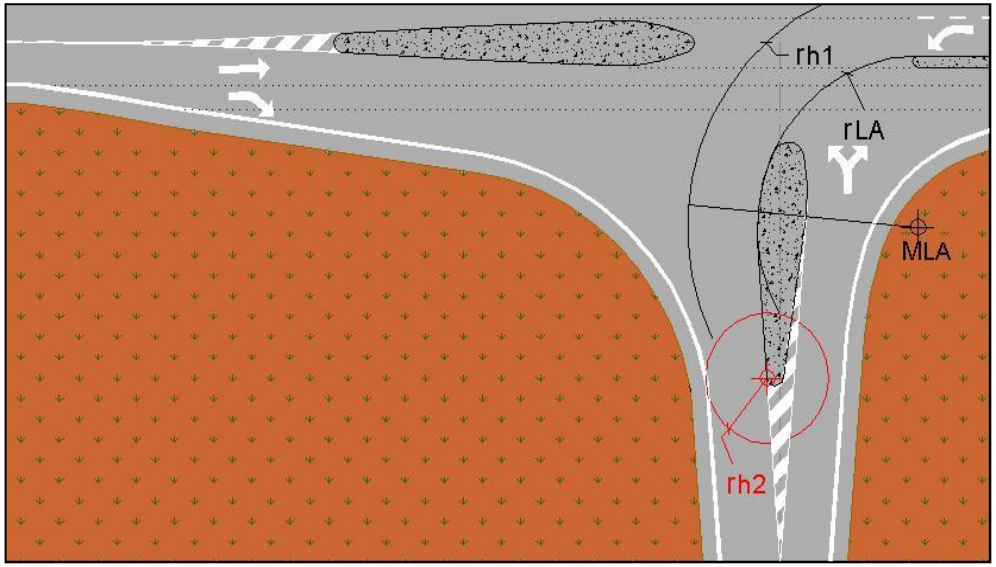
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (182/200)

Κατασκευή σφήνας εξόδου και τριγωνικής νησίδας με δεδομένο μήκος αιχμής



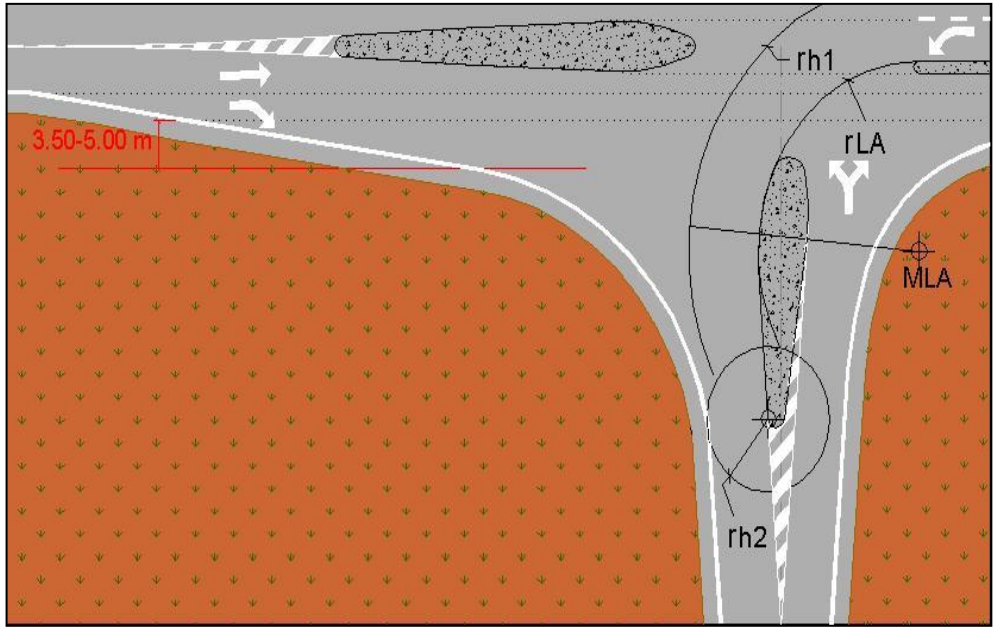
Βήμα 1: Φέρεται ένας βοηθητικός κύκλος γύρω από το σημείο $\mathbf{M_{LA}}$ με ακτίνα $\mathbf{r_{h1} = r_{LA} + 6{,}00 + 0{,}50m}$. Το σημείο $\mathbf{M_{LA}}$ είναι το κέντρο του τόξου ακτίνας $\mathbf{r_{LA}}$, το οποίο εκφράζει το εσωτερικό άκρο της λωρίδας πορείας των αριστερά στρεφόντων για έξοδο. Και τα δύο παραπάνω μεγέθη αποτελούν κατασκευαστικές λεπτομέρειες της μεγάλης σταγόνας του υποδεέστερου κλάδου του κόμβου. (βλ. Κατασκευή μικρών και μεγάλων σταγόνων)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (183/200)



Βήμα 2: Χαράσσεται βοηθητικός κύκλος από το σημείο της πίσω γωνίας της σταγόνας με ακτίνα $\mathbf{r_{h2}}$ = **5,50+ d**, όπου **d** το πλάτος της λωρίδας καθοδήγησης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές.

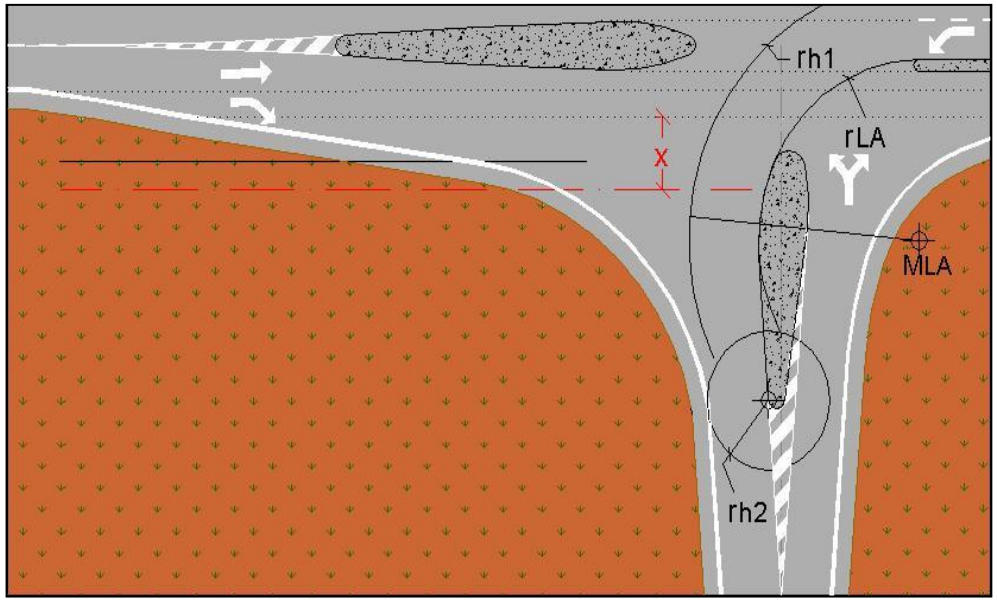
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (184/200)



Βήμα 3: Χαράσσεται παράλληλη στα όρια της κύριας οδού σε απόσταση **3,50 – 5,00m**, για τη χάραξη της *σφήνας εξόδου*.

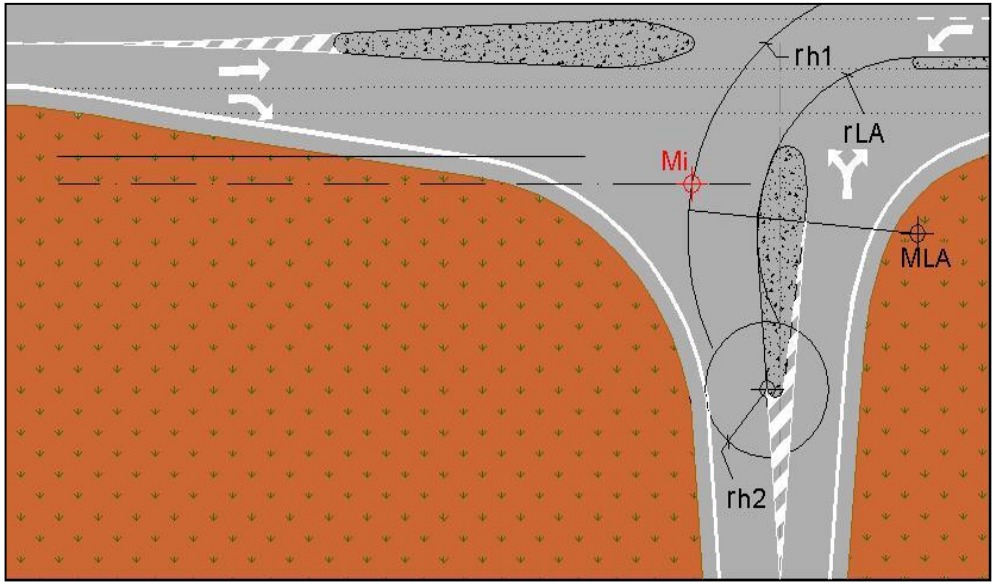
(Σημείωση: στο διπλανό σχήμα επιλέχθηκε ως όριο της κύρια οδού η δεύτερη, κατά σειρά, διακεκομμένη γραμμή, γιατί αποτελεί την οριογραμμή μετά τη διαπλάτυνση του οδοστρώματος του υπέρτερου δρόμου. Στην περίπτωση λωρίδας δεξιάς στροφής εξόδου, η μετατόπιση ισούται με το πλάτος της λωρίδας)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (185/200)



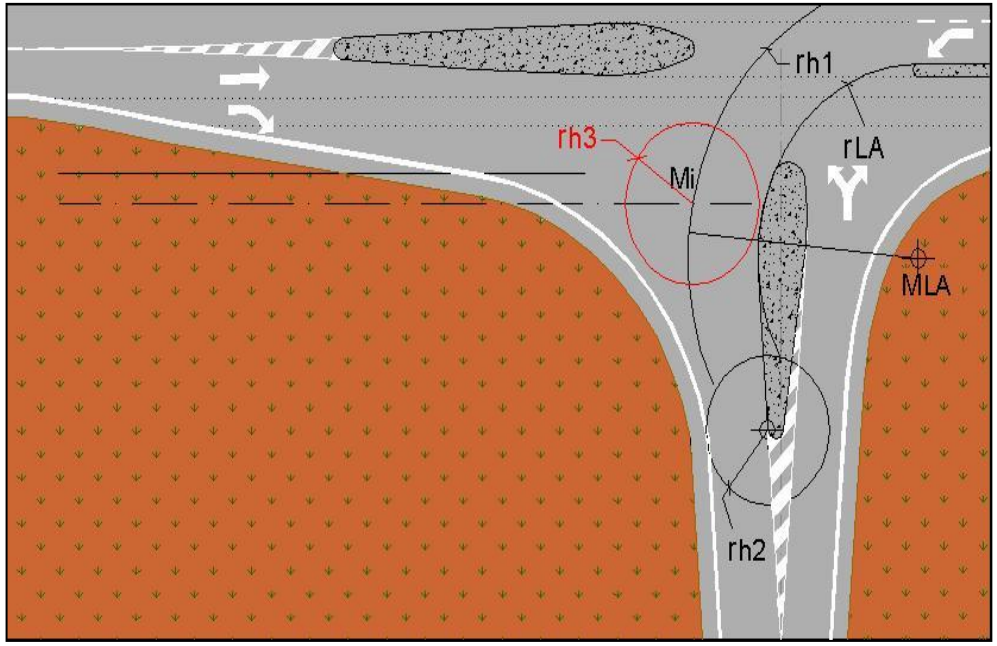
Βήμα 4: Σχεδιάζεται μια παράλληλη στο εξωτερικό όριο της κύριας οδού, με κατεύθυνση προς τη δευτερεύουσα, και σε απόσταση που αντιστοιχεί κατά προσέγγιση στο επιθυμητό μήκος της κάθετης πλευράς της νησίδας.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (186/200)



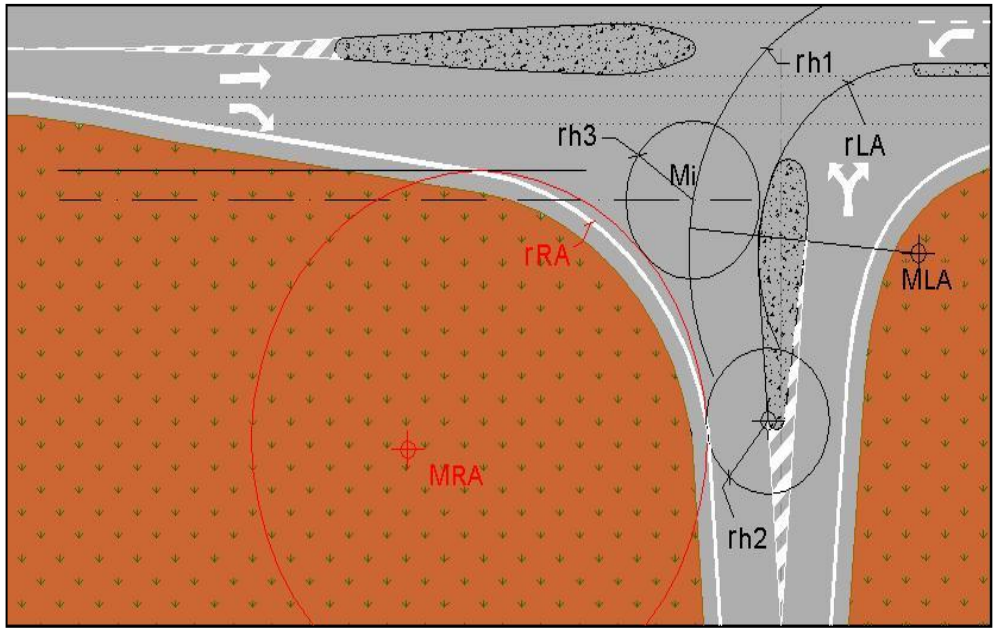
Βήμα 5: Προσδιορίζεται το σημείο **Mi**, ως τομή της ευθείας, που περιγράφηκε στο προηγούμενο βήμα, και του κυκλικού τόξου ακτίνας $\mathbf{r_{h1}}$. Το σημείο αυτό αποτελεί το κέντρο για την στρογγύλευση της τριγωνικής νησίδας.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (187/200)



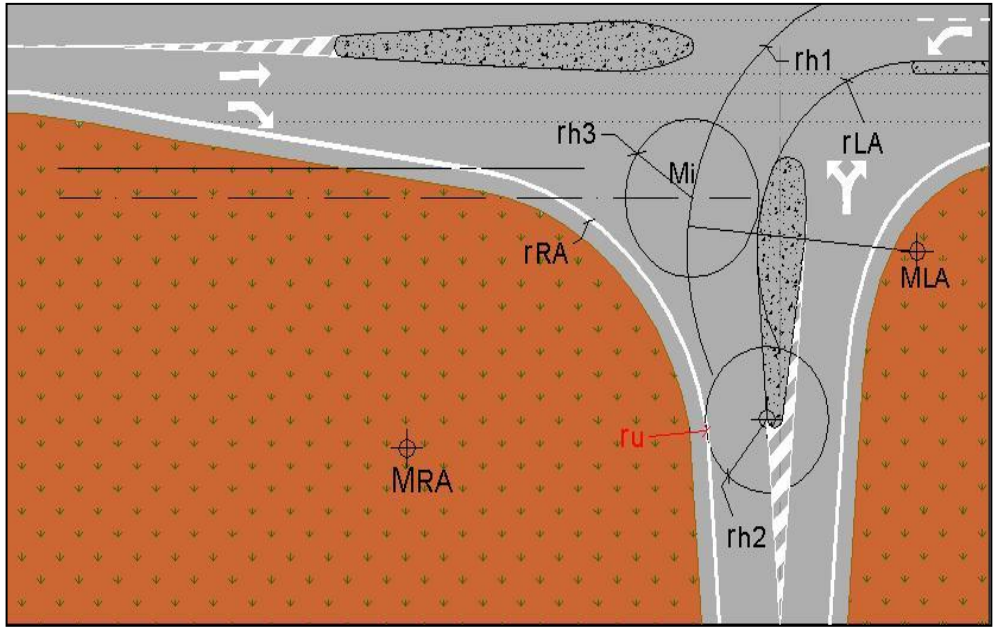
Βήμα 6: Χαράσσεται, με κέντρο το σημείο Mi, βοηθητικός κύκλος ακτίνας $\mathbf{r_{h3} = r_{RA} + 5{,}50m + d}$, όπου **d** το πλάτος της λωρίδας καθοδήγησης, σύμ-φωνα με τις προδιαγραφές.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (188/200)



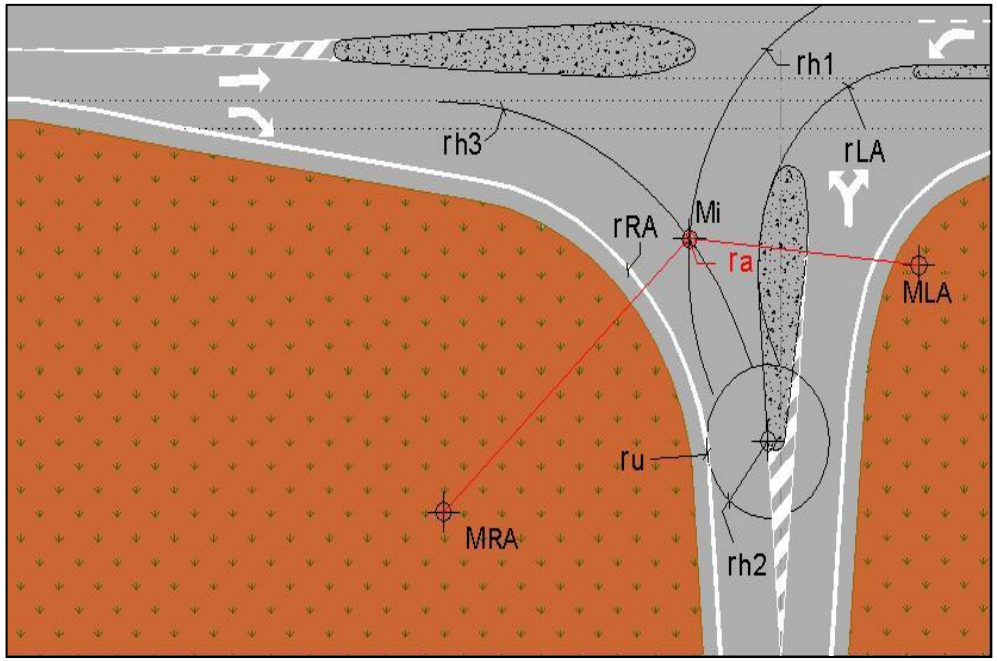
Βήμα 7: Χαράσσεται ένας βοηθητικός κύκλος, έτσι ώστε να εφάπτεται στην παράλληλη, που κατασκευάστηκε στο βήμα 3, και στους κύκλους με ακτίνες $\mathbf{r_{h2}}$ (βήμα 2) και $\mathbf{r_{h3}}$ (βήμα 6). Η ακτίνα του κύκλου, που προκύπτει, στρογγυλεύεται στην τιμή $\mathbf{r_{RA}}$ και τοποθετείται το κέντρο $\mathbf{M_{RA}}$ του νέου κύκλου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (189/200)



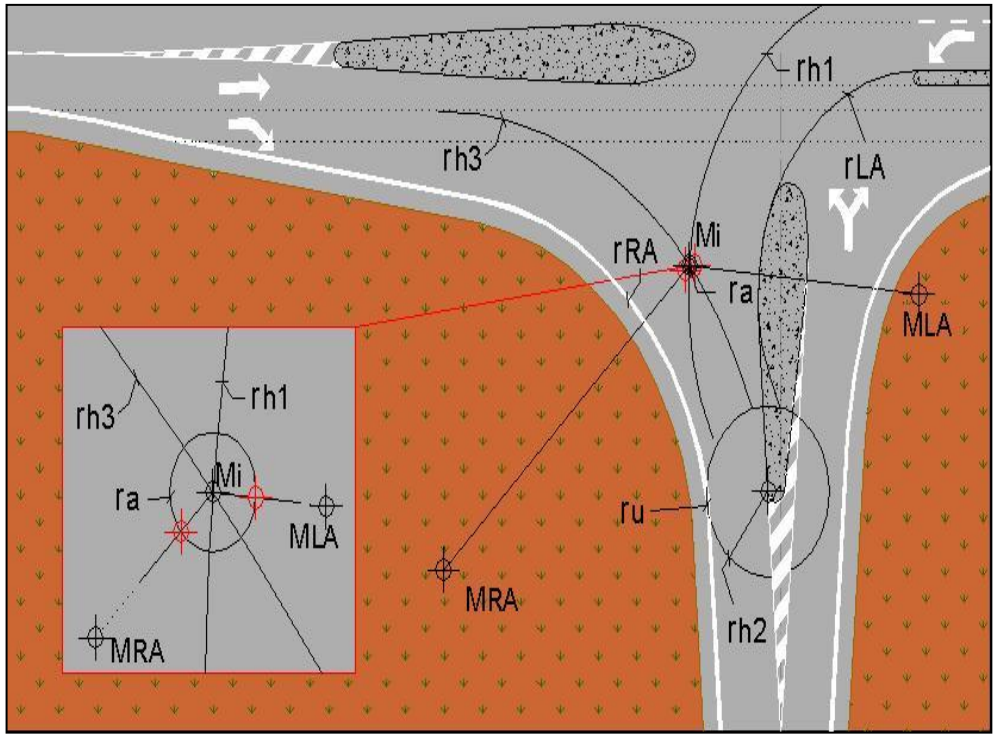
Βήμα 8: Προσαρμόζεται ένα κυκλικό τόξο **r**u, μεταξύ του κύκλου με ακτίνα $\mathbf{r}_{RA}$ του βήματος 7 και των ορίων του δευτερεύοντος δρόμου.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (190/200)



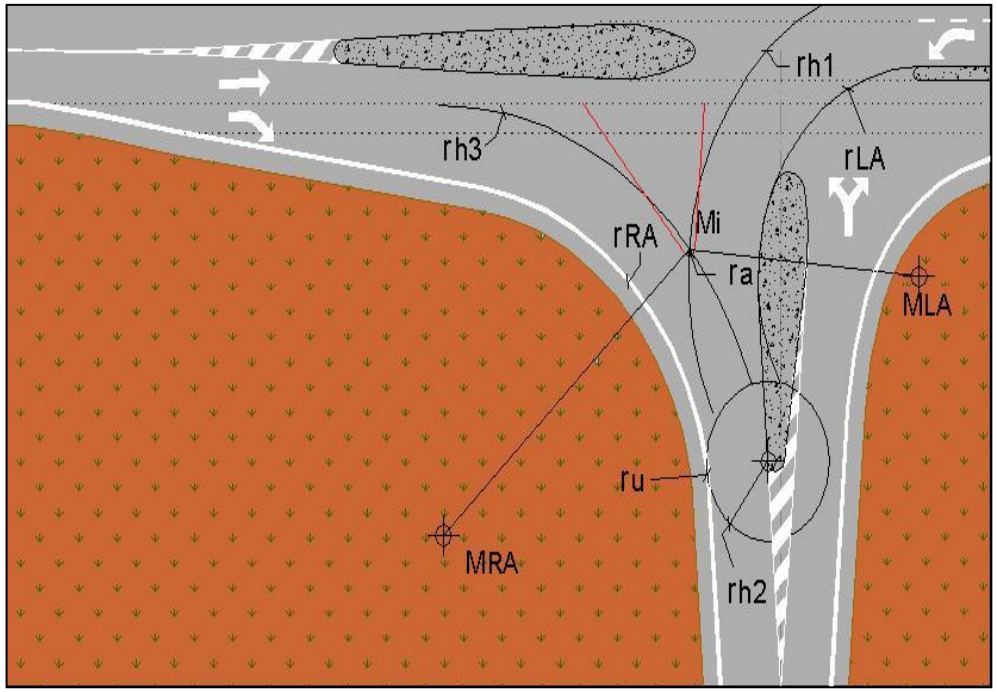
Βήμα 9: Το **Mi** αποτελεί το κέντρο της στρογγύλευσης της τριγωνικής νησίδας, με ακτίνα **ra=0,5m**. Στη συνέχεια ενώνονται με ευθείες τα σημεία **Mi**, $\mathbf{M_{RA}}$ και $\mathbf{M_{LA}}$.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (191/200)



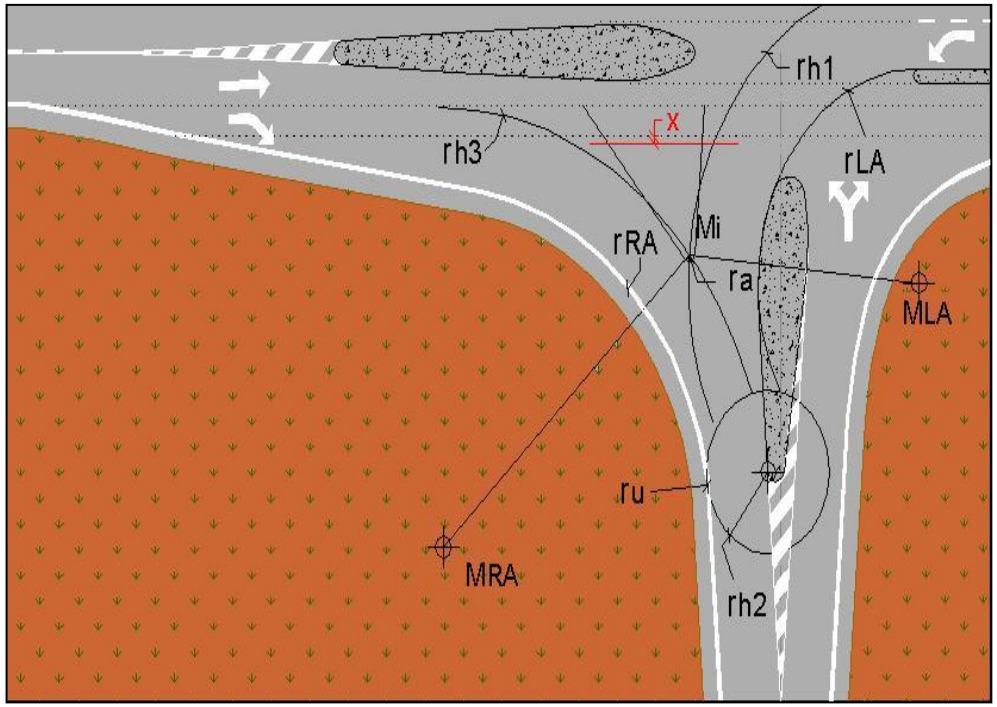
Βήμα 10: Ορίζονται τα σημεία τομής των ευθειών αυτών με το τόξο στρογγύλευσης της νησίδας **ra**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (192/200)



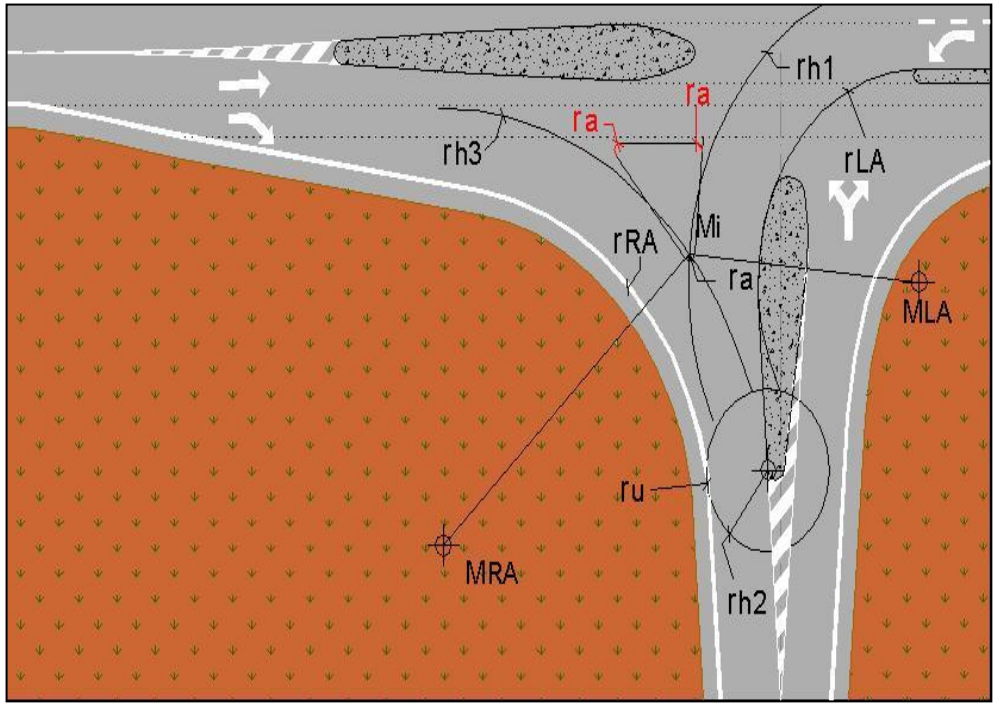
Βήμα 11: Από τα σημεία τομής του **Βήματος 10**, χαράσσονται οι εφαπτόμενες στο τόξο στρογγύλευσης **ra**. Έτσι ορίζονται οι πλευρές της τριγωνικής νησίδας.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (193/200)



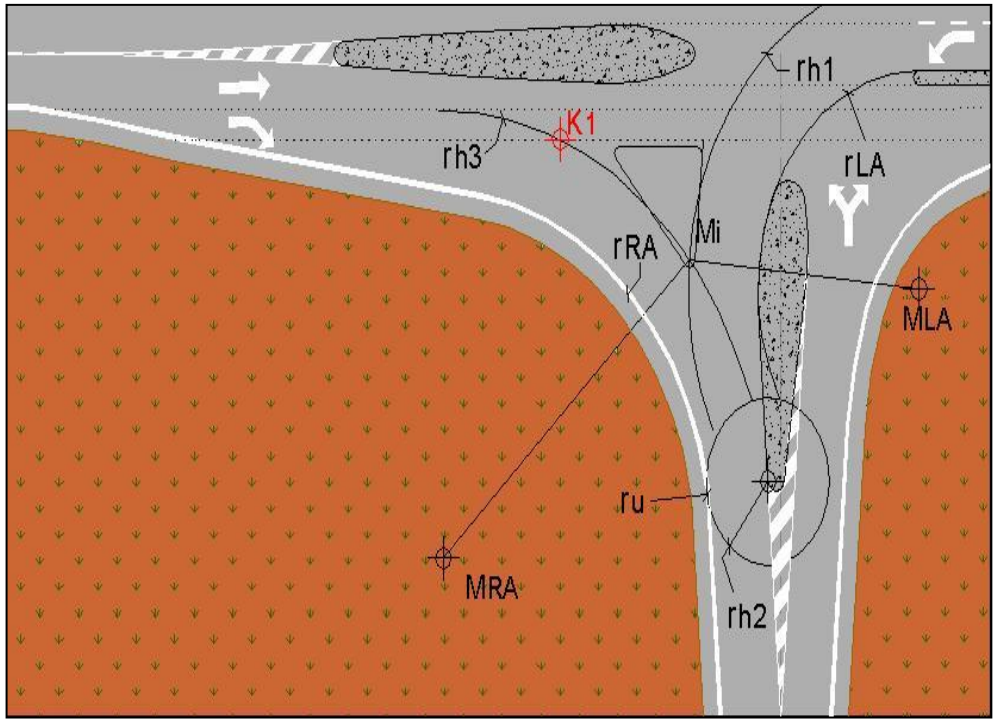
Βήμα 12: Η πλευρά της τριγωνικής νησίδας, που είναι παράλληλη στα όρια της κύριας οδού, τοποθετείται στις κατηγορίες οδών Α και Β σε απόσταση **x=0,50m** ή **0,30m** από τα όρια της λωρίδας κυκλοφορίας, ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι λωρίδων πολλαπλών χρήσεων αντίστοιχα, ενώ στην κατηγορία C τοποθετείται στα όρια της λωρίδας κυκλοφορίας.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (194/200)



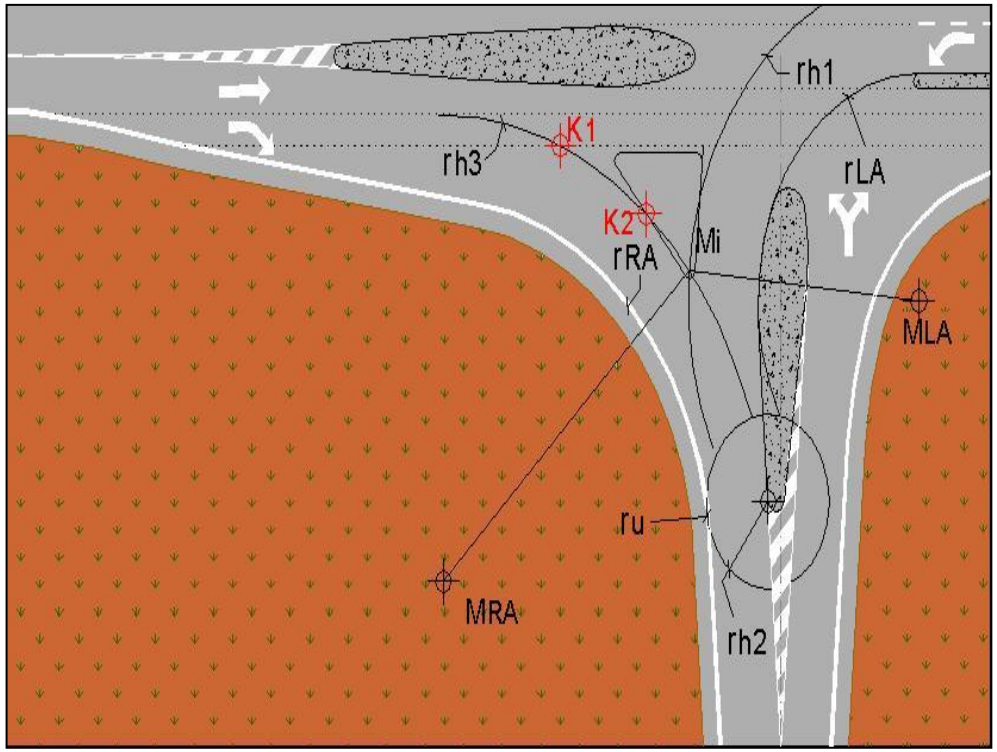
Βήμα 13: Οι τομές των πλευρών του τριγώνου στρογγυλεύονται με κυκλικό τόξο ακτίνας **ra=0,50m**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (195/200)



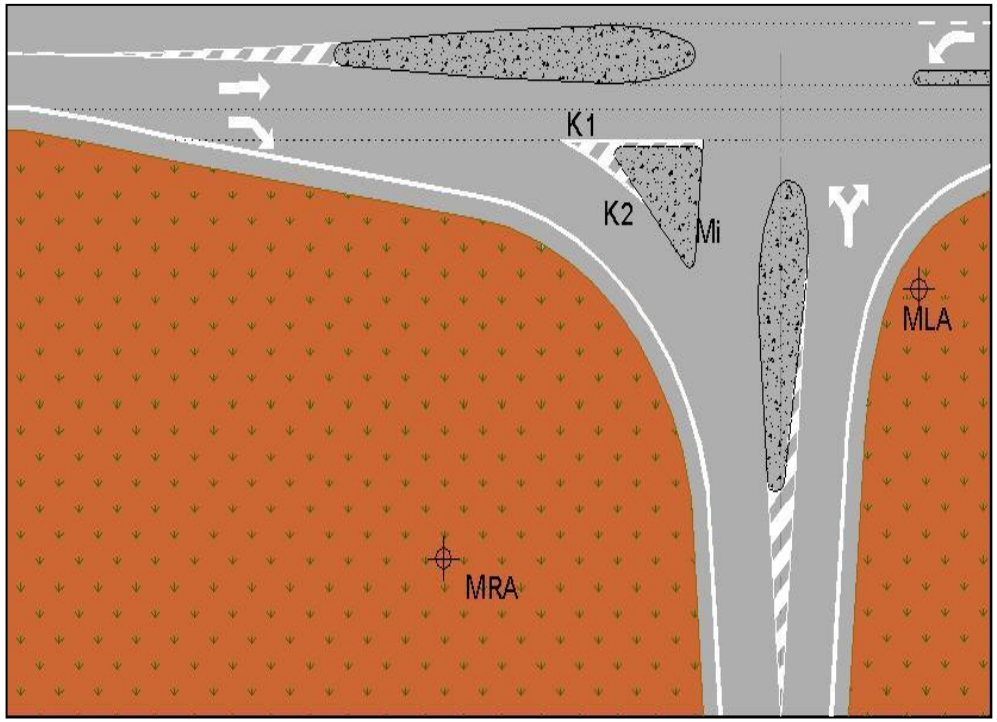
Βήμα 14: Το τόξο με ακτίνα $\mathbf{r_{h3}}$, το οποίο κατασκευάστηκε στο βήμα 6, τέμνει το όριο της κύριας οδού στο σημείο **Κ**1.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (196/200)



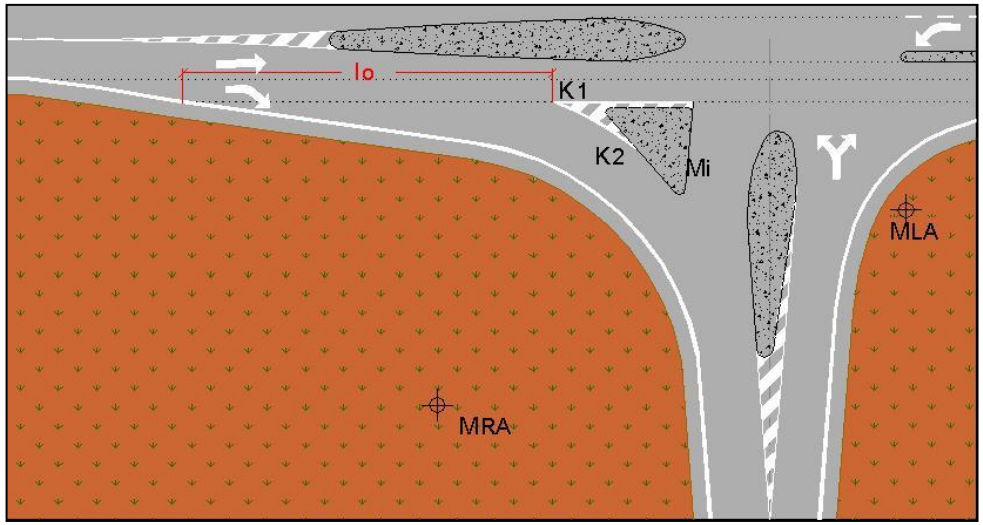
Βήμα 15: Το τόξο με ακτίνα $\mathbf{r_{h3}}$ τέμνει την πλευρά της τριγωνικής νησίδας στο σημείο **K2**.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (197/200)



Βήμα 16: Η επιφάνεια που περικλείεται από το τόξο **Κ1Κ2**, το όριο της κύριας οδού και τις πλευρές της τριγωνικής νησίδας γίνεται μια διαγραμμισμένη διαχωριστική επιφάνεια.

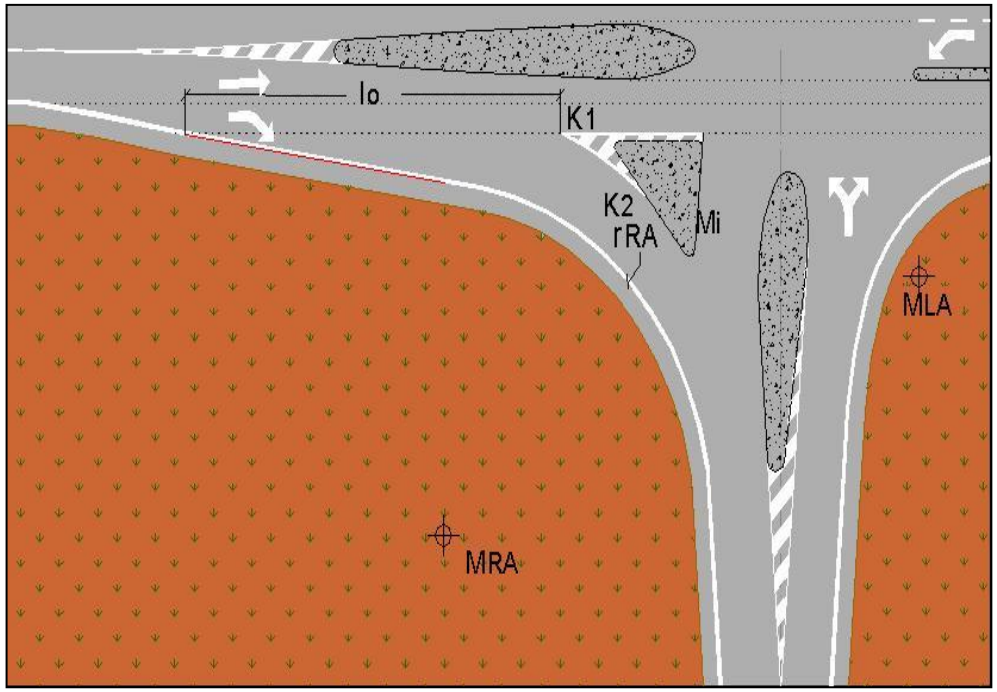
Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (198/200)



Βήμα 17: Από το σημείο τομής **Κ**1 φέρεται, κατά τη διεύθυνση κίνησης, το άνοιγμα **lo= 35,00m** της σφήνας εξόδου.

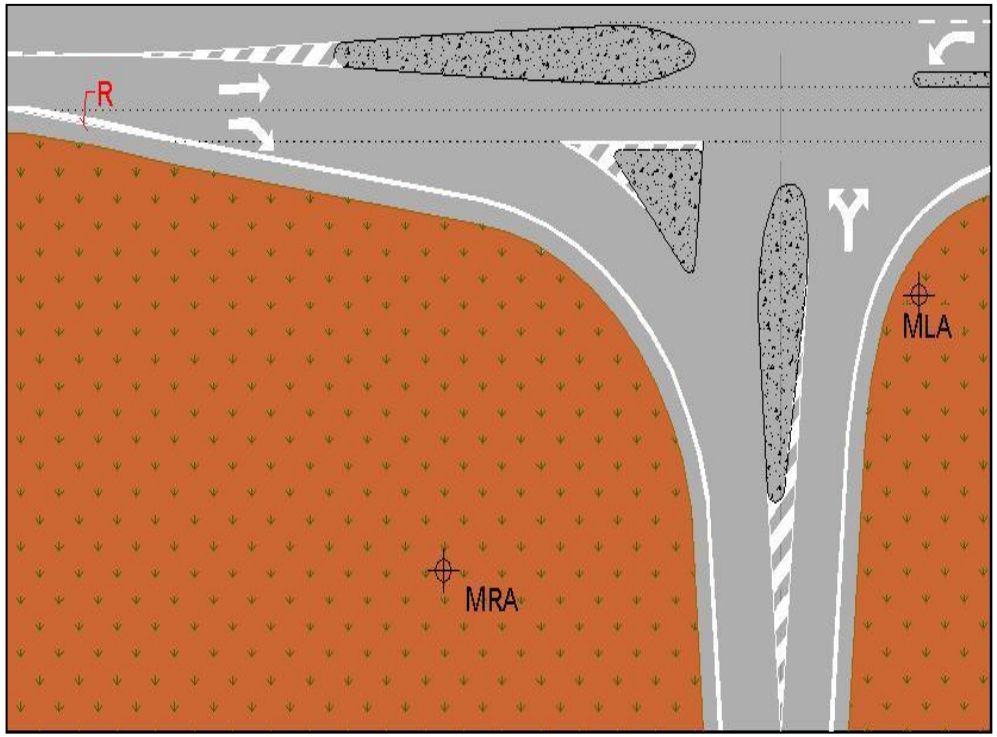
(*Σημείωση*: στην περίπτωση λωρίδας δεξιάς στροφής εξόδου το άνοιγμα αυτό ισούται με $\mathbf{l_{RA}=lv+lz}$ (βλ. Σχήμα 23)

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (199/200)



Βήμα 18: Στην περιοχή της σφήνας φέρεται η εφαπτόμενη από την αρχή του ανοίγματος στον κύκλο δεξιάς στροφής.

Γεωμετρικός σχεδιασμός ισόπεδων κόμβων 3 και 4 σκελών (200/200)



Βήμα 19: Στην περίπτωση που η υπέρτερη οδός υφίσταται διαπλάτυνση, προσαρμόζεται ένα τόξο ακτίνας **R** μεταξύ του αρχικού ορίου του υπέρτερου δρόμου και της αρχής της σφήνας εξόδου.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (1/49)

- Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, και συγκεκριμένα με το γαλλικό οδηγό περί κυκλικών κόμβων “Carrefours Urbains” - Guide [18], οι κυκλικοί κόμβοι αποτελούν ειδική μορφή κόμβων, όπου τα οχήματα κινούνται συνεχώς κατά φορά αντίθετη προς εκείνη των δεικτών του ωρολογίου, γύρω από μια κυκλική νησίδα. Πρόκειται για μία μορφή κόμβου που πρωτοεμφανίστηκε κι εφαρμόστηκε στη Μεγάλη Βρετανία και στη συνέχεια στη Γαλλία στα μέσα της δεκαετίας του 70. Ύστερα από τις πρώτες μελέτες, χρησιμοποιήθηκε ευρέως εξ’ αιτίας του υψηλού επιπέδου ασφαλείας που παρείχε, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις αυξημένης επικινδυνότητας.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (2/49)

- Για τον ορισμό ενός ισόπεδου κυκλικού κόμβου απαιτούνται τουλάχιστον τρεις κλάδοι. Κατά κανόνα οι κυκλικοί κόμβοι διαθέτουν από **3** έως **8** κλάδους σε αστικές περιοχές, ενώ στην περιαστική ζώνη οι κλάδοι δεν υπερβαίνουν τους **6**.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (3/49)

- Ο σχεδιασμός κυκλικού κόμβου ενδείκνυται και προτιμάται έναντι ενός σηματοδοτούμενου κόμβου με **4** ή περισσότερες προσβάσεις σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως όταν:
  - Η αναλογία δεξιάς στρέφουσας κίνησης είναι υψηλή. (Σε περίπτωση **4** κλάδων, ένας κυκλικός κόμβος απαιτεί μικρότερη έκταση απ' ότι μια διασταύρωση όταν η δεξιά στρέφουσα κίνηση υπερβαίνει το **30%** της συνολικής εισερχόμενης κυκλοφορίας).
  - Οι προσβάσεις στον κόμβο υπερβαίνουν τις **4**.
  - Τα πλάτη εισόδου είναι τόσο περιορισμένα, ώστε θα ήταν πρακτικά αδύνατη η ύπαρξη διαφορετικών λωρίδων για την ευθεία κίνηση και τις στρέφουσες κινήσεις.
  - Η ύπαρξη γειτονικών κόμβων προκαλεί ανεπάρκεια χώρου για το σχηματισμό ουρών.
  - Ένας κόμβος τύπου Υ συμμετέχει σε κυκλικό κόμβο.

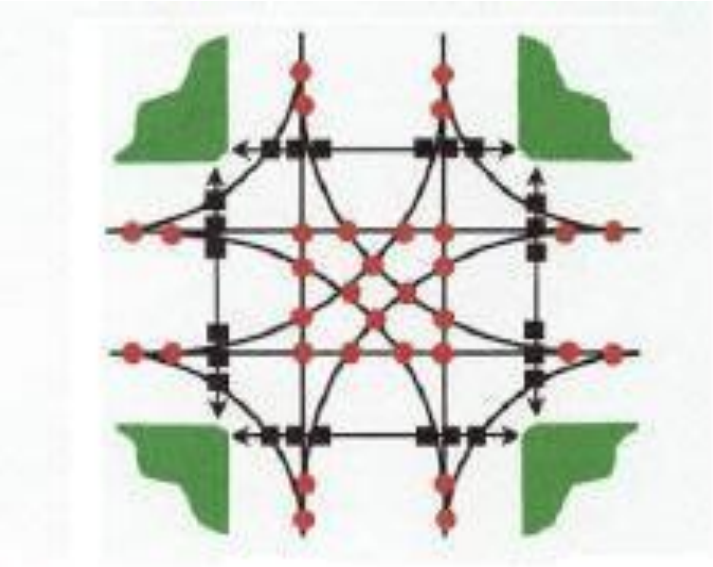
Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (4/49)

- Στις περιοχές όπου είναι εξίσου εφικτοί, τόσο οι κυκλικοί, όσο και οι σηματοδοτούμενοι κόμβοι, προτιμώνται οι κυκλικοί, οι οποίοι απαιτώντας χαμηλές ταχύτητες, παρέχουν μεγαλύτερη **ασφάλεια**, λιγότερους περιορισμούς καθώς και μικρότερες καθυστερήσεις.
- Υπάρχουν δύο βασικοί λόγοι, για τους οποίους οι κυκλικοί κόμβοι είναι προτιμότεροι σε σχέση με μία διασταύρωση τεσσάρων προσβάσεων σε δρόμους δύο ή τεσσάρων λωρίδων που ελέγχεται με φωτεινή σηματοδότηση.

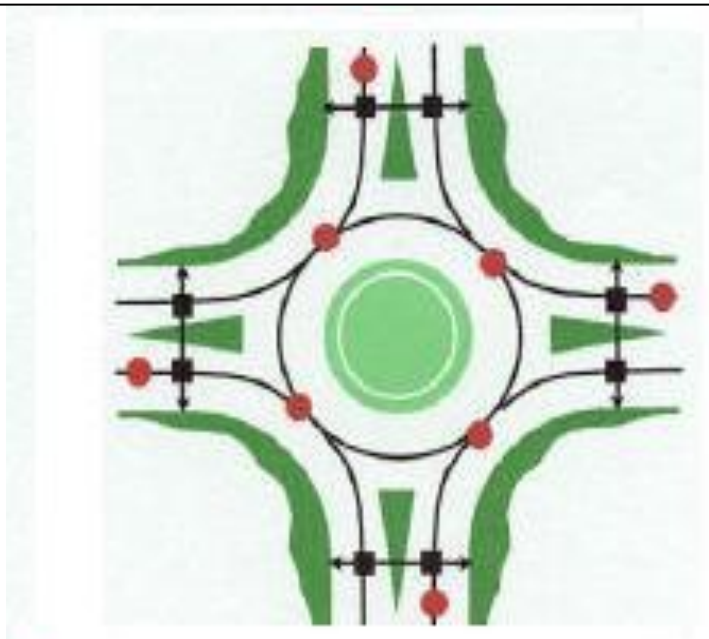
Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (5/49)

- Ο πρώτος λόγος είναι ότι η απόφαση που λαμβάνει ο οδηγός για το πώς θα κινηθεί, είναι πολύ πιο απλή, ενώ ταυτόχρονα ο αριθμός των πιθανών σημείων εμπλοκής είναι κατά πολύ ελαττωμένος. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 39, που ακολουθεί, στη διασταύρωση τεσσάρων προσβάσεων, υπάρχουν **32** πιθανά σημεία εμπλοκής μεταξύ των οχημάτων, ενώ στους κυκλικούς κόμβους μόνο **8**. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και για τους πεζούς, δηλαδή καθώς διασχίζουν έναν μόνο από τους κλάδους μιας διασταύρωσης, υπάρχουν έξι πιθανές συγκρούσεις, τη στιγμή που στον κυκλικό κόμβο, αυτές είναι μόνο δύο.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (6/49)



- 32 σημεία εμπλοκής μεταξύ οχημάτων
- 24 σημεία εμπλοκής μεταξύ οχημάτων-πεζών



- 8 σημεία εμπλοκής μεταξύ οχημάτων
- 8 σημεία εμπλοκής μεταξύ οχημάτων-πεζών

Σχήμα 39: Σύγκριση σημείων εμπλοκής σε διασταύρωση και κυκλικό κόμβο [19]

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (7/49)

- Ο δεύτερος λόγος είναι ότι οι χαμηλές ταχύτητες που συνιστούν οι κυκλικοί κόμβοι, εξασφαλίζουν σε περίπτωση λάθους του οδηγού, την άμεση αντίδρασή του κι έτσι, είτε διακόπτεται η κίνηση του οχήματος έγκαιρα, είτε η σύγκρουση που προκαλείται είναι σχετικά μικρή σε σοβαρότητα, σε αντίθεση με τους σηματοδοτούμενους κόμβους, όπου σημειώνονται υψηλές ταχύτητες και συχνά πολλές κινήσεις καθώς συχνά οι στρέφουσες αριστερά, συνοδεύονται από ατυχήματα.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (8/49)

Κατηγορίες και βασικές αρχές των κυκλικών κόμβων

- Σύμφωνα με το “Transport in the urban environment” – chapter 39: Roundabouts [20] (αγγλικοί κανονισμοί), και το “Carrefours Urbains” [18] (γαλλικοί κανονισμοί), υπάρχουν δύο βασικά είδη κυκλικών κόμβων, με διαφοροποιήσεις στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των επιμέρους στοιχείων που τους αποτελούν.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (9/49)

- Με βάση αυτούς, μπορούν να σχεδιαστούν και πιο σύνθετοι κόμβοι:
  - **Τυπικοί κυκλικοί κόμβοι *(conventional roundabouts).***
  - **Μικροί κυκλικοί κόμβοι *(mini-roundabouts).***
  - Διπλοί κυκλικοί κόμβοι συνεχόμενοι ή με συνδετήριο τμήμα οδού *(double roundabouts).*
  - Ημιανισόπεδοι κυκλικοί κόμβοι *(grade-separated).*
  - Κυκλικοί κόμβοι σε περιφέρεια κύκλου *(ring junctions)*.
  - Σηματοδοτούμενοι κυκλικοί κόμβοι *(signal controlled).*
  - Κυκλικά συστήματα με χρήσεις γης στο κέντρο *(gyratory systems).*

Σημείωση: Οι δύο πρώτοι τύποι κυκλικών κόμβων τονίζονται ιδιαίτερα, γιατί αποτελούν τη συνηθέστερη μορφή κυκλικών κόμβων, που συναντάται.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (10/49)

- Στους αμερικανικούς κανονισμούς κατά τη βιβλιογραφική πηγή “Roundabouts: An Information Guide” [21], οι κυκλικοί κόμβοι διακρίνονται στις παρακάτω έξι βασικές κατηγορίες ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, τον αριθμό λωρίδων κυκλοφορίας και το μέγεθός τους:
  - Μικροί κυκλικοί κόμβοι *(mini-roundabouts).*
  - Μικροί αστικοί κυκλικοί κόμβοι *(compact).*
  - Αστικοί κυκλικοί κόμβοι μίας λωρίδας.
  - Αστικοί κυκλικοί κόμβοι δύο λωρίδων.
  - Αγροτικοί κυκλικοί κόμβοι μίας λωρίδας.
  - Αγροτικοί κυκλικοί κόμβοι δύο λωρίδων.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (11/49)

- Στο τεύχος “Transport in the urban environment” - chapter 39: Roundabouts [20], αναφέρονται μερικές βασικές αρχές λειτουργίας των κυκλικών κόμβων:
  - Η κίνηση σε έναν κυκλικό κόμβο πραγματοποιείται σε μία κατεύθυνση γύρω από μια κεντρική νησίδα και η είσοδος σε αυτόν ελέγχεται με κατάλληλη σήμανση, ενώ προτεραιότητα παραχωρείται στους ερχόμενους από δεξιά. Η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται από την ικανότητα των οδηγών να εισέλθουν στην κυκλοφορία που ήδη υπάρχει στην κεντρική λωρίδα του κόμβου.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (12/49)

- Οι κυκλικοί κόμβοι με περισσότερες από **4** προσβάσεις γενικά πρέπει να αποφεύγονται, γιατί σε τέτοιες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί στους οδηγούς-χρήστες, μείωση της αντίληψης του χώρου και της λειτουργίας του κόμβου, γεγονός που επιφέρει τον κίνδυνο ανάπτυξης ταχυτήτων υψηλότερων των επιτρεπτών.
- Αρχικά η κατασκευή των κυκλικών κόμβων μπορεί να κοστίζει περισσότερο σε σχέση με τους υπόλοιπους ισόπεδους κόμβους, εξ' αιτίας της μεγαλύτερης επιφάνειας που απαιτείται, όμως το κόστος κίνησης για τα οχήματα είναι μικρότερο αφού η ροή είναι συνήθως συνεχής.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (13/49)

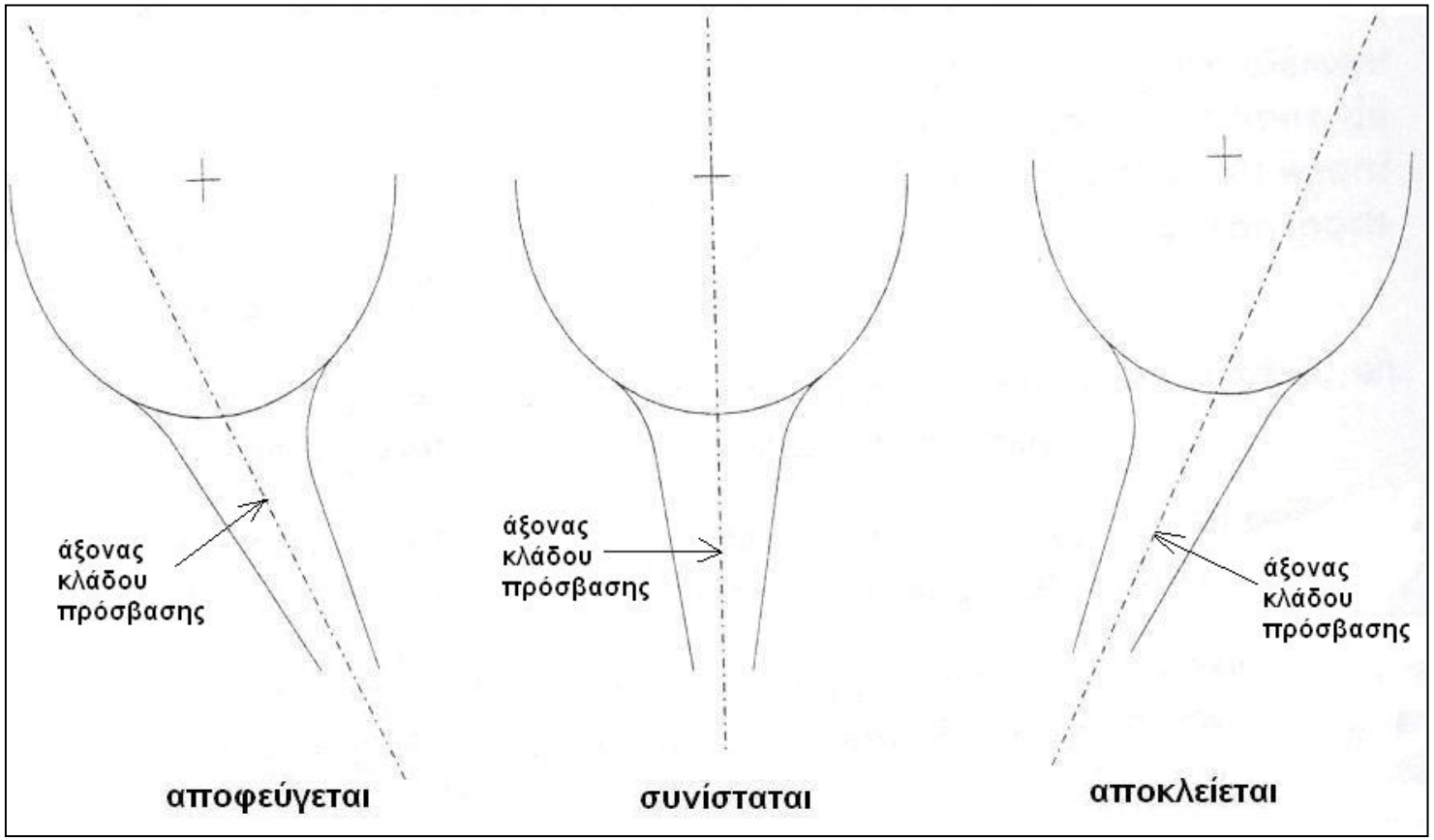
- Σε περιπτώσεις όπου η κυκλοφορία είναι αυξημένη, οι κυκλικοί κόμβοι έχουν μικρότερες καθυστερήσεις από τους σηματοδοτούμενους κόμβους. Αντίθετα σε καταστάσεις κορεσμού η λειτουργία των κυκλικών κόμβων είναι ιδιαίτερα δύσκολη.
- Δε συνιστώνται σε σημεία όπου υπάρχει έντονη κίνηση πεζών και ποδηλατών. Τότε απαιτούνται ειδικές ρυθμίσεις, που συνήθως έχουν μεγάλο κόστος. Ιδιαίτερα για τους ποδηλάτες, ο κίνδυνος είναι αυξημένος γι' αυτό και απαιτείται διαχωρισμός της κυκλοφορίας τους με την ύπαρξη δικτύων ποδηλατοδρόμων.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (14/49)

Γεωμετρικός σχεδιασμός των κυκλικών κόμβων

- Γενικά, ως πλέον αποδεκτή λύση για την σχεδίαση ενός κυκλικού κόμβου, θεωρείται η περίπτωση όπου όλοι οι κλάδοι του διέρχονται από το κέντρο του. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι τα οχήματα θα διατηρούν μικρές ταχύτητες τόσο κατά την είσοδο στον κυκλικό κόμβο όσο και κατά την έξοδο. Εάν δεν είναι δυνατόν κάποιος κλάδος να διέρχεται από το κέντρο του κυκλικού κόμβου, τότε είναι αποδεκτή μια μικρή μετακίνηση του προς τα αριστερά, ποτέ όμως προς τα δεξιά του κέντρου του κύκλου, καθώς έχει μεγαλύτερη σημασία να διασφαλίσουμε μικρές ταχύτητες στις εισόδους του κόμβου παρά στις εξόδους [21]. Στο Σχήμα 40 παρουσιάζονται οι αποδεκτές θέσεις των αξόνων, όπως εικονίζονται στο “Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales”, Carrefours plans, [22].

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (15/49)

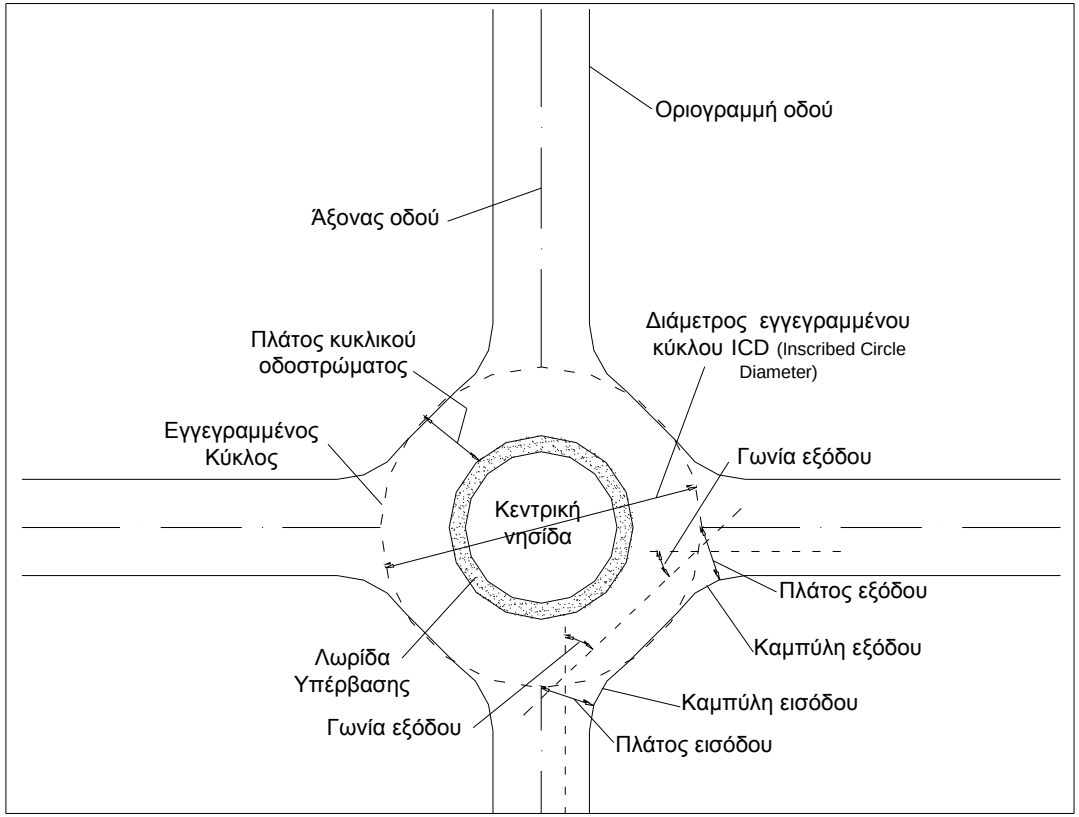


Σχήμα 40: Αξονική αντιστοίχιση εισόδων σε κυκλικό κόμβο [22]

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (16/49)

- Ακόμα είναι επιθυμητό οι κλάδοι να είναι συμμετρικά κατανεμημένοι στον κόμβο. Δηλαδή αν ο κυκλικός κόμβος έχει τέσσερις κλάδους, τότε να σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία **100^g**, αν έχει πέντε κλάδους να σχηματίζουν γωνία **80^g** κλπ.
- Οι απαιτήσεις του κόμβου σε κυκλοφοριακή ικανότητα καθορίζουν και τα χαρακτηριστικά της γεωμετρίας του. Δύο βασικά σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό των κυκλικών κόμβων είναι:
  - Τα τμήματα πλέξης να είναι επαρκή για την κυκλοφοριακή ικανότητα και σχεδιασμένα έτσι ώστε να εξασφαλίζουν την ομαλή πλέξη και μερισμό της κυκλοφορίας.
  - Τα κυκλοφοριακά ρεύματα μέσα στον κόμβο να επικρατούν σε σχέση με τα ρεύματα εισόδου.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (17/49)



Σχήμα 41: Βασικά γεωμετρικά στοιχεία κυκλικού κόμβου

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (18/49)

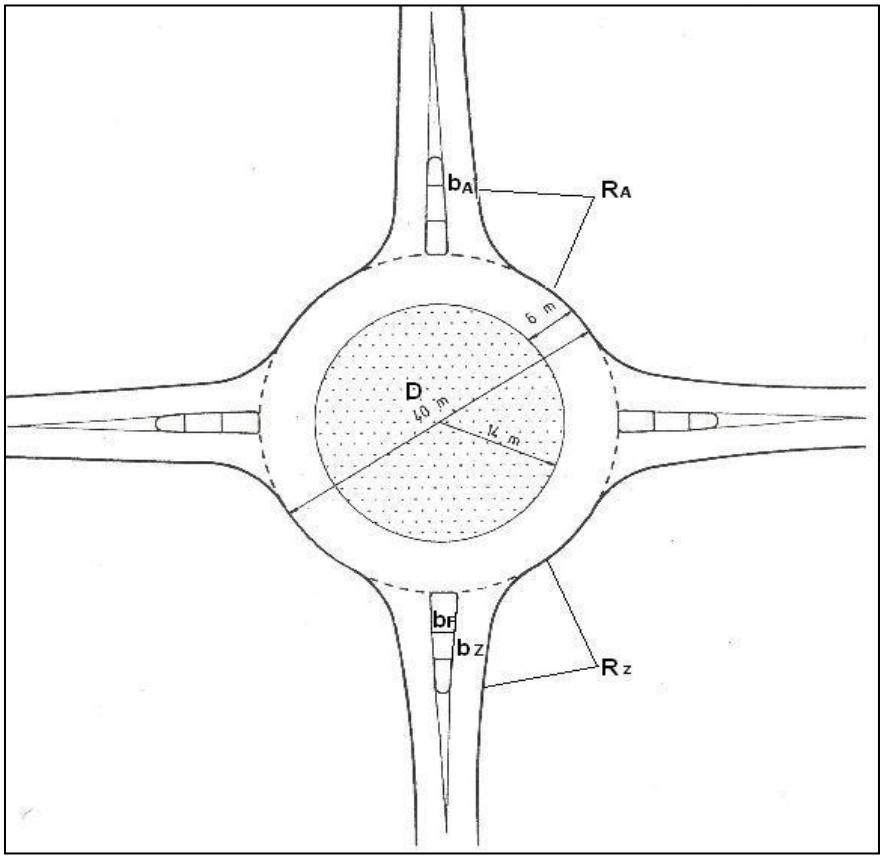
Διάμετρος εγγεγραμμένου κύκλου (ICD)

- Είναι η διάμετρος του μεγαλύτερου κύκλου που μπορεί να εγγραφεί στο εξωτερικό περίγραμμα του κόμβου (Σχήμα 41). Η τιμή της διαμέτρου του εξωτερικού κύκλου καθορίζεται από διάφορες παραμέτρους, όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος που εξυπηρετεί ο κόμβος, και για την επιλογή του ακριβούς μεγέθους χρειάζονται δοκιμές. Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία είναι να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του οχήματος μελέτης παρέχοντας ταυτόχρονα και ασφαλείς ταχύτητες για τα μικρότερα οχήματα.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (19/49)

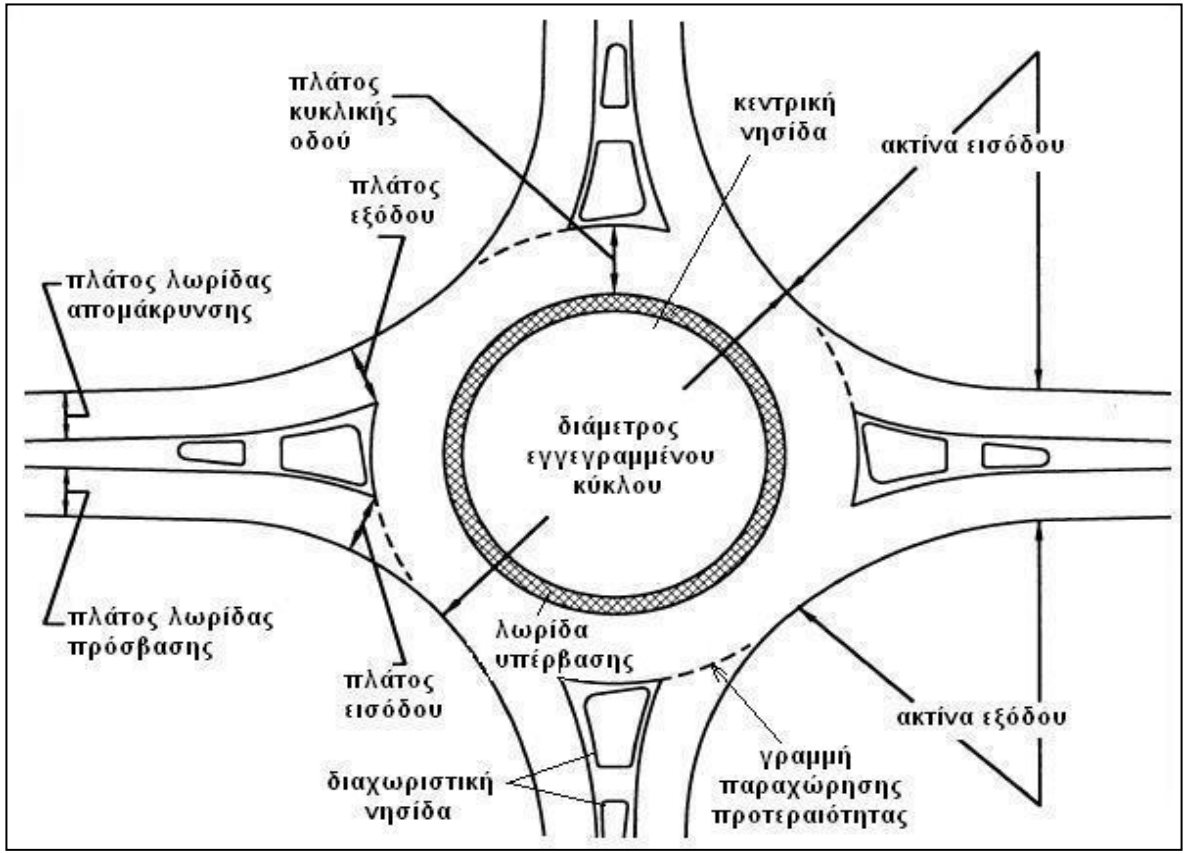
- Οι μικρές διάμετροι προσφέρουν μεγαλύτερη ασφάλεια διότι υποχρεώνουν σε μικρότερες ταχύτητες. Στους τυπικούς αγγλικούς κυκλικούς κόμβους [20] η διάμετρος έχει τιμές **15-100m**, ενώ όταν πρόκειται για την εξυπηρέτηση μεγάλων οχημάτων η ελάχιστη διάμετρος είναι **28m**. Γενικά μικρότερες διάμετροι δε συνιστώνται όμως αν αυτό δεν μπορεί να εφαρμοστεί, προτείνεται ως λύση, η κατασκευή μικρού κυκλικού κόμβου (“mini-roundabout”), για τους οποίους θα γίνει αναφορά στη συνέχεια. Σε γαλλικούς κόμβους οι ακτίνες του κόμβου έχουν τιμές **15-25m** (Σχήμα 39), δηλαδή διάμετρο **30-50m**, [22] (συμβολίζεται ως R_g). Στους γερμανικούς κανονισμούς [32], αναφέρεται ως τιμή για τη διάμετρο του κόμβου ICD=**20-40m** με μέγιστη ICD=**45m** (Σχήμα 42) Τέλος, στους αμερικανικούς κανονισμούς [21], ο εγγεγραμμένος κύκλος έχει διάμετρο ICD=**25-60m** (Σχήμα 43).

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (20/49)



Σχήμα 42: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά γερμανικού κυκλικού κόμβου [23]

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (21/49)



Σχήμα 43: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά αμερικανικού κυκλικού κόμβου [21]

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (22/49)

Κεντρική νησίδα

- Είναι η υπερυψωμένη περιοχή στο κέντρο του κυκλικού κόμβου, που απαγορεύεται να διασχίσουν τα οχήματα, και περικλείεται από το κυκλικό οδόστρωμα, στο οποίο αυτά κινούνται (Σχήμα 41). Η περιοχή αυτή μπορεί να διαθέτει εξωτερικά και μία ζώνη υπέρβασης, για την οποία γίνεται λόγος παρακάτω. Η νησίδα διαμορφώνεται κατάλληλα, τόσο για λόγους αισθητικής, όσο και για την αναγνωρισιμότητα του κόμβου και την έγκαιρη καθοδήγηση των οδηγών.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (23/49)

- Γενικά, η κεντρική νησίδα πρέπει να έχει κυκλικό σχήμα, διότι έτσι επιτρέπει να αναπτύσσονται σταθερές ταχύτητες εντός του κόμβου. Σημειώνεται επίσης, σύμφωνα με το τεύχος “Carrefours Urbains” [18], ότι οι κόμβοι με νησίδα άλλου σχήματος, παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα σε ατυχήματα, γι’ αυτό αποφεύγονται. Το εσωτερικό της νησίδας πρέπει να είναι υπερυψωμένο (μέγιστη επιτρεπτή κλίση **15%**) και για τη διαμόρφωσή της, υπάρχουν πολλές δυνατότητες (φύτευση, φωτισμός, σιντριβάνι κ.λπ.), αρκεί να αποφεύγεται σε κόμβους της περιαστικής ζώνης, η χρήση αντικειμένων με τα οποία μια ενδεχόμενη σύγκρουση είναι σφοδρή (δέντρα, πέτρες, μνημεία κ.λπ).

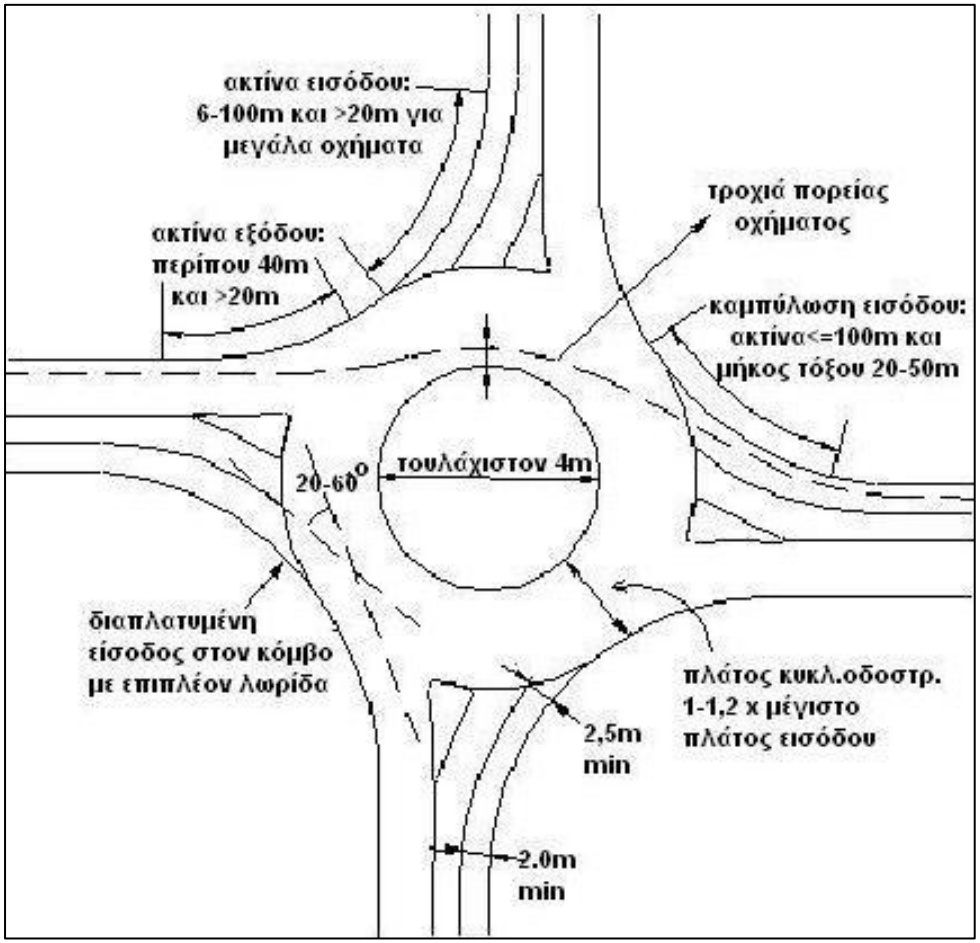
Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (24/49)

- Για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου, η κεντρική νησίδα πρέπει να περικλείεται από χαμηλό κράσπεδο, ή ζώνη υπέρβασης, σε αντίθεση με τα πολύ υπερυψωμένα όρια που αποτελούν παράγοντα αύξησης ατυχημάτων. Στην κατασκευή των ορίων της νησίδας αποφεύγονται οι γωνίες και εξασφαλίζεται η καμπυλότητα. Ο εξοπλισμός των νησίδων πρέπει ν' αποφεύγεται όταν η νησίδα έχει διάμετρο μικρότερη από **10m**, γιατί έτσι παρεμποδίζεται η ορατότητα. "Transport in the urban environment" - chapter 39: Roundabouts [20].

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (25/49)

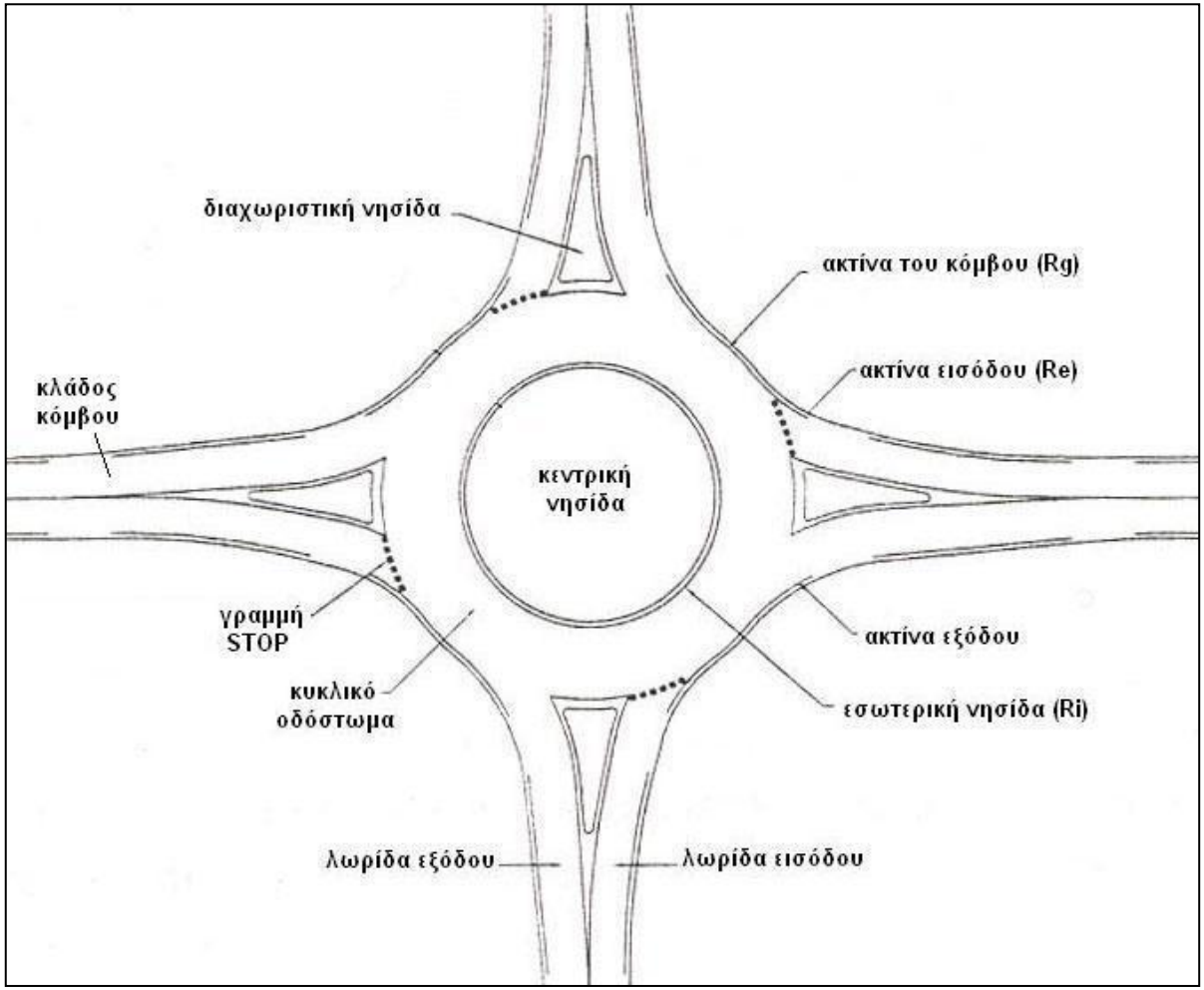
- Το μέγεθος της κεντρικής νησίδας, εξαρτάται από την ακτίνα του εξωτερικού κύκλου και το πλάτος του κυκλικού οδοστρώματος. Στους αγγλικούς κανονισμούς [3,20], η ακτίνα είναι R≥**2m**, ωστόσο συνηθίζεται R ≥ **24m** ενώ σε μερικές περιπτώσεις συνίσταται να είναι μεγαλύτερη από τις ακτίνες εισόδου κατά το 1/3 (Σχήμα 44). Στους γαλλικούς [22] είναι περίπου R=**3,5-18m** (Σχήμα 45), ενώ στους γερμανικούς κανονισμούς [23], προτείνονται παραπλήσιες τιμές, δηλαδή R=**3-17m** (Σχήμα 42). Τέλος στους αμερικανικούς κανονισμούς [21], οι κεντρικές νησίδες, έχουν ακτίνες R=**6,5-26,3m**, ανάλογα με το πλήθος των λωρίδων στις προσβάσεις (μία ή δύο).

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (26/49)



Σχήμα 44: Τυπικός αγγλικός κυκλικός κόμβος [20]

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (27/49)



Σχήμα 45: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά γαλλικού κυκλικού κόμβου [22]

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (28/49)

Λωρίδα υπέρβασης

- Είναι μία ζώνη που μερικές φορές υπάρχει γύρω από την κεντρική νησίδα κι εξυπηρετεί τη διέλευση των μεγάλων οχημάτων, όταν οι διαστάσεις του κυκλικού οδοστρώματος, σε συνδυασμό με την ακτίνα της κεντρικής νησίδας, είναι μικρότερες από αυτές που επιτρέπουν αυτές τις κινήσεις (Σχήμα 41). Ο δακτύλιος αυτός γύρω από τη νησίδα, φέρει διαφορετικό υλικό και χρώμα, έτσι ώστε να διαχωρίζεται ευκρινώς από τη νησίδα και το οδόστρωμα και να γίνεται αντιληπτή η χρήση του. Για τον ίδιο λόγο η λωρίδα αυτή έχει και διαφορετική εγκάρσια κλίση (**3-4%**) και σε σχέση με το οδόστρωμα είναι υπερυψωμένο κατά **30mm** τουλάχιστον. Στους γαλλικούς κανονισμούς [4], η λωρίδα ενδεχόμενης υπέρβασης έχει πλάτος **1,5-2m**, ενώ στους αμερικανικούς [21] **1-4m**.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (29/49)

Πλάτος κυκλικού οδοστρώματος

- Το κυκλικό οδόστρωμα ενός κυκλικού κόμβου έχει πλάτος ίσο με τη διαφορά της διαμέτρου της κεντρικής νησίδας (συμπεριλαμβανομένου του πλάτους ενδεχόμενης λωρίδας υπέρβασης) από τη διάμετρο του εγγεγραμμένου κύκλου κι επομένως προκύπτει από τα παραπάνω (Σχήμα 41). Έτσι, σύμφωνα με τους αγγλικούς κανονισμούς [20], το πλάτος οδοστρώματος κυμαίνεται μεταξύ 1-1.2 φορές του μέγιστου πλάτους εισόδου, δηλαδή b=**4-18m**. Το ίδιο αναφέρεται και στους αμερικανικούς κανονισμούς [21], όπου οι τιμές συνήθως είναι b=**6-10m**. Στους γαλλικούς κανονισμούς [22], είναι b=**6-9m** και τέλος στους γερμανικούς [23], b=**5,75-8m**.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (30/49)

Πλάτος εισόδου

- Το πλάτος εισόδου είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για την χωρητικότητα ενός κυκλικού κόμβου. Μετριέται από το σημείο στο οποίο το αριστερό άκρο της λωρίδας εισόδου τέμνεται με την περίμετρο του κύκλου του κόμβου, κάθετα προς την δεξιά οριογραμμή της λωρίδας (Σχήμα 41). Μικρό πλάτος εισόδου, το οποίο σημαίνει μία λωρίδα πρόσβασης, παρέχει και περισσότερη ασφάλεια στον κόμβο, με αποτέλεσμα η ασφάλεια να βρίσκεται σε αντίθεση με την χωρητικότητα.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (31/49)

- Για κλάδους με εισόδους μιας λωρίδας κατά τους αμερικανικούς κανονισμούς [21], συνηθίζονται πλάτη εισόδου της τάξης των **4,3m** έως **4,9m**, όμως ανάλογα με τις απαιτήσεις της κυκλοφοριακής ικανότητας, του οχήματος μελέτης και των επιθυμητών ταχυτήτων, μπορούν να πάρουν και μεγαλύτερες τιμές, είτε με προσθήκη ολόκληρης επιπλέον λωρίδας, είτε με διαπλάτυνση της υπάρχουσας.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (32/49)

- Το ίδιο αναφέρεται και στους γαλλικούς κανονισμούς [18,22], όπου τονίζεται επιπλέον, ότι είσοδοι με ακόμη περισσότερες λωρίδες (**3** ή **4**), πρέπει να αποφεύγονται σε κάθε περίπτωση. Χαρακτηριστικά τονίζεται ότι ακόμη κι όταν απαιτείται μεγάλο πλάτος εισόδου για την επίτευξη υψηλής κυκλοφοριακής ικανότητας, προτιμότερο είναι να κατασκευαστούν δύο λωρίδες πλάτους **2,75m**, παρά τρεις, πλάτους **2,50m**. Το πλάτος που προτείνουν οι γαλλικοί κανονισμοί είναι μεταξύ **3-4m** για προσβάσεις μίας λωρίδας και **6-7m** για δύο λωρίδων (Σχήμα 45).

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (33/49)

- Αντίθετα με τα παραπάνω, οι αγγλικοί κόμβοι, όπως περιγράφονται στο “Transport in the urban environment” - chapter 39: Roundabouts [20], διαθέτουν κατά προτίμηση δύο λωρίδες στην πρόσβαση, ακόμη και σε κόμβους μικρών απαιτήσεων, γεγονός που παρέχει ευελιξία στα οχήματα που εισέρχονται στον κόμβο και διευκολύνει την κίνηση των μεγάλων φορτηγών.
- Η κάθε πρόσβαση πρέπει να έχει πλάτος **2-7,5m** (μία ή δύο λωρίδες) και στο σημείο εισόδου να αποκτά εύρος **4-15m**.
- Στους γερμανικούς κανονισμούς [23], αναφέρεται απλώς ότι η λωρίδα κυκλοφορίας στην είσοδο του κόμβου έχει περίπου **3,25-4m** πλάτος (Σχήμα 42).

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (34/49)

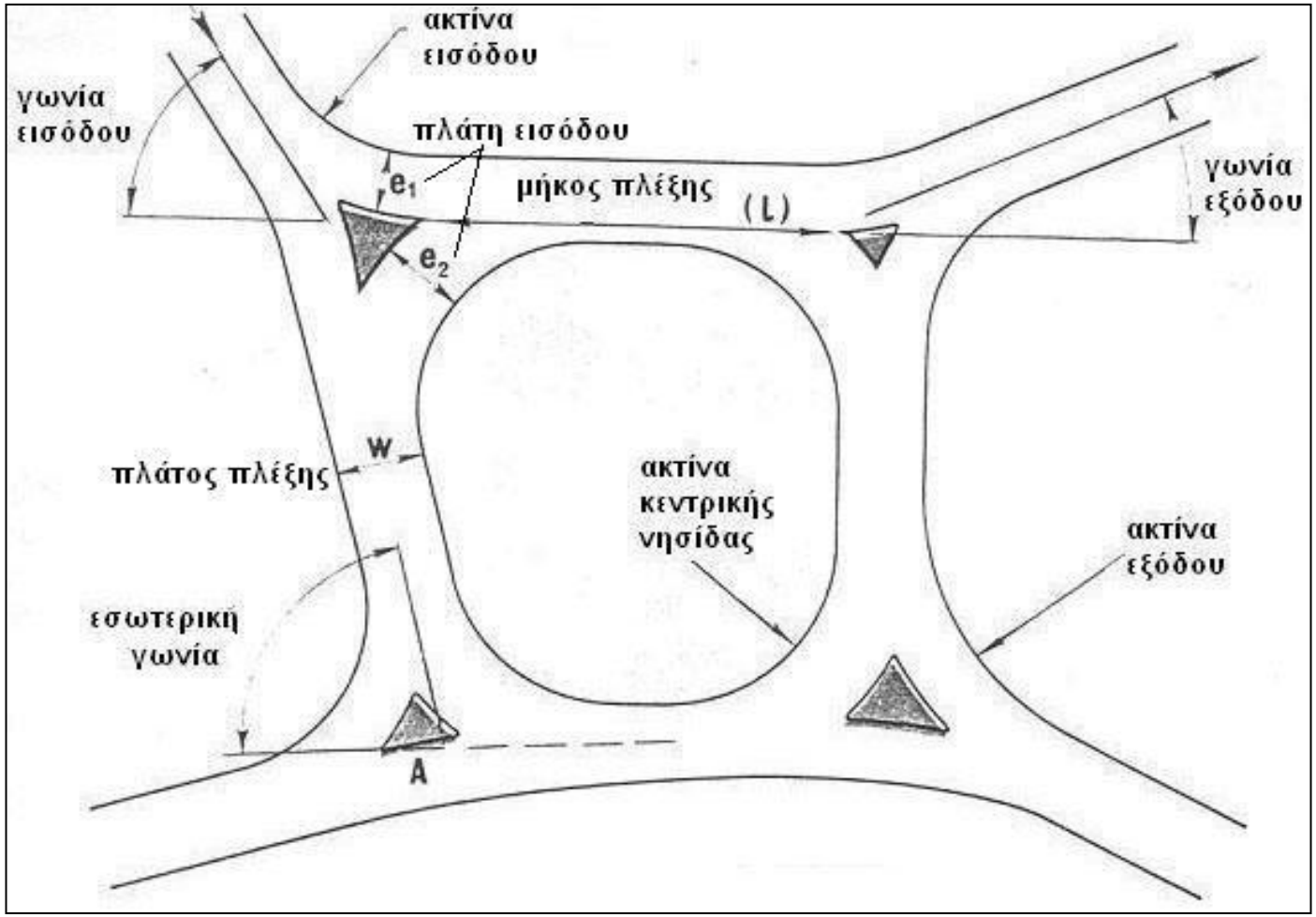
Ακτίνες και γωνίες εισόδου

- Οι **καμπύλες εισόδου** είναι κυκλικά τόξα που οδηγούν τα οχήματα από την λωρίδα εισόδου μέσα στον κυκλικό κόμβο (Σχήμα 41). Η καμπύλη εισόδου που καθορίζει το οδόστρωμα από τα δεξιά, σχεδιάζεται εφαπτομενικά στον εξωτερικό κύκλο και στην δεξιά οριογραμμή της λωρίδας εισόδου. Η τιμή της ακτίνας του τόξου αυτού (**ακτίνα εισόδου**), κυμαίνεται στους αμερικανικούς κόμβους σύμφωνα με τους αντίστοιχους κανονισμούς [21] από **10m** έως **30m** (Σχήμα 43). Μεγαλύτερες ακτίνες επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται αλλά έχουν την ιδιότητα ότι αυξάνουν την ταχύτητα κατά την είσοδο.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (35/49)

- Κατά τους αγγλικούς κανονισμούς [20], η ακτίνα εισόδου πρέπει να κυμαίνεται πάντα μεταξύ των τιμών **6m** και **100m**, με συνηθέστερες τις ακτίνες **20-30m** (Σχήματα 44 και 46).
- Στους γαλλικούς κανονισμούς [4, 18] προτείνεται ακτίνα **8-15m** (Σχήμα 45) ενώ στους γερμανικούς [23] μικρότερη από **10m** (Σχήμα 42).

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (36/49)



Σχήμα 46: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά αγγλικού κυκλικού κόμβου [3]

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (37/49)

- Η **γωνία εισόδου** είναι ένα μέγεθος που αναφέρεται στους αγγλικούς κανονισμούς [2, 20] και ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται στο τμήμα πλέξης του κόμβου, από τις εφαπτόμενες των τροχιών των οχημάτων που εισέρχονται από γειτονικούς κλάδους του κόμβου (Σχήματα 41, 46, 44). Σχετίζεται άμεσα με το πλάτος εισόδου, κι εξασφαλίζει ότι τα οχήματα που εισέρχονται στον κόμβο από την εξωτερική λωρίδα εισόδου εντάσσονται ομαλά στην κυκλοφορία του κυκλικού οδοστρώματος χωρίς σύγκρουση με την κεντρική νησίδα και με οχήματα που εισέρχονται από διπλανή λωρίδα. Γωνίες κάτω από **20°** και πάνω από **60°** αποφεύγονται γιατί έτσι αυξάνονται τα ατυχήματα στην είσοδο. Οι γωνίες εισόδου πρέπει να είναι μεγαλύτερες από τις γωνίες εξόδου.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (38/49)

Πλάτος εξόδου

- Μετράται από το σημείο στο οποίο το δεξιό άκρο της λωρίδας εισόδου τέμνεται με την περίμετρο του κύκλου του κόμβου, κάθετα προς την αριστερή οριογραμμή της λωρίδας και το μέγεθός της βασίζεται στις διαστάσεις του οχήματος και τις απαιτήσεις του κόμβου σε κυκλοφοριακή ικανότητα. (Σχήμα 41). Η έξοδος από τον κόμβο περιορίζεται γενικά σε μία μόνο λωρίδα κυκλοφορίας και η κατασκευή δύο λωρίδων, είναι αμφίβολης ασφάλειας για τους πεζούς. Στους γαλλικούς κανονισμούς [4, 18], το πλάτος εξόδου κυμαίνεται μεταξύ **4-5m** για μία λωρίδα και **7m** στην περίπτωση δύο λωρίδων και στους γερμανικούς [23], **3,5-4,25m**. (Στους αγγλικούς και αμερικανικούς κανονισμούς δε βρέθηκε προτεινόμενη τιμή πλάτους εξόδου, αλλά προκύπτει από το πλάτος της λωρίδας και την ακτίνα εξόδου).

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (39/49)

Ακτίνες και γωνίες εξόδου

- Οι **καμπύλες εξόδου**, είναι τα κυκλικά τόξα που οδηγούν τα οχήματα από τον κυκλικό κόμβο στη λωρίδα εξόδου και σχεδιάζονται με τρόπο ανάλογο με αυτό των καμπυλών εισόδου (Σχήμα 41).
- Οι **ακτίνες εξόδου** για το λόγο αυτό, είναι συνήθως μεγαλύτερες τόσο από τις ακτίνες εισόδου, όσο και από την ακτίνα της κεντρικής νησίδας. Σε υπεραστικές περιοχές μπορούν να έχουν και πολύ μεγαλύτερες τιμές, όμως σε αστικές περιοχές όπου υπάρχει έντονη κυκλοφορία πεζών, οι ακτίνες εξόδου πρέπει να είναι παραπλήσιες με τις ακτίνες εισόδου, με σκοπό να διατηρηθούν οι ταχύτητες σε χαμηλά επίπεδα.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (40/49)

- Στους αγγλικούς κανονισμούς [20], η ακτίνα εξόδου είναι R≥**18m** (Σχήματα 44, 46), ενώ στους γαλλικούς [22] (Σχήμα 45), στους γερμανικούς [23] (Σχήμα 42), και στους αμερικανικούς [21] (Σχήμα 43), R≥**15m**, με εξαίρεση τους κόμβους όπου κυκλοφορούν πεζοί, όπου η ακτίνα μειώνεται σε **10-12m**.
- Η **γωνία εξόδου** αναφέρεται στους αγγλικούς κανονισμούς [2, 20] και ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται στο τμήμα πλέξης του κόμβου, από τις εφαπτόμενες των τροχιών των οχημάτων που εξέρχονται σε γειτονικούς κλάδους του κόμβου (Σχήματα 41, 46).

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (41/49)

Πεζοί και ποδηλάτες

- Όποτε είναι δυνατό, η κυκλοφορία των πεζών και των ποδηλατών πρέπει να διαχωρίζεται από την υπόλοιπη κυκλοφορία στους κυκλικούς κόμβους. Σε περιπτώσεις, όπου η παρουσία τους είναι έντονη, ιδιαίτερα όταν οι κυκλικοί κόμβοι συμμετέχουν σε σχέδια κατευνασμού κυκλοφορίας (traffic calming), πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη, και να διαμορφώνονται κατάλληλα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και πρότυπα. Σαν προσβάσεις στον κόμβο, προτιμώνται οδοί με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση χωρίς διαπλατύνσεις, για το λόγο ότι σε οδούς περισσότερων λωρίδων, οι ποδηλάτες μπορεί να χάνονται από το οπτικό πεδίο των οδηγών που πλησιάζουν στον κόμβο. Ακόμη κι αν δεν είναι δυνατό να υπάρχει μία λωρίδα πρόσβασης κι απαιτούνται περισσότερες, οι διαπλατύνσεις πρέπει πάντα να αποφεύγονται.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (42/49)

- Οι διαβάσεις πεζών τύπου «ζέβρα» συχνά τοποθετούνται στις εισόδους κι εξόδους των κυκλικών κόμβων. Στις εξόδους, οι διαβάσεις πεζών προκαλούν καθυστερήσεις και δημιουργούν ουρές που εκτείνονται μέσα στον κόμβο, επιφέροντας έτσι αποκλεισμό στον κόμβο. Για το λόγο αυτό, πολλές φορές αυτό το τμήμα της διάβασης στην έξοδο μπορεί να τοποθετηθεί μακριά από τον κόμβο, όταν βέβαια αυτό δεν δυσχεραίνει την κυκλοφορία των πεζών. Όπου είναι απαραίτητο, πρέπει να λαμβάνονται προστατευτικά μέτρα για να κατευθύνουν τους πεζούς και να τους αποτρέπουν από το να διασχίζουν την κεντρική νησίδα του κόμβου. Η πρόβλεψη υπόγειας ή υπέργειας διάβασης για τους πεζούς (ή και τους ποδηλάτες), τους επιτρέπει να διασχίσουν τον κόμβο με ασφάλεια χωρίς να προκαλούν καθυστερήσεις στην κυκλοφορία.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (43/49)

- Στον πίνακα που ακολουθεί, συνοψίζονται τα επιμέρους γεωμετρικά στοιχεία που περιγράφηκαν παραπάνω, και παρουσιάζονται συγκριτικά οι τιμές τους στους διάφορους κανονισμούς (αγγλικούς, γαλλικούς, γερμανικούς και αμερικανικούς). Μεγέθη για τα οποία δε βρέθηκε τιμή, σημειώνονται με παύλα, ενώ σε παρενθέσεις παρατίθενται τιμές που αναφέρονται σε κυκλικούς κόμβους με δύο λωρίδες εισόδου.

Γεωμετρικά Στοιχεία Κυκλικών Κόμβων	**Διαστάσεις σε μέτρα (m)**			
	Κανονισμοί			
	ΑΓΓΛΙΚΟΙ	**ΓΑΛΛΙΚΟΙ**	**ΓΕΡΜΑΝΙΚΟΙ**	**ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΙ**
ICD	15-100	30-50	20-45	25-60 (45-70)
(Ακτίνα κύκλου)	7.5-50	15-25	10-22.5	12.5-30 (22.5-35)
Κεντρική νησίδα	>2	3.5-18	3-17	6.5-14 (12.7-26.3)
Κυκλικό οδόστρωμα	4-18	6-9	5.75-8	6-7 (9.8-8.7)
Λωρίδα υπέρβασης	-	1.5-2	-	1-4
Πλάτος εισόδου	4-15	3-4 (6-7)	3.25-4.5	4.3-4.9
Ακτίνα εισόδου	3-100	8-15	10	10-30
Γωνία εισόδου	20-60°	-	-	-
Πλάτος εξόδου	-	4-5 7	3.5-4.25	-
Ακτίνα εξόδου	18	15	15	15

Πίνακας 11: Συγκριτικός πίνακας τιμών των γεωμετρικών χαρακτηριστικών κυκλικών κόμβων σε διαφορετικούς κανονισμούς

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (44/49)

Μικροί κυκλικοί κόμβοι (mini-roundabouts, mini-giratoires)

- Οι μικροί κυκλικοί κόμβοι είναι κόμβοι πολύ περιορισμένων διαστάσεων, που χρησιμοποιούνται σε αστικό περιβάλλον με μικρές ταχύτητες λειτουργίας (περίπου **50km/h** ή και μικρότερες), ιδιαίτερα σε περιπτώσεις, όπου τυπικοί κυκλικοί κόμβοι για διάφορους λόγους αποκλείονται. Εξ' αιτίας των μικρών τους διαστάσεων, χρησιμοποιούνται όταν δεν είναι διαθέσιμη μεγάλη επιφάνεια, αποτελούν οικονομική λύση και ταυτόχρονα φιλική για τους πεζούς, αφού εξασφαλίζουν μικρές αποστάσεις διάβασης και ιδιαίτερα χαμηλές ταχύτητες για τα οχήματα στις προσβάσεις και τις εξόδους προς και από τον κόμβο. Για τους λόγους αυτούς, αποτελεί μέτρο κατευνασμού της κυκλοφορίας (traffic calming), και συνηθίζεται η χρήση του για την αναβάθμιση του επιπέδου ασφάλειας [21].

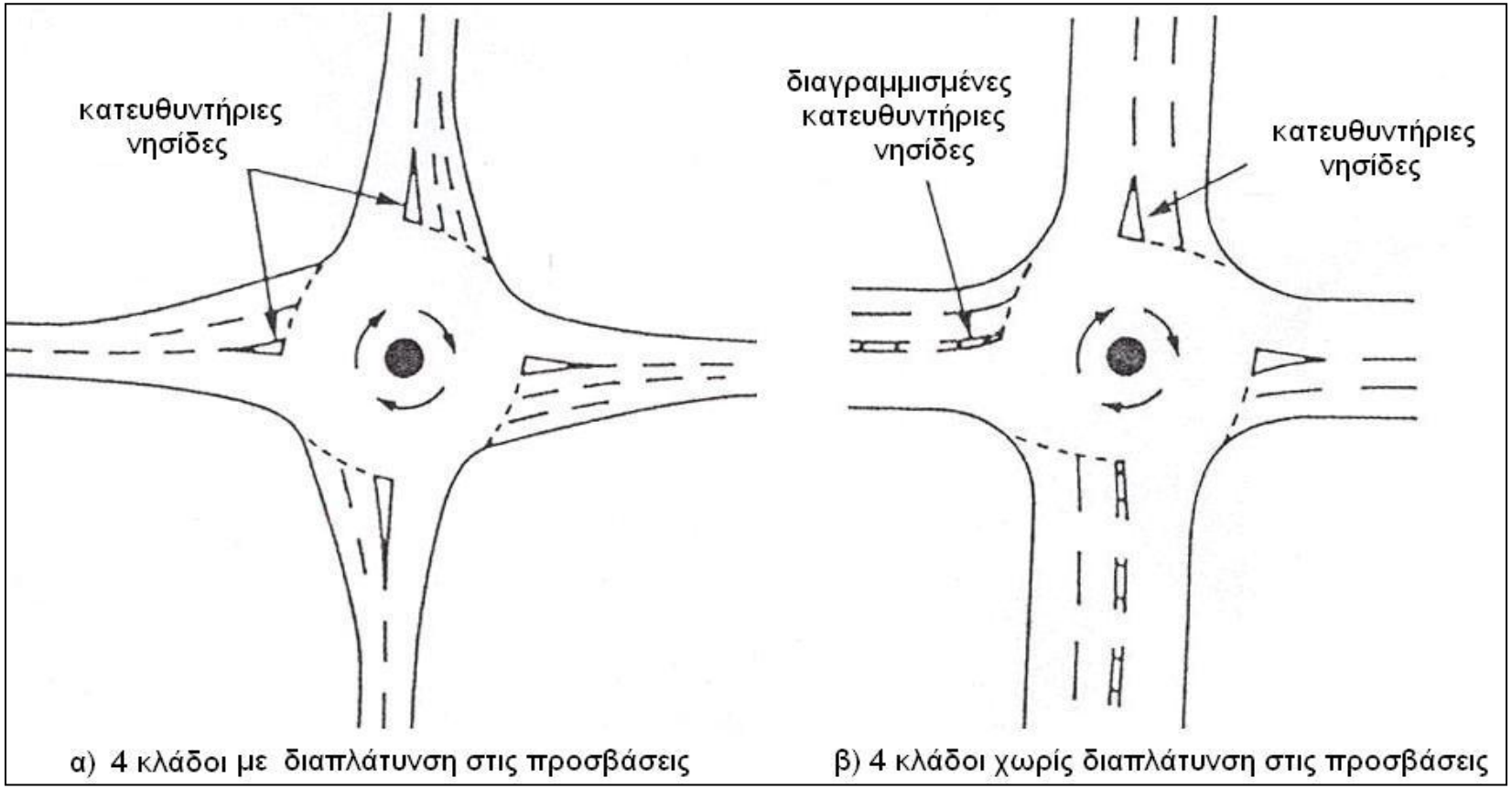
Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (45/49)

- Η κεντρική νησίδα είναι επίπεδη ή ελαφρώς υπερυψωμένη, αλλά δεν πρέπει να υπερβαίνεται από επιβατικά αυτοκίνητα μικρών διαστάσεων. Αυτό επιτρέπεται να συμβαίνει μόνο από μεγάλα οχήματα, τα οποία καθορίζουν και το σημείο τοποθέτησης της γραμμής προτεραιότητας στις εισόδους του κόμβου. Η κίνηση σε έναν τέτοιο κυκλικό κόμβο υποδεικνύεται στους οδηγούς με κατάλληλη σήμανση στο οδόστρωμα και φυσικά, ο ρόλος της κεντρικής νησίδας είναι να απαγορεύει κάθε είδους οδικού εξοπλισμού πάνω της. Οι μικροί κυκλικοί κόμβοι δε συνιστώνται όταν η ταχύτητα εισόδου είναι μεγαλύτερη από 50km/h, ούτε σε περιοχές, όπου είναι συχνή η κίνηση αναστροφής.

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (46/49)

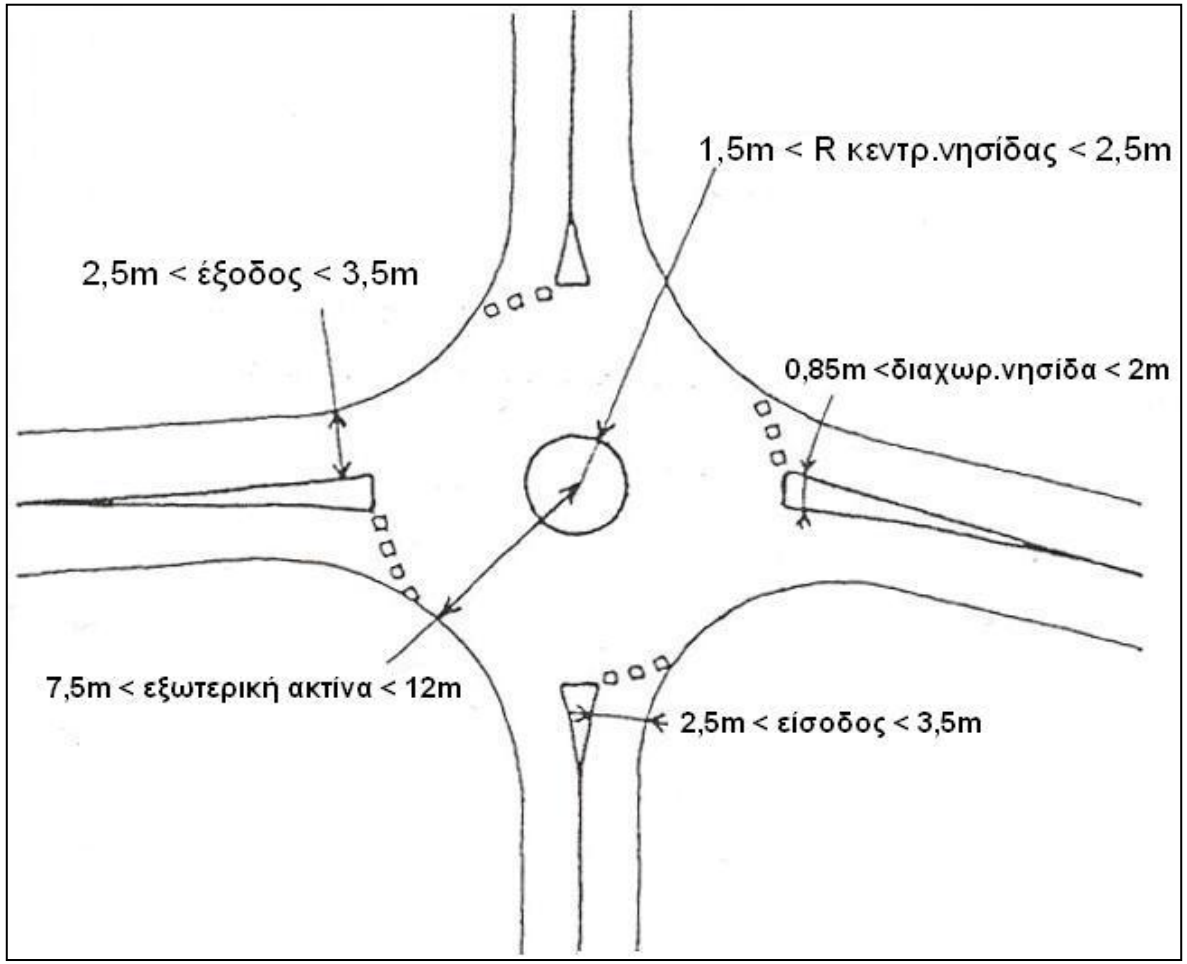
- Στους αγγλικούς κανονισμούς [20], το όριο της ακτίνας της κεντρικής νησίδας, για να χαρακτηριστεί ένας κυκλικός κόμβος ως μικρός (mini-roundabout), είναι **r=2m**, ενώ η διάμετρος του εγγεγραμμένου κύκλου (ICD) έχει τιμή **D=15-28m**, (Σχήμα 47). Στους γαλλικούς κανονισμούς [18], η διάμετρος του εξωτερικού κύκλου είναι D<**12m** και η κεντρική νησίδα έχει ακτίνα **1,50m**<r<**2,50m**, (Σχήμα 48). Τέλος, στους αμερικανικούς κανονισμούς [21], η ακτίνα της νησίδας είναι κατά το ελάχιστο r=**2m** και η εξωτερική διάμετρος (ICD) **3-25m** (Σχήμα 49).

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (47/49)



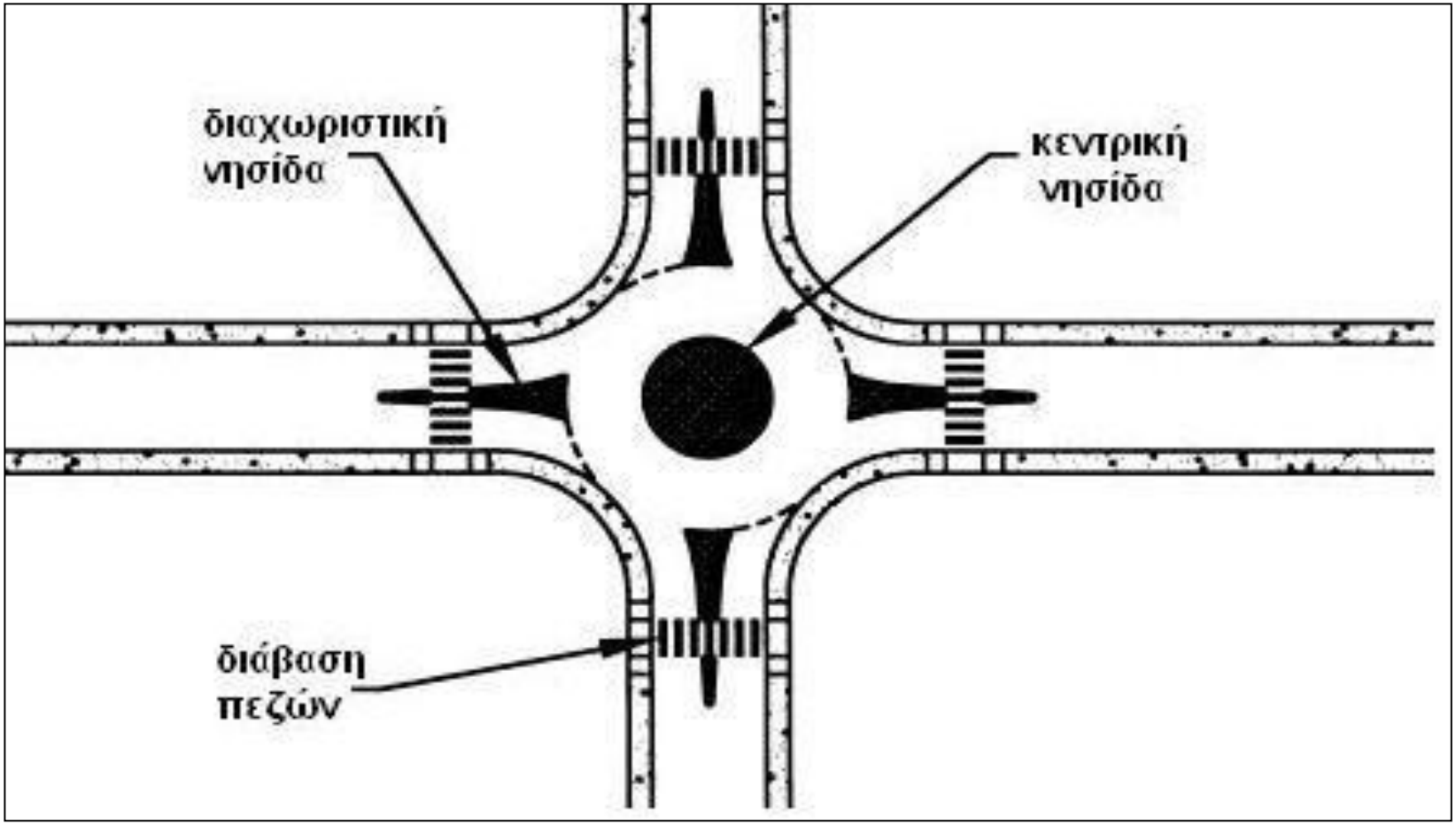
Σχήμα 47: Μικροί κυκλικοί κόμβοι (mini-roundabouts) [20]

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (48/49)



Σχήμα 48: Μικροί κυκλικοί κόμβοι (mini-giratoires) [18]

Κυκλικοί ισόπεδοι κόμβοι (49/49)



Σχήμα 49: Μικροί κυκλικοί κόμβοι (mini-roundabouts) [21]

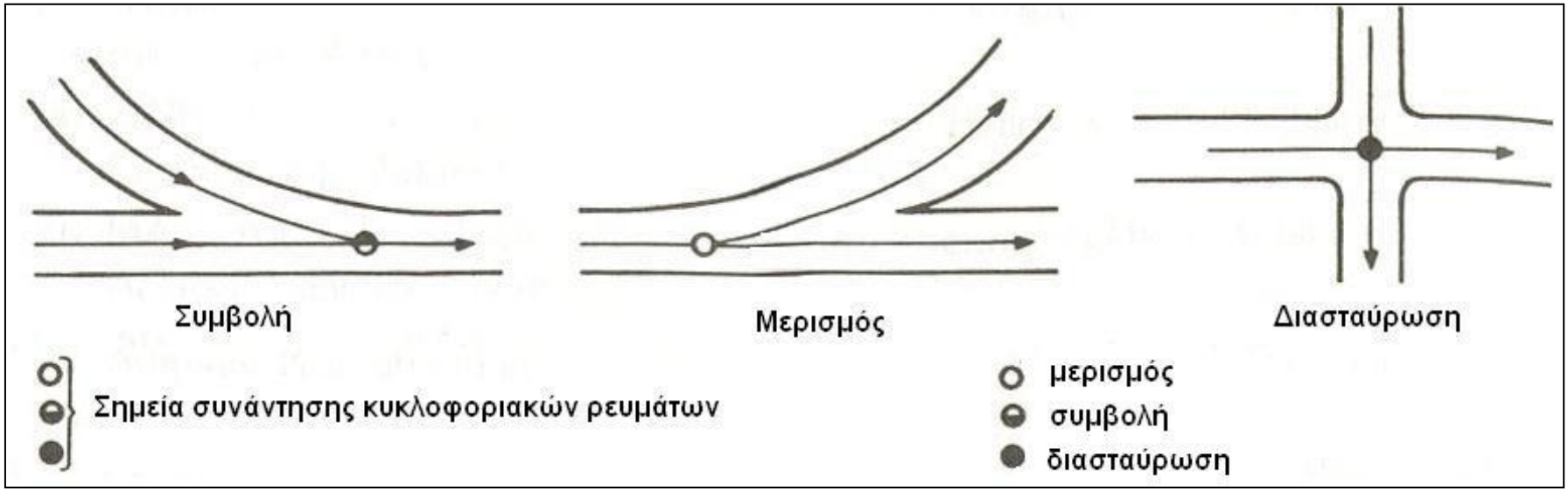
Ελιγμοί (1/5)

- ***Ελιγμοί*** είναι τμήματα ενός κόμβου, όπου συναντώνται τα κυκλοφοριακά ρεύματα και αποτελούν βασικό στοιχείο του. Τα σημεία συνάντησης ονομάζονται ***σημεία εμπλοκής*** *(conflict points)*, ενώ διακρίνονται τρεις μορφές ελιγμών: η ***διασταύρωση*** (crossing), ο ***μερισμός*** (diverging) και η ***συμβολή*** (merging). Ακόμη, οι ελιγμοί ονομάζονται ***απλοί***, όταν συναντώνται δύο μόνο ρεύματα μιας κατεύθυνσης και ***πολλαπλοί*** όταν συναντώνται περισσότερα ρεύματα [7].

Ελιγμοί (2/5)

- Τα σημεία συνάντησης των ρευμάτων ενός κόμβου και το είδος των απαιτούμενων ελιγμών εξαρτάται από τον αριθμό των σκελών του κόμβου και από τον αριθμό και τη φορά των επιτρεπόμενων κινήσεων σε κάθε σκέλος. Ο αριθμός των σημείων συνάντησης ενός κόμβου μειώνεται σημαντικά όταν ορισμένα σκέλη του είναι μονόδρομοι ή γενικότερα όταν απαγορεύονται μερικές από τις δυνατές κινήσεις. Στο Σχήμα 50 εικονίζονται οι στοιχειώδεις ελιγμοί και τα σημεία εμπλοκής. Στους κόμβους αυτούς το σημαντικό είναι ότι η κυκλοφοριακή ροή είναι συνεχής.

Ελιγμοί (3/5)

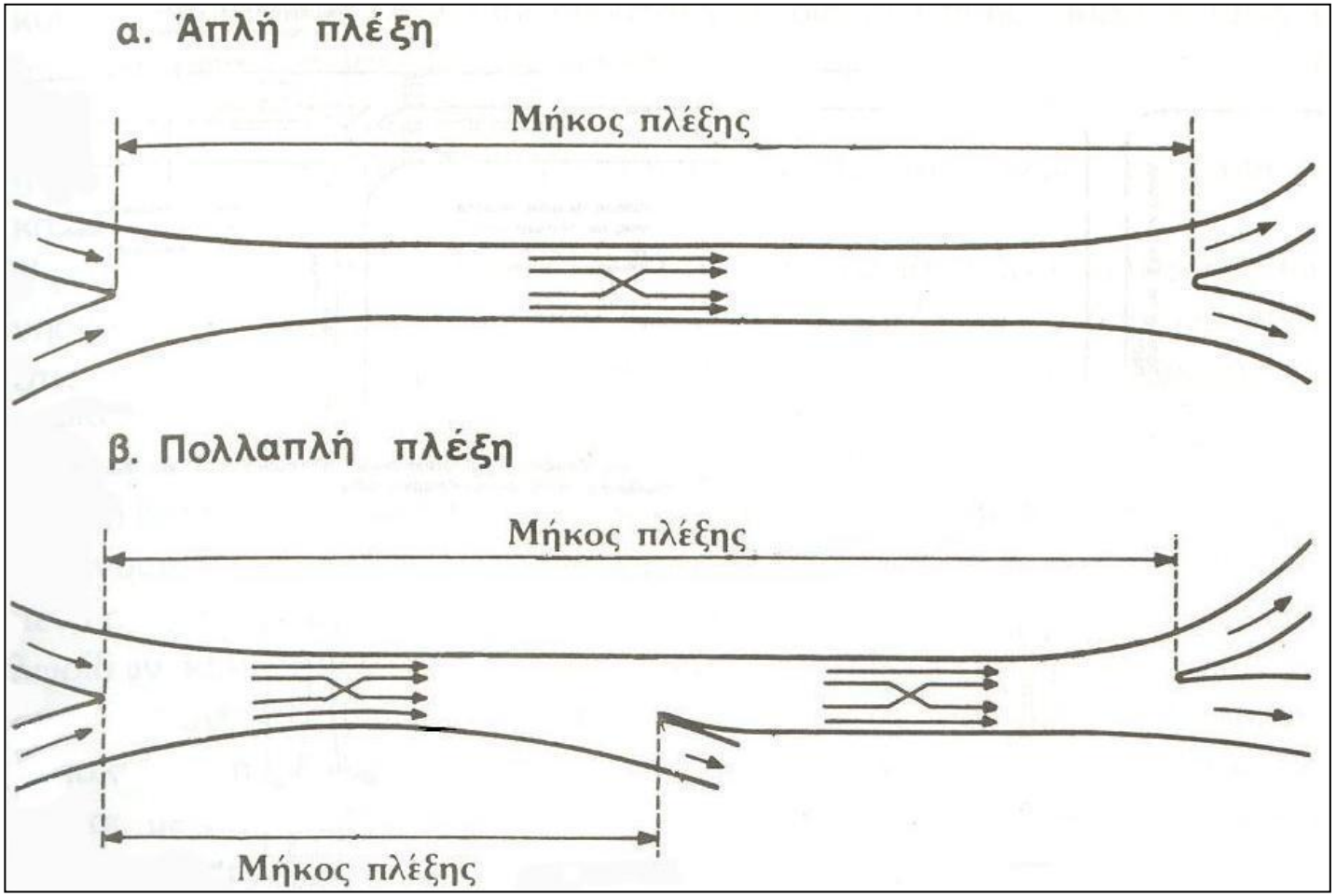


Σχήμα 50: Στοιχειώδεις ελιγμοί και σημεία εμπλοκής [7]

Ελιγμοί (4/5)

- Όταν ένας ελιγμός συμβολής ακολουθείται σε μικρή απόσταση από έναν ελιγμό μερισμού, δημιουργείται ένας σύνθετος ελιγμός γνωστός σαν ***πλέξη***. Το τμήμα της οδού μεταξύ των δύο ελιγμών ονομάζεται ***τμήμα απλής πλέξης***. Δύο ή περισσότερα επικαλυπτόμενα τμήματα πλέξης αποτελούν ένα ***τμήμα πολλαπλής πλέξης*** (Σχήμα 51). Η διασταύρωση δύο ρευμάτων της ίδιας φοράς μπορεί να αντικατασταθεί σε ορισμένες περιπτώσεις από μία πλέξη, όπως συμβαίνει π.χ. στους κυκλικούς κόμβους.

Ελιγμοί (5/5)



Σχήμα 51: Απλή και πολλαπλή πλέξη [7]

Μηκοτομή (1/10)

- Οι Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 1: Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ), [9] και οι Γερμανικοί Κανονισμοί RAS-L-1, Τεύχος 1: Στοιχεία Μελέτης [11], περιλαμβάνουν σε ειδικές παραγράφους, στοιχεία μελέτης για τη μηκοτομή της οδού, τα οποία ισχύουν και κατά τη μελέτη κόμβων, αφού οι οδοί που συναντώνται, μελετώνται ξεχωριστά ως προς την κατά μήκος τομή.

Μηκοτομή (2/10)

- Για λόγους περιβαλλοντικούς, ασφαλείας και λειτουργικού κόστους οι κατά μήκος κλίσεις πρέπει να τηρούνται σε όσο το δυνατόν χαμηλές τιμές, με ταυτόχρονη προσαρμογή στο τοπίο και στη μορφολογία του εδάφους προκειμένου να διατηρηθεί ισορροπία και ομοιομορφία στην περιοχή. Για να εξασφαλιστεί η κυκλοφοριακή ασφάλεια, οι τιμές της κατά μήκος κλίσης δεν πρέπει να ξεπερνούν τα όρια του παρακάτω Πίνακα 12.

Μηκοτομή (3/10)

Ve (km/h)	**max s** [%] για οδούς της ομάδας				
	Α			**Β**	**Γ**
	πεδινά εδάφη	λοφώδη εδάφη	ορεινά εδάφη	όλες οι κατηγορίες εδαφών	όλες οι κατηγορίες εδαφών
40	-	-	-	-	-
50	7,0 (8,0)	8,0 (9,0)	10,0 (11,0)	8,0 (12,0)	8,0 (12,0)
60	6,0 (8,0)	7,0 (9,0)	9,0 (10,0)	7,0 (10,0)	7,0 (10,0)
70	5,0 (7,0)	6,0 (8,0)	8,0 (9,0)	6,0 (9,0)	6,0 (9,0)
80	4,0 (6,0)	5,0 (7,0)	7,0 (9,0)	5,0 (7,0)	5,0 (7,0)
90	4,0 (5,0)	5,0 (6,0)	7,0 (8,0)	-	-
100	3,0 (5,0)	4,0 (6,0)	6,0 (8,0)	-	-
110	3,0 (5,0)	4,0 (6,0)	5,0 (6,0)	-	-
120	3,0 (5,0)	4,0 (6,0)	-	-	-
130	3,0 (4,0)	-	-	-	-

( ) Τιμές κατ' εξαίρεση

Πίνακας 12: Μέγιστες τιμές της κατά μήκος κλίσης [9]

Μηκοτομή (4/10)

- Σε περιοχές ισόπεδων κόμβων πρέπει ν’ αποφεύγονται, όσο είναι δυνατό, τιμές που υπερβαίνουν το **4%**, για λόγους σύνδεσης με διασταυρούμενη οδό και για λόγους κυκλοφοριακής τεχνικής (περιορισμός του μήκους διαδρομής για στάση).
- Στους γερμανικούς κανονισμούς περί κόμβων, RAS-K-1 [1], αναφέρονται μερικά επιπλέον αξιοσημείωτα στοιχεία σχετικά με τις μηκοτομές ειδικότερα στους κόμβους.

Μηκοτομή (5/10)

- Η αναγνωρισιμότητα ενός κόμβου και οι συνθήκες ορατότητας είναι βέλτιστες όταν οι κόμβοι διασταυρούμενων οδών διατάσσονται σε ένα κοίλωμα. Οι κόμβοι δεν θα πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε και οι δύο οδοί στην περιοχή του κόμβου να διαμορφώνουν ένα κύρτωμα. Αν αυτό δεν μπορεί να αποφευχθεί, τότε πρέπει η αναγνωρισιμότητα να βελτιώνεται συχνά με μέτρα έμμεσα στην περιοχή του κόμβου (π.χ. προεκτεινόμενες λωρίδες δεξιάς στροφής εξόδου ή διαχωριστές οδοστρώματος) ή παρεμβάσεις στο περιβάλλον (δέντρα ή φυτεία).

Μηκοτομή (6/10)

- Σε ταχέως κυκλοφορούμενες οδούς έξω από δομημένες περιοχές πρέπει η κατά μήκος κλίση του υπέρτερης οδού στην περιοχή του κόμβου να μην υπερβαίνει περίπου το **4%** γιατί αλλιώς για τον στρέφοντα προς έξοδο μπορεί να υφίστανται μεγάλες λοξές εγκάρσιες κλίσεις.
- Η κατά μήκος κλίση του κλάδου της υποδεέστερης οδού θα έπρεπε εξ αιτίας της αναγνωρισιμότητας του κόμβου και εξ αιτίας των διαδικασιών ξεκινήματος και φρεναρίσματος σε ένα τμήμα περίπου **25m** από την άκρη της υπέρτερης οδού να μην πραγματοποιούνται με μέγιστες τιμές.

Μηκοτομή (7/10)

- Η κατά μήκος κλίση των κλάδων της υποδεέστερης οδού έξω από δομημένες περιοχές πρέπει να συνδέεται με την εγκάρσια κλίση της υπέρτερης οδού με μια εφαπτομενικά στρογγυλεμένη σύνδεση έτσι ώστε να μη σχηματίζει θλάση (γόνατο) όπως φαίνεται στο Σχήμα 52. Δημιουργείται μια κατακόρυφη συναρμογή λίγο πριν τη σύνδεση των δύο δρόμων, με ελάχιστες επιτρεπόμενες τιμές **R=500m** και **T=12,5m** με σκοπό να αποκτήσει η υποδεέστερη οδός κατά μήκος κλίση ίση με την εγκάρσια κλίση που έχει η υπέρτερη. Σε κάθε περίπτωση, η διαφορά μεταξύ κατά μήκος κλίσης της δευτερεύουσας οδού και επίκλισης πρωτεύουσας, δεν πρέπει να ξεπερνά το **4%** [10].

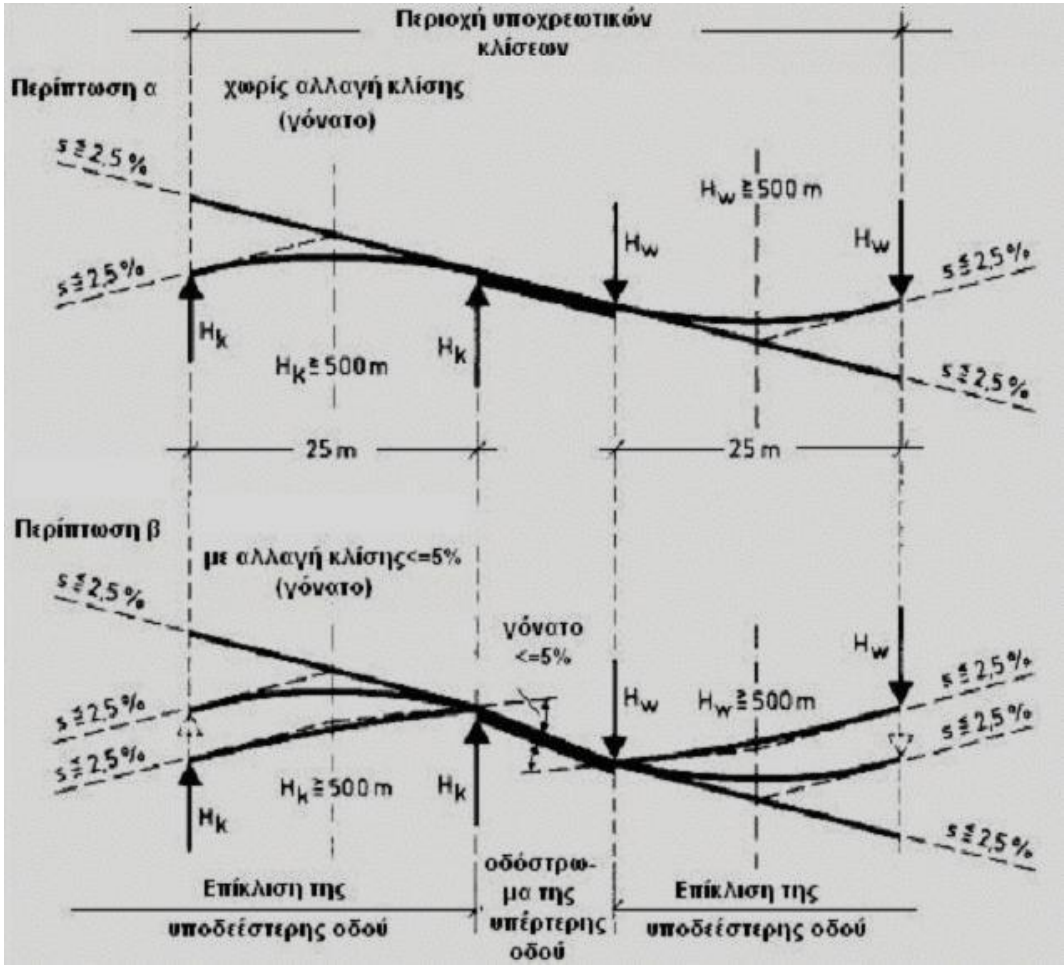
Μηκοτομή (8/10)

- Κατά την σχεδίαση των μηκοτομών των επιμέρους κλάδων των κόμβων πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη κάποιες βασικές αρχές χάραξης. Εφόσον η μελέτη που πραγματοποιείται είναι μελέτη διαμόρφωσης ενός ήδη υπάρχοντος αλλά μη διαμορφωμένου κόμβου, τότε είναι επιθυμητό η χάραξη της μηκοτομής της υπέρτερης οδού να προσεγγίζει όσο γίνεται περισσότερο την μηκοτομή της ήδη υπάρχουσας.

Μηκοτομή (9/10)

- Ο παραπάνω κανόνας ισχύει στην περίπτωση όπου δεν έχει γίνει μεταβολή στην χάραξη της οριζοντιογραφίας της υπέρτερης οδού. Στην περίπτωση της υποδεέστερης οδού, επιθυμητό είναι η αρχή της περιοχής χάραξης του να προσεγγίζει επίσης την υπάρχουσα μηκοτομή. Οι κατά μήκος κλίσεις πρέπει να είναι όσο πιο κοντά γίνεται στις πραγματικές ώστε να μην δημιουργείται γωνία ανάμεσα στην περιοχή που διαμορφώνεται και στο τμήμα της οδού που είναι έξω από την περιοχή διαμόρφωσης.

Μηκοτομή (10/10)



Σχήμα 52: Παραδείγματα για τη συμβολή των κλίσεων του κλάδου του υπέρτερου δρόμου του κόμβου έξω από δομημένες περιοχές [1]

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (1/21)

Ταχύτητες σε κόμβο

- Σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς σχεδιασμού ισόπεδων κόμβων (RAS-K-1) [1] για να επιτευχθούν, σε περιοχές τμημάτων κατά μήκος μιας οδού, με τα ίδια χαρακτηριστικά, διαμορφωμένοι κόμβοι κατά τρόπο ενιαίο, πρέπει κατά την ένταξη και για τον υπολογισμό των στοιχείων του κόμβου σε υπέρτερους κλάδους κόμβων, να χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση οι ταχύτητες του Πίνακα 13.

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (2/21)

Λειτουργικά χαρακτηριστικά οδών			Διατομή	Κόμβος		Υπολογισμός των στοιχείων
Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού	Χαρακτηρισμός οδού		$V_{επτρ}$ [km/h]	Vκ [km/h]	
1	2		3	4	5	6
Α οδοί χωρίς παρόδια δόμηση εκτός κατοικημένων περιοχών (υπεραστική περιοχή) με βασική λειτουργία τη σύνδεση	Α Ι	Αυτοκινητόδρομος	2 οδοστρώματα 1 οδόστρωμα	100 (80)	90 (80)	Δυναμική της πορείας
	Α ΙΙ	Οδός μεταξύ επαρχιών/νομών	2 οδοστρώματα 1 οδόστρωμα	70 (100) 90	(90) 80	
	Α ΙΙΙ	Οδός μεταξύ οικισμών Επαρχιακή οδός	2 οδοστρώματα 1 οδόστρωμα	70 (100) 70	70 70	
	Α IV	Οδός μεταξύ οικισμών/εκτάσεων. Συλλεκτήρια οδός	1 οδόστρωμα	70	70	
	Α V	Δευτερεύουσα οδός Αγροτική οδός	1 οδόστρωμα	60	60 (50)	Γεωμετρία της πορείας
Β οδοί χωρίς παρόδια δόμηση στην περίμετρο, και εντός κατοικημένων περιοχών (ημιαστική και αστική περιοχή) με βασική λειτουργία τη σύνδεση	Β ΙΙ	Αστικός αυτοκινητόδρομος	2 οδοστρώματα	70	70	Δυναμική της πορείας
	Β ΙΙΙ	Αρτηρία (χωρίς παρόδια δόμηση)	2 οδοστρώματα 1 οδόστρωμα	70 70	70 70	
	Β IV	Κύρια συλλεκτήρια οδός (χωρίς παρόδια δόμηση)	1 οδόστρωμα	(60) 50	50	Γεωμετρία της πορείας
Γ οδοί με παρόδια δόμηση εντός κατοικημένων περιοχών (αστική περιοχή) με βασική λειτουργία τη σύνδεση	Γ ΙΙΙ	Αρτηρία (μεπαρόδια δόμηση)	2 οδοστρώματα 1 οδόστρωμα	50	50	
	Γ IV	Κύρια συλλεκτήρια οδός	1 οδόστρωμα	50	50	

Πίνακας 13: Επιδιωκόμενες ταχύτητες σε υπέρτερους κλάδους ισόπεδων κόμβων [1]

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (3/21)

- Εάν η επιτρεπόμενη ταχύτητα περιορίζεται γενικά, πρέπει κατά προτίμηση, να χρησιμοποιούνται για τη $\mathbf{V_{επιτρ}}$ οι τιμές του Πίνακα 13, ενώ σ' αυτές τις περιπτώσεις ισχύει για τον υπολογισμό της βασικής ταχύτητας η σχέση $\mathbf{V_κ=V_{επιτρ}}$, (11) όπου $\mathbf{V_κ}$ η ταχύτητα μελέτης του κόμβου. Αυτό ισχύει μέσα σε δομημένες περιοχές και στις ημιαστικές περιοχές κατά κανόνα για όλους τους κόμβους (ομάδες κατηγοριών **Β** και **Γ**) και εκτός δομημένων περιοχών (ομάδα κατηγοριών **Α**), τουλάχιστον για κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση.

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (4/21)

- Εάν η επιτρεπόμενη μέγιστη ταχύτητα δεν περιορίζεται γενικά, πρέπει κατά προτίμηση να χρησιμοποιούνται οι τιμές της $\mathbf{V_{\kappa}}$, του Πίνακα 13.
- Για λόγους ασφαλείας θα πρέπει να ικανοποιούνται κάποια κριτήρια δυναμικής της κυκλοφορίας, με βασικότερη τη σχέση $\mathbf{V_{85} - V_{\kappa} < 20\ km/h}$. Εάν η σχέση αυτή δεν ισχύει, τότε θα πρέπει να ελεγχθεί αν η ταχύτητα $\mathbf{V_{85}}$ πρέπει να μειωθεί με αλλαγή της χάραξης ή της διατομής. Εάν αυτό δεν είναι δυνατόν θα πρέπει η επιτρεπόμενη μέγιστη ταχύτητα να περιορισθεί στην ταχύτητα $\mathbf{V_{\kappa}}$ ή να αυξηθεί αντίστοιχα η ταχύτητα $\mathbf{V_{\kappa}}$.

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (5/21)

Ορατότητα

- Οι έννοιες της ορατότητας και της ασφάλειας είναι παράμετροι που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και κατά συνέπεια επηρεάζουν άμεσα την ομαλή λειτουργία του οδικού δικτύου. Η εξασφάλιση επαρκούς ορατότητας οδηγεί τους χρήστες των οχημάτων σε λήψη αποφάσεων κίνησης, μετά από ανάλυση όλων των κυκλοφοριακών δεδομένων, που επικρατούν στη συγκεκριμένη περιοχή. Έτσι, αποφεύγονται αυθαίρετες και ριψοκίνδυνες κινήσεις, που οδηγούν σε αύξηση του δείκτη ατυχημάτων και υποβάθμιση του επιπέδου ασφαλείας της οδού.

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (6/21)

- Όσον αφορά τις περιοχές των κόμβων, ιδιαίτερα δυσμενείς, από άποψη ορατότητας, είναι οι συνθήκες στις αστικές περιοχές, όπου η δόμηση είναι πυκνή και πολλές φορές η υπάρχουσα πολεοδομική διαμόρφωση καθιστά ακόμη και αδύνατη την εξασφάλιση των ελαχίστων απαιτήσεων των μηκών ορατότητας.
- Τα μήκη ορατότητας, που ενδιαφέρουν τον μελετητή, στην περίπτωση των ισόπεδων κόμβων είναι τα ακόλουθα.

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (7/21)

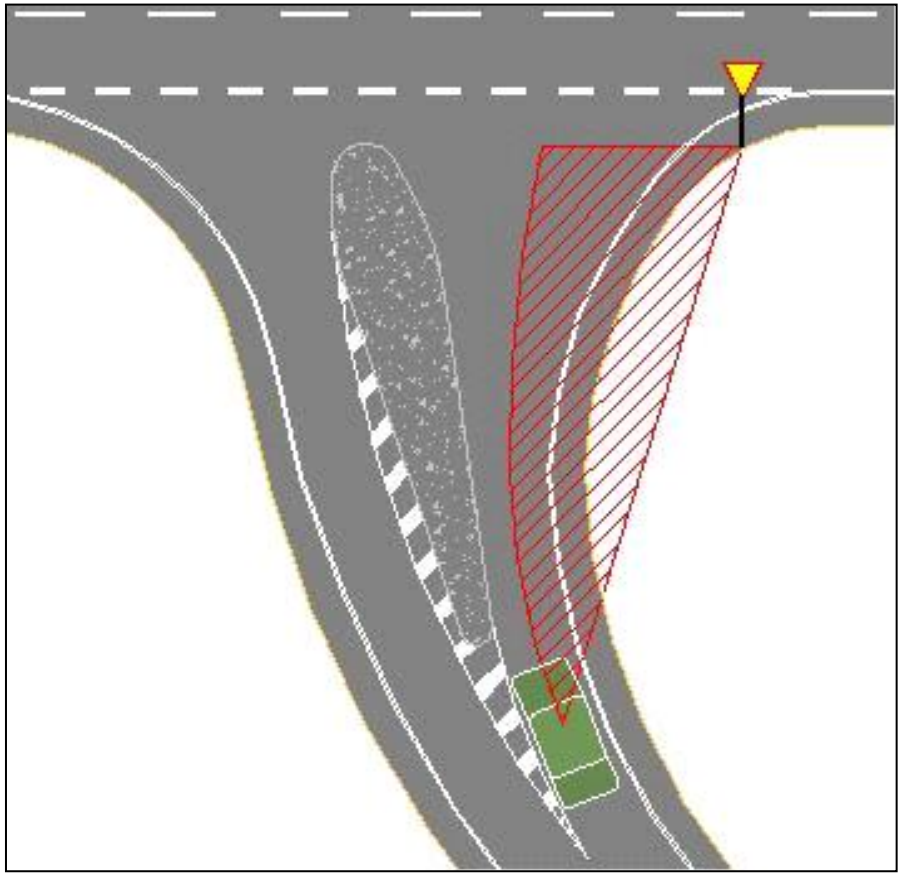
Ορατότητα για στάση (Stopping Sight Distance-SSD)

- Σύμφωνα με τους κανονισμούς RAS-K-1 [1], η απόσταση ορατότητας για στάση είναι μια ελάχιστη απαίτηση για την ασφάλεια της κυκλοφορίας. Ιδιαίτερα στις εισόδους κόμβων πρέπει η απόσταση ορατότητας για στάση, που αντιστοιχεί στο πεδίο ορατότητας, να εξασφαλίζεται πάντοτε (Σχήμα 53).

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (8/21)

- Εάν η εξασφάλιση αυτής της απόστασης δεν είναι εφικτή, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η αναγνώριση της ρύθμισης της προτεραιότητας από τους οδηγούς, απαιτείται λήψη πρόσθετων μέτρων τοποθέτησης προειδοποιητικών σημάτων κυκλοφορίας. Στους παρακάτω Πίνακες εμφανίζονται τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας σύμφωνα με τους γερμανικούς (Πίνακας 14) και τους αμερικανικούς κανονισμούς (Πίνακας 15).

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (9/21)



Σχήμα 53: Ορατότητα για στάση

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (10/21)

Κατηγορία οδού		Ταχύτητα V_{85} (km/h)	Κατά μήκος κλίση της οδού s (%)				
			-8	-4	0	4	8
Α	χωρίς παρόδια εξυπηρέτηση έξω από δομημένες περιοχές	100	240	210	190	170	160
		90	185	165	150	140	130
		80	145	130	120	110	105
		70	110	100	90	85	80
		60	80	70	70	65	60
		50	60	70	50	50	50
Β	χωρίς παρόδια εξυπηρέτηση περιοχή προσαρμογής και μέσα σε δομημένη περιοχή	70	95	85	80	75	70
		60	70	65	60	55	55
		50	50	45	40	40	40
Γ	με παρόδια εξυπηρέτηση σε κύριους δρόμους κυκλοφορίας μέσα σε δομημένες περιοχές	50	40				
		40	25				
		30	15				

Πίνακας 14: Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση των γερμανικών κανονισμών [1]

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (11/21)

Ταχύτητα μελέτης (km/h)	**Μήκος ορατότητας για στάση*** (m)
30	30
40	50
50	65
60	85
70	105
80	130
90	160
100	190
110	220
120	255
130	290

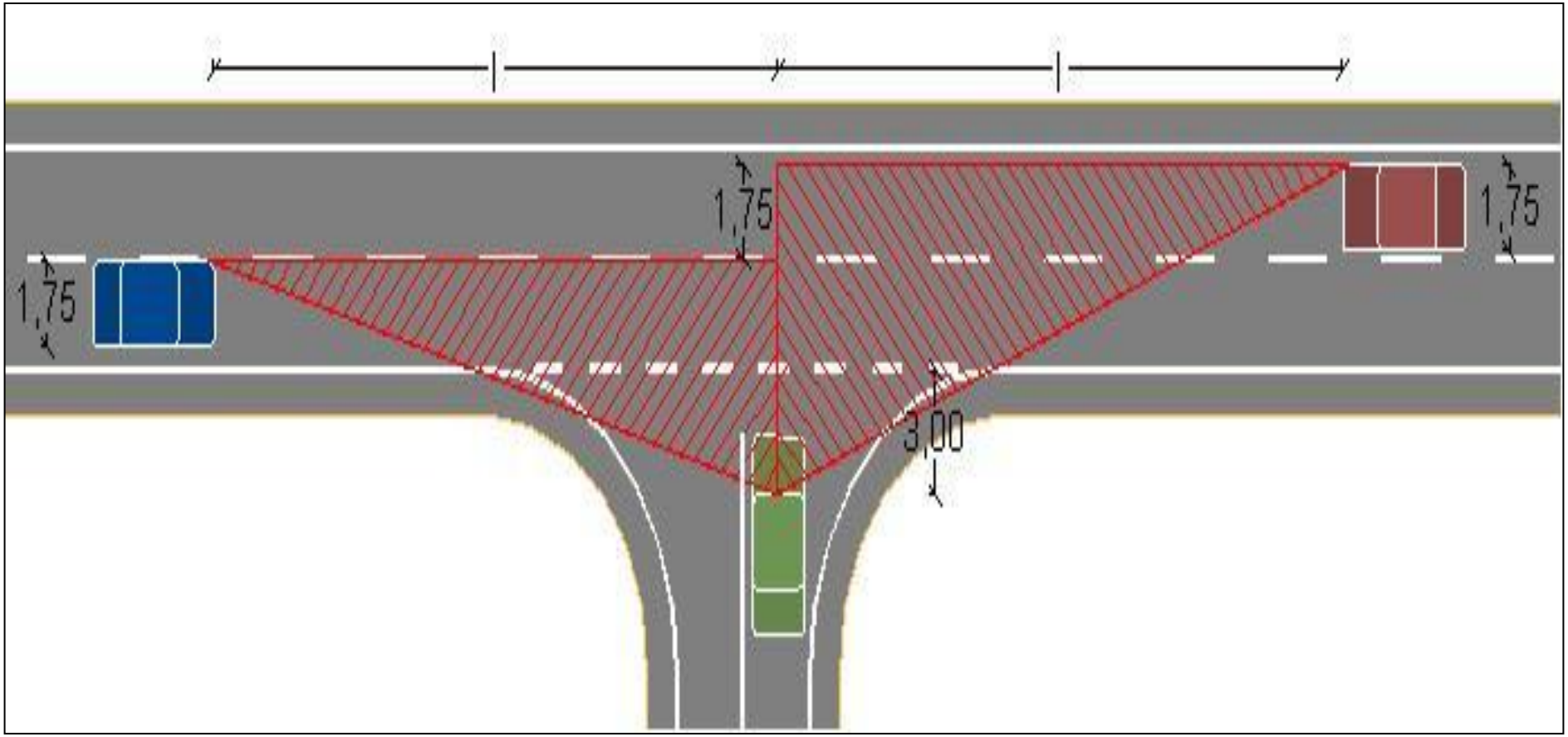
Πίνακας 15: Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση των αμερικανικών κανονισμών [24]

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (12/21)

Ορατότητα για εκκίνηση (Corner Sight Distance)

- Ως ορατότητα για εκκίνηση (Σχήμα 54) χαρακτηρίζεται η ορατότητα, την οποία πρέπει να έχει ένας οδηγός, που αναμένει σε απόσταση **3,00 m** από την άκρη του οδοστρώματος του υπέρτερου δρόμου, όταν διαπιστώσει επαρκές κενός μεταξύ των οχημάτων με προτεραιότητα, να μπορεί από τη στάση να μπει στην υπέρτερη οδό (RAS-K-1 [1]).

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (13/21)



Σχήμα 54: Ορατότητας για εκκίνηση

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (14/21)

- Στις αστικές περιοχές, όπου τα απαιτούμενα πεδία ορατότητας για την εκκίνηση δεν επιτυγχάνονται εξαιτίας της πυκνής δόμησης, λαμβάνονται συμπληρωματικά μέτρα όπως π.χ. απαγόρευση στάσης, περιορισμός στάσης, χρήση κατόπτρων, εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης κ.λπ. [1].

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (15/21)

- Στους Πίνακες 16 και 17 δίδονται οι τιμές των μηκών ορατότητας για εκκίνηση σύμφωνα με τους γερμανικούς και τους αμερικανικούς κανονισμούς στους. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές που βρίσκονται σε παρένθεση αναφέρονται στα μήκη ορατότητας που χρησιμοποιούνται, όταν σε δρόμους έξω από δομημένες περιοχές υφίσταται μεγάλο ποσοστό βαρέων οχημάτων, που στρέφει για είσοδο. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η βελτίωση της ποιότητας κυκλοφορίας στον υπέρτερο δρόμο [1]

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (16/21)

Κατηγορία οδού		Ταχύτητα V_{85} (km/h)							
		100	**90**	**80**	**70**	**60**	**50**	**40**	**30**
A	χωρίς παρόδια εξυπηρέτηση έξω από δομημένες περιοχές	200 (300)	170 (250)	135 (210)	110 (175)	85	70	-	-
B	χωρίς παρόδια εξυπηρέτηση περιοχή προσαρμογής και μέσα σε δομημένη περιοχή	-	-	-	110	85	70	-	-
Γ	με παρόδια εξυπηρέτηση σε κύριους δρόμους κυκλοφορίας μέσα σε δομημένες περιοχές	-	-	-	-	-	70	50	-

Πίνακας 16: Μήκη σκέλους l (m) πεδίου ορατότητας για εκκίνηση τον υπέρτερο δρόμο (γερμανικοί κανονισμοί) [1]

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (17/21)

Ταχύτητα μελέτης (km/h)	Μήκος ορατότητας για εκκίνηση (m)
40	90
50	110
60	130
70	150
80	170
90	190
100	210
110	230

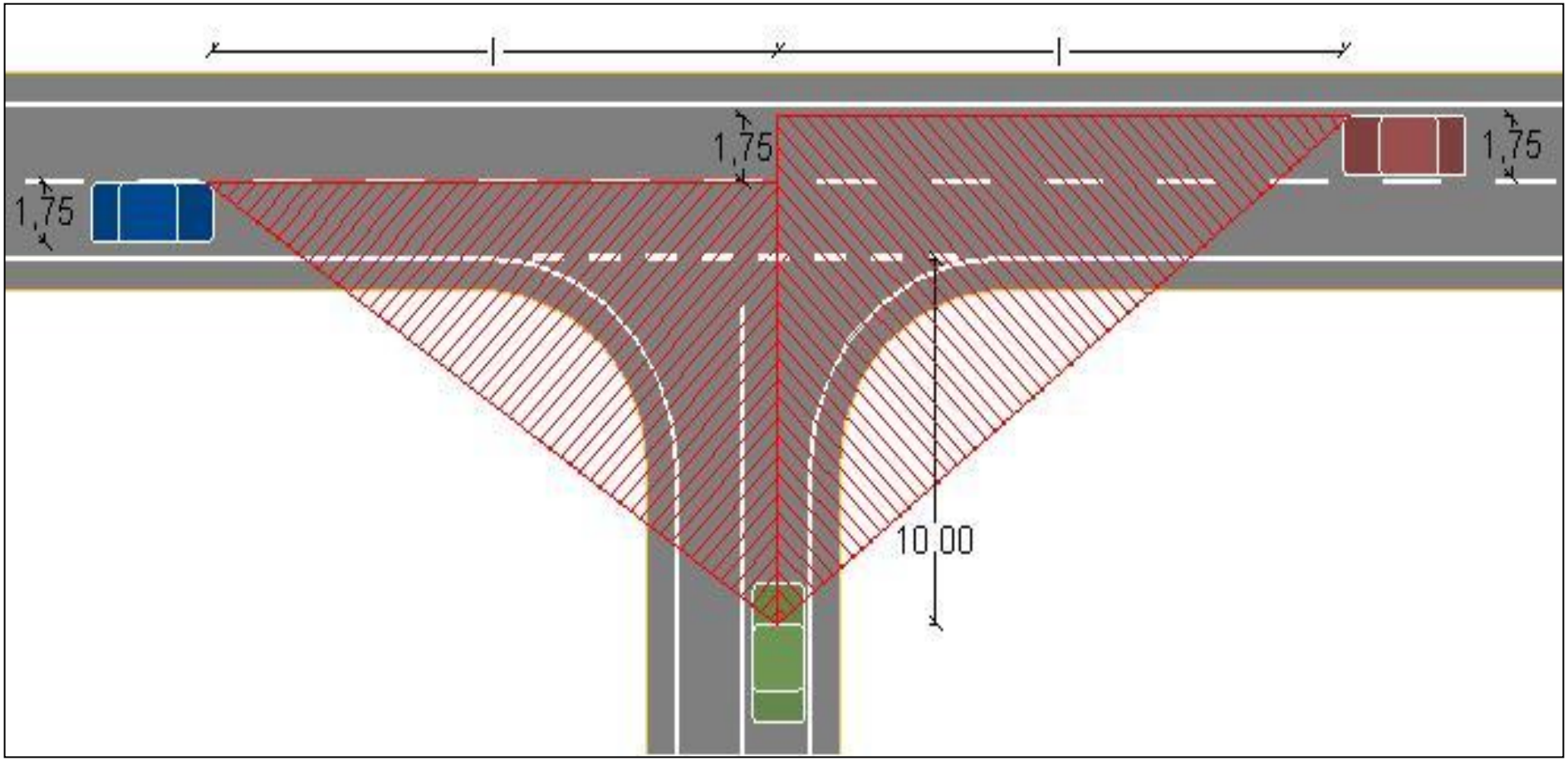
Πίνακας 17: Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για εκκίνηση των αμερικανικών κανονισμών [25]

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (18/21)

Ορατότητα προσέγγισης (Decision Sight Distance)

- Ως ορατότητα προσέγγισης (Σχήμα 55) χαρακτηρίζεται εκείνη η ορατότητα, η οποία για έναν οδηγό στον υπέρτερο δρόμο, πρέπει να υφίσταται από μεγαλύτερη απόσταση από την άκρη της υπέρτερης οδού, ώστε σε ενδεχόμενη περίπτωση να μπορεί να μπει στον υπέρτερο δρόμο χωρίς στάση [1].

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (19/21)



Σχήμα 55: Ορατότητας προσέγγισης

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (20/21)

- Τόσο μέσα όσο και έξω από δομημένες περιοχές η ορατότητα προσέγγισης εφαρμόζεται σε απόσταση **10,0m** από τα άκρα του οδοστρώματος του υπέρτερου δρόμου. Στην περίπτωση, όπου σε περιοχές χωρίς δόμηση στρέφει για είσοδο στον κόμβο μεγάλο ποσοστό βαρέων φορτηγών αυτοκινήτων είναι σκόπιμη η αύξηση της απόστασης αυτής με μέγιστη τιμή τα **20,0m**.
- Η τιμή του μήκους των σκελών του πεδίου ορατότητας προσέγγισης l (Σχήμα 55) προκύπτει επίσης από τον Πίνακα 18.

Λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ισόπεδων Κόμβων (21/21)

Ταχύτητα μελέτης (km/h)	**Μήκος ορατότητας προσέγγισης** (m)
40	110
50	145
60	175
70	200
80	230
90	275
100	315
110	335
120	375

Πίνακας 18: Απαιτούμενα μήκη ορατότητας προσέγγισης των αμερικανικών κανονισμών [26]

Σήμανση κόμβων (1/45)

- Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, η διαδικασία του εξοπλισμού είναι ιδιαίτερα σημαντική, αφού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το οδικό δίκτυο, τους χρήστες της οδού, το όχημα και την οδική ασφάλεια, επηρεάζοντας κατά έναν πολύ μεγάλο βαθμό τις σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των στοιχείων αυτών. Τέλος, χαρακτηριστικές θέσεις της οδού, στις οποίες εμφανίζεται αυξημένος αριθμός σημείων συμπλοκής ή μεγάλη συχνότητα και ένταση των συμπλοκών αυτών, όπως π.χ. κόμβοι, σιδηροδρομικές διαβάσεις κ.λπ., χρίζουν ιδιαίτερης σημασία και ανάλογης σήμανσης.

Σήμανση κόμβων (2/45)

- Ο ορισμός της σήμανσης της οδού, όπως αυτός εμφανίζεται στο τεύχος 'Θεωρητικής Εκπαίδευσης Υποψήφιων Οδηγών Αυτοκινήτων" του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών [27], είναι ο εξής:
- "*Σήμανση είναι ο απλούστερος και ασφαλέστερος τρόπος για να κατανοεί κάθε στιγμή ένας οδηγός πώς θα πρέπει να κινηθεί στην οδό, ποια κατεύθυνση θα πρέπει να ακολουθήσει και ποια προβλήματα μπορεί να αντιμετωπίσει.*"

Σήμανση κόμβων (3/45)

- Δεδομένου του χαρακτήρα, όμως, του προαναφερθέντος συγγράμματος, ο ορισμός αυτός επικεντρώνεται κυρίως στους χρήστες των οχημάτων, στους οποίους απευθύνεται κατά κύριο λόγο το σύστημα αυτό μετάδοσης μηνυμάτων. Σημαντικό ρόλο, επίσης, διαδραματίζουν οι πεζοί και οι ποδηλάτες, που ως παράλληλοι χρήστες της οδικής υποδομής, επωφελούνται της ύπαρξης της σήμανσης και διαμορφώνουν έως ένα βαθμό την οδηγική συμπεριφορά των οδηγών των οχημάτων.

Σήμανση κόμβων (4/45)

- Η κατηγοριοποίηση της σήμανσης, γίνεται κατ' αρχήν σύμφωνα με τη θέση στο χώρο, δηλαδή:
- **Κατακόρυφη σήμανση**
  - Αναφέρεται στις πινακίδες σήμανσης, οι οποίες βρίσκονται είτε παραπλεύρως της οδού, είτε είναι τοποθετημένες σε γέφυρες σήμανσης.
- **Οριζόντια σήμανση**
  - Αναφέρεται στις διαγραμμίσεις και τις λοιπές αναγραφές επάνω στο οδόστρωμα.

Σήμανση κόμβων (5/45)

Κατακόρυφη σήμανση

- Πολύ σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της ρύθμισης της κυκλοφορίας, με όλες τις προεκτάσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως, διαδραματίζουν οι πινακίδες, οι οποίες από άποψη περιεχομένου ποικίλλουν και κατηγοριοποιούνται ως εξής:
- **Πινακίδες αναγγελίας κινδύνου** (χαρακτηρίζονται από το γράμμα **Κ**)
  - Δηλώνουν επικίνδυνες θέσεις, προσβάσεις οδικών κόμβων ή προσβάσεις ισόπεδων σιδηροδρομικών διαβάσεων.
- **Πινακίδες ρυθμιστικές της κυκλοφορίας** (χαρακτηρίζονται από το γράμμα **Ρ**)
  - Δηλώνουν προτεραιότητα, απαγορεύσεις, περιορισμούς ή υποχρεώσεις.
- **Πληροφοριακές πινακίδες** (χαρακτηρίζονται από το γράμμα **Π**)
  - Δηλώνουν προειδοποιήσεις κατευθύνσεων, κατευθύνσεις, αριθμήσεις οδών και χιλιομετρήσεις, τοπωνύμια, χρήσιμες πληροφορίες για τους οδηγούς και εγκαταστάσεις, π.χ. νοσοκομεία κ.λπ.
- **Πρόσθετες πινακίδες** (χαρακτηρίζονται από τα γράμματα **Πρ**.)
  - Συνοδεύουν, πολλές φορές, κάποιες από τις προηγούμενες τρεις κατηγορίες με σκοπό την εξειδίκευση ή αποσαφήνιση του συγκεκριμένου μηνύματος.

Σήμανση κόμβων (6/45)

- Οι κατηγορίες αυτές των πινακίδων σήμανσης αναφέρονται τόσο στους Ελληνικούς κανονισμούς (Κ.Ο.Κ. [28], Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. - Εγνατία Οδός Α.Ε. [29]), όσο και στους αντίστοιχους Γερμανικούς κανονισμούς (StVO [30]).
- Ένας άλλος τρόπος ιεράρχησης των πινακίδων σήμανσης είναι με βάση το γεωμετρικό σχήμα τους.

Σήμανση κόμβων (7/45)

- Μάλιστα, τα σχήματα που εμφανίζονται είναι τυποποιημένα, έτσι ώστε να μεταδίδουν ομοιόμορφα την οδική πληροφορία. Έτσι, εμφανίζονται οι παρακάτω κατηγορίες:
- **Οκτάγωνο**
  - Χρησιμοποιείται μόνο για το σήμα P-2 υποχρεωτικής διακοπής πορείας (STOP).
- **Ισοσκελές τρίγωνο**
  - Κατά κύριο λόγο το σχήμα αυτό χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τις πινακίδες αναγγελίας κινδύνου. Το αντεστραμμένο ισοσκελές τρίγωνο αναφέρεται εξολοκλήρου στο σήμα P-1 υποχρεωτικής παραχώρησης προτεραιότητας.
- **Κύκλος**
  - Χρησιμοποιείται κατά ένα μεγάλο ποσοστό για τις ρυθμιστικές πινακίδες.

Σήμανση κόμβων (8/45)

- **Ρόμβος**
  - Χρησιμοποιείται για τα σήματα Ρ-3 και Ρ-4 (οδός προτεραιότητας και τέλος οδού προτεραιότητας αντίστοιχα).
- **Ορθογώνιο**
  - Χαρακτηρίζει κατά κύριο λόγο τις πληροφοριακές πινακίδες, σύμφωνα με τον ελληνικό Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας [15] και τον αντίστοιχο γερμανικό (StVO [30]).
- **Άλλες μορφές**
  - Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα πολύπλοκα σχήματα που δεν κατατάσσονται σε κάποια από τα προαναφερθέντα, π.χ. μορφή ασπίδας, μορφή Χ, βέλη κ.ά.

Σήμανση κόμβων (9/45)

- Ιδιαίτερη σημασία, για την κατανόηση των πινακίδων σήμανσης από τους χρήστες του οδικού δικτύου, έχουν και τα χρώματα που χρησιμοποιούνται, μιας και ο συνδυασμός τους, μαζί με τα σχήματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως, παρέχουν υποσυνείδητη πληροφορία για την κατηγορία στην οποία ανήκει το σήμα, π.χ. πινακίδα τριγωνικής μορφής με κίτρινο φόντο και κόκκινο περίγραμμα παραπέμπει απευθείας σε αναγγελία κινδύνου. Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:
  - **Κόκκινο**
  - **Μαύρο**
  - **Λευκό**
  - **Πορτοκαλί**
  - **Κίτρινο**
  - **Καφέ**
  - **Πράσινο**
  - **Μπλε [31]**

Σήμανση κόμβων (10/45)

- Κάθε ένα από τα παραπάνω χρώματα και οι συνδυασμοί που πραγματοποιούνται μεταξύ τους χαρακτηρίζουν κάποια ομάδα πινακίδων, ανάλογα με τη χώρα και τις αντίστοιχες προδιαγραφές που αναφερόμαστε. Για την ελληνική πραγματικότητα μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι:
  - Κίτρινο φόντο με κόκκινο περίγραμμα παραπέμπει σε αναγγελία κινδύνου.
  - Λευκό ή μπλε φόντο με κόκκινο περίγραμμα παραπέμπει σε απαγόρευση.
  - Λευκό φόντο παραπέμπει σε άρση απαγόρευσης.
  - Μπλε φόντο παραπέμπει σε υποχρέωση κατεύθυνσης ή διέλευσης.
  - κ.ά.

Σήμανση κόμβων (11/45)

- Παράλληλα με τις απαιτήσεις για πινακίδες σήμανσης εύληπτες και κατανοητές, πολύ σημαντικός επίσης είναι και ο παράγοντας της ευκρίνειάς τους καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Κυρίως τις βραδινές ώρες, που ο φυσικός φωτισμός δεν υφίσταται, πρέπει οι χρήστες της οδού να αντιλαμβάνονται πλήρως τις πληροφορίες των πινακίδων, ώστε να προβαίνουν σε ανάλογους χειρισμούς.

Σήμανση κόμβων (12/45)

- Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται δύο κυρίως μέθοδοι, σύμφωνα με το Traffic Manual, Caltrans [31]) και το "Σχεδιασμό Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική, Τόμος 1" [7]:
- **Φωτισμός**
  - Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται κάποια φωτεινή πηγή , που τοποθετείται συνήθως μπροστά από την πινακίδα, φωτίζοντας απευθείας και ομοιόμορφα την έμπροσθεν επιφάνεια της. Εφαρμόζεται κυρίως στις περιπτώσεις που η πινακίδα βρίσκεται επάνω σε γέφυρα σήμανσης, αφού ο απλός φωτισμός της οδού δεν επαρκεί. Μια νέα μεθοδολογία που εισήχθη πρόσφατα είναι ο σχηματισμός των γραμμάτων ή σχημάτων της πινακίδας με οπτικές ίνες ή ηλεκτροφόρους σωλήνες.

Σήμανση κόμβων (13/45)

- **Αντανακλαστικότητα των πινακίδων**
  - Οι νέες τεχνολογίες έχουν οδηγήσει και στη δημιουργία νέων υλικών κατασκευής των πινακίδων, με σκοπό την αξιοποίηση του φωτισμού που παράγεται από τα ίδια τα οχήματα. Έτσι, επικαλύπτοντας τμήματα των πινακίδων σήμανσης με κάποια αντανακλαστική μεμβράνη, ανακλάται η προσπίπτουσα φωτεινή ακτινοβολία των οχημάτων και επιτυγχάνεται ο φωτισμός τους. Οι δυνατές περιπτώσεις είναι είτε το φόντο να αποτελείται από κάποιο τέτοιο υλικό, οπότε μιλάμε για αντανακλαστικές πινακίδες, είτε μόνο τα γράμματα ή σύμβολα στις ημιαντανακλαστικές.

Σήμανση κόμβων (14/45)

Οριζόντια σήμανση- διαγράμμιση

- Παράλληλα με την κατακόρυφη σήμανση των οδών, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην εύρυθμη λειτουργία του οδικού δικτύου διαδραματίζει και η οριζόντια σήμανση, η οποία δεν υφίσταται αυτόνομα, αλλά έχει έναν συμπληρωματικό χαρακτήρα και απόλυτη συμβατότητα σε σχέση με τις πινακίδες σήμανσης, που αναλύθηκαν προηγουμένως.

Σήμανση κόμβων (15/45)

- Σύμφωνα με το τεύχος “Θεωρητικής Εκπαίδευσης υποψηφίων οδηγών αυτοκινήτων” [27] υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες οριζόντιας σήμανσης:
- Οι **διαγραμμίσεις**
  - Είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μορφή οριζόντιας σήμανσης και συνίσταται από μια ποικιλία γραμμών, οι οποίες έχουν ρυθμιστικό και καθοδηγητικό χαρακτήρα.
- Οι **λοιπές οριζόντιες σημάνσεις**
  - Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα γράμματα, όπως π.χ. η λέξη STOP ή σύμβολα, π.χ. βέλη κατεύθυνσης, τα οποία συμπληρώνουν ή και επαναλαμβάνουν τα μεταβιβαζόμενα από τις πινακίδες μηνύματα.

Σήμανση κόμβων (16/45)

Διαγραμμίσεις

- Οι δύο κατηγορίες, στις οποίες υποδιαιρούνται οι διαγραμμίσεις, σύμφωνα με τη θέση τους επάνω στο οδόστρωμα, είναι οι παρακάτω:
  - Κατά μήκος διαγραμμίσεις.
  - Εγκάρσιες διαγραμμίσεις.

Σήμανση κόμβων (17/45)

Κατά μήκος διαγραμμίσεις

- Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι γραμμές, των οποίων η βασική λειτουργία είναι η οριοθέτηση του χώρου κίνησης των οχημάτων και σύμφωνα με τον Κ.Ο.Κ. [28] υποδιαιρούνται και αυτές σε υποκατηγορίες:
- **Οριογραμμές**
  - Οι οριογραμμές είναι ***συνεχείς μονές γραμμές***, που καθορίζουν τα άκρα του χώρου στον οποίο επιτρέπεται (κυρίως σε υπεραστικές οδούς) να κινούνται κανονικά τα οχήματα.

Σήμανση κόμβων (18/45)

- Ακολουθώντας τις νέες ελληνικές προδιαγραφές (ΟΜΟΕ [9]), στις οποίες η λωρίδα καθοδήγησης περιλαμβάνεται ως βασικό τμήμα της διατομής της οδού, αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι η αποτύπωση της οριογραμμής στο οδόστρωμα γίνεται επάνω στο χώρο που καταλαμβάνει η γραμμή καθοδήγησης και ξεκινάει από το αριστερό άκρο της, από το σημείο, δηλαδή, στο οποίο τελειώνει η λωρίδα κυκλοφορίας. Μετά το πέρας της γραμμής καθοδήγησης βρίσκεται το έρεισμα με μια σταθεροποιημένη ή μη μορφή (π.χ. **Λ**ωρίδα **Έ**κτακτης **Α**νάγκης –ΛΕΑ, **Λ**ωρίδα **Π**ολλαπλών **Χ**ρήσεων – ΛΠΧ κ.λπ.).

Σήμανση κόμβων (19/45)

Γραμμές διαχωρισμού αντιθέτων κατευθύνσεων

- Είναι συνεχείς ή διακεκομμένες γραμμές, που χρησιμεύουν στο να διαχωρίζουν τις αντίθετες κατευθύνσεις της κυκλοφορίας μεταξύ τους. Ανάλογα με τη μορφή τους επιτρέπουν ή απαγορεύουν το προσπέρασμα [27]. Αναλυτικότερα:
  - Στην περίπτωση ***μονής διακεκομμένης γραμμής*** επιτρέπεται το προσπέρασμα από όσους κινούνται και στις δύο κατευθύνσεις της οδού. Βασική προϋπόθεσή είναι η τήρηση των βασικών κανόνων ασφαλείας σε σχέση με τα αντίθετα κινούμενα οχήματα.

Σήμανση κόμβων (20/45)

- Στην περίπτωση ***διπλής ή μονής συνεχόμενης γραμμής*** δεν επιτρέπεται το προσπέρασμα (η μονή γραμμή εμφανίζεται σπάνια και μόνο σε περίπτωση υπερβολικής στενότητας της οδού). Επειδή απαγορεύει την με οποιονδήποτε τρόπο υπέρβασή της για κίνησή στο αντίθετο ρεύμα, χρησιμοποιείται και στις περιοχές των κόμβων, για να καταστήσει σαφή την απαγόρευση κάποιων στρεφουσών κινήσεων.
- Στην περίπτωση ***μικτής γραμμής διαχωρισμού ρευμάτων***, δηλαδή διπλή γραμμή, εκ των οποίων η μια είναι συνεχόμενη και η άλλη διακεκομμένη, απαγορεύεται το προσπέρασμα των οχημάτων που κινούνται στο ρεύμα κυκλοφορίας με τη συνεχή γραμμή και επιτρέπεται σε αυτά που κινούνται στο ρεύμα με τη διακεκομμένη.

Σήμανση κόμβων (21/45)

Γραμμές οριοθέτησης των λωρίδων κυκλοφορίας

- Στην περίπτωση που η διατομή της οδού αποτελείται από περισσότερες από μία λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, κρίνεται αναγκαία η ύπαρξη κάποιου τρόπου διαχωρισμού τους. Κατά κανόνα η γραμμή αυτή είναι διακεκομμένη, δηλαδή επιτρέπει τη μετάβαση των οχημάτων από τη μια λωρίδα στην άλλη, τηρώντας πάντοτε τις προβλεπόμενες από τον Κ.Ο.Κ. ενέργειες, σε σπάνιες όμως περιπτώσεις, όπου συντρέχουν λόγοι ασφάλειας π.χ. σήραγγες, γέφυρες κ.λπ. η γραμμή αυτή είναι συνεχής απαγορεύοντας με αυτόν τον τρόπο την αλλαγή λωρίδας.

Σήμανση κόμβων (22/45)

Γραμμές οριοθέτησης λωρίδων επιτάχυνσης και επιβράδυνσης

- Στην περίπτωση οδών, όπου τα οχήματα αναπτύσσουν υψηλές ταχύτητες, κρίνεται σκόπιμη η λήψη μέτρων στις περιοχές των κόμβων για την ομαλή ένταξη των οχημάτων που εισέρχονται στη οδό, ή για την ασφαλή διοχέτευση των εξερχόμενων οχημάτων στους διασταυρούμενους κλάδους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ειδικών λωρίδων, επιτάχυνσης και επιβράδυνσης αντίστοιχα. Η οριζόντια σήμανση των λωρίδων αυτών και ο διαχωρισμός τους από τις κανονικές λωρίδες κυκλοφορίας πραγματοποιείται με τη βοήθεια διακεκομμένης γραμμής διπλάσιου πλάτους και με πιο πυκνή διάταξη διαστημάτων από τις διαγραμμίσεις διαχωρισμού των λωρίδων κυκλοφορίας.

Σήμανση κόμβων (23/45)

Εγκάρσιες διαγραμμίσεις

- Στην υποκατηγορία αυτή των διαγραμμίσεων ανήκουν οι γραμμές ή το σύνολο των γραμμών, που όπως φαίνεται και από την ονομασία τους, τοποθετούνται κάθετα στον άξονα της οδού και επιτελούν διάφορες λειτουργίες. Έτσι υπάρχουν:
- **Διαγραμμίσεις απαγόρευσης εισόδου οχημάτων**
  - Η οριζόντια σήμανση αυτής της κατηγορίας συναντάται στις επιφάνειες αποκλεισμού των οδών, σε εκείνες τις περιοχές δηλαδή του οδοστρώματος, όπου απαγορεύονται πλήρως οι κινήσεις των οχημάτων με σκοπό τη διαρρύθμιση του οδικού χώρου για λειτουργικούς λόγους. Εμφανίζονται κυρίως στις περιοχές των κόμβων και η μορφή τους είναι λευκές παράλληλες μεταξύ τους γραμμές, σχεδιασμένες διαγώνια στο οδόστρωμα που περικλείονται από συνεχή γραμμή-πλαίσιο.

Σήμανση κόμβων (24/45)

- **Διαβάσεις πεζών**
  - Εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στις αστικές περιοχές, όπου η κυκλοφορία των πεζών είναι αυξημένη και αποτελούνται από λευκές λωρίδες σχετικά μεγάλου πλάτους, στις οποίες παρεμβάλλονται διάκενα. Οι λωρίδες αυτές είναι παράλληλες προς τον άξονα της οδού και αποτελούν χώρο αποκλειστικής διέλευσης πεζών, των οποίων η προτεραιότητα έναντι των οχημάτων διασφαλίζεται και από τον Κ.Ο.Κ.

Σήμανση κόμβων (25/45)

- **Γραμμή διακοπής πορείας**
  - Πρόκειται για μια συνεχή γραμμή που συνοδεύει, σε ορισμένες περιπτώσεις, τις πινακίδες υποχρεωτικής διακοπής πορείας (STOP) και υποδηλώνει τη θέση, στην οποία ο οδηγός πρέπει να ακινητοποιήσει το όχημα του για να ελέγξει, αν μπορεί να διασχίσει τη συμβάλλουσα οδό προτεραιότητας.
- **Γραμμή υποχρεωτικής παραχώρησης προτεραιότητας στο διασταυρούμενο ρεύμα**
  - Πρόκειται για μια διακεκομμένη γραμμή που τοποθετείται στους κλάδους κόμβων οι οποίοι διαθέτουν τη συγκεκριμένη πινακίδα σήμανσης.

Σήμανση κόμβων (26/45)

- **Γραμμές απαγόρευσης στάθμευσης**
  - Πρόκειται για κίτρινες γραμμές, ευθείες ή τεθλασμένες, σχεδιασμένες στο οδόστρωμα δίπλα από το κράσπεδο ή επάνω σε αυτό και απαγορεύουν τη στάθμευση στην πλευρά του δρόμου, όπου βρίσκονται. Στην περίπτωση που οι κίτρινες γραμμές είναι συνεχείς υποδηλώνεται επιπλέον και η απαγόρευση στάσης.

Σήμανση κόμβων (27/45)

Λοιπές οριζόντιες σημάνσεις

- Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι υπόλοιπες αναγραφές επάνω στο οδόστρωμα, που δεν κατατάσσονται σε κάποια από τις προαναφερθείσες. Τέτοιες μπορεί να είναι [27]:
- **Τα τόξα κυκλοφορίας ή βέλη κατεύθυνσης**
  - Χρησιμοποιούνται σε οδούς με περισσότερες από μια λωρίδες ανά κατεύθυνση και καθορίζουν σε ποια ή ποιες λωρίδες πρέπει υποχρεωτικά να κινείται ο οδηγός, για να ακολουθήσει την κατεύθυνση που επιθυμεί στον επόμενο κόμβο.

Σήμανση κόμβων (28/45)

- **Η αναγραφή STOP**
  - Είναι σύνηθες το φαινόμενο η ρυθμιστική αυτή πινακίδα να επαναλαμβάνεται στο οδόστρωμα με την αναγραφή της λέξης STOP με λευκά γράμματα.
- **Πινακίδες κυκλοφορίας επαναλαμβανόμενες στο οδόστρωμα**
  - Σε ορισμένες περιπτώσεις ορισμένες προειδοποιητικές πινακίδες επαναλαμβάνονται αυτούσιες επάνω στο οδόστρωμα, χρησιμοποιώντας κάποια ειδικά μεμβρανώδη υλικά. Προς το παρόν, αυτός ο τρόπος οριζόντιας σήμανσης εμφανίζεται σε διαβάσεις μαθητών μπροστά σε σχολεία για, με σκοπό την αύξηση της προσοχής των οδηγών.

Σήμανση κόμβων (29/45)

- **Λοιπές μορφές σημάνσεων**
  - Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλες οι υπόλοιπες οριζόντιες σημάνσεις, όπως πλέγματα κίτρινων γραμμών, αναγραφή των κατηγοριών των οχημάτων, τα οποία επιτρέπεται να κινούνται σε ειδικές λωρίδες (π.χ. BUS, TAXI) κτλ.
- **Προσωρινή σήμανση**
  - Σε περιοχές, όπου εκτελούνται έργα, η κυκλοφορία καθοδηγείται με προσωρινές διαγραμμίσεις στο οδόστρωμα, οι οποίες έχουν κίτρινο χρώμα και υπερισχύουν των λευκών διαγραμμίσεων της μόνιμης σήμανσης.

Σήμανση κόμβων (30/45)

Διαστάσεις της οριζόντιας σήμανσης

- Για την διαστασιολόγηση των επιμέρους στοιχείων της οριζόντιας διαγράμμισης των οδών, ακολουθούνται οι Οδηγίες Μελετών Έργων Οδοποιίας της Εγνατίας Οδού Α.Ε. [29], καθώς και οι Γερμανικοί Κανονισμοί RMS [32].
- Έτσι υπάρχουν κατά κανόνα δύο πάχη γραμμών, η **πλατιά**, που από δω και στο εξής θα χαρακτηρίζεται από το γράμμα **Π** και η **στενή**, που θα χαρακτηρίζεται από το γράμμα **Σ**.
- Ιδιαίτερα χρήσιμος είναι ο παρακάτω Πίνακας 20 και τα Σχήματα 56-59, όπως αυτοί αναφέρονται στους Κανονισμούς RMS-2 [32].

Σήμανση κόμβων (31/45)

	Αυτοκινητόδρομοι	Λοιπές Οδοί
Στενή γραμμή (Σ)	0,15 m	0,12 m
Πλατιά γραμμή (Π)	0,30 m	0,25 m

Πίνακας 19: Πάχη γραμμών στις κατά μήκος διαγραμμίσεις [32]

Αναλογία Γραμμή/Κενό	**Περιοχή Εφαρμογής**		**Αυτοκινητόδρομοι**	**Λοιπές Οδοί**		**Ποδηλατόδρομοι**
				Υπεραστικές	Αστικές	
1:2	Διαχωριστική γραμμή διαδρομών χωρίς κόμβους. Διακεκομμένη γραμμή της μικτής οριοθέτησης λωρίδων		6 m / 12 m	4 m / 8 m	3 m / 6 m	-
	Διαχωριστική γραμμή για ποδηλατοδρόμους		-	-	-	1 m / 2 m
2:1	γενικά		6 m / 3 m	4 m / 2 m	3 m / 1.5 m	-
1:1	Ράμπες σύνδεσης και πρόσθετες λωρίδες		6 m / 6 m	-	-	-
	Διακεκομμένη γραμμή οριοθέτησης ποδηλατοδρόμου στην περιοχή κόμβου		-	-	-	0.5 m / 0.2 m
	Διαχωριστική γραμμή στην περιοχή κόμβου		-	3 m / 3 m		-
	διακεκομμένη γραμμή οριοθέτησης λωρίδας	ευρύτερη περιοχή κόμβου	6 m / 6 m	3 m / 3 m		-
		στενότερη περιοχή κόμβου	-	1.5 m / 1.5 m		-

Πίνακας 20: Μήκη γραμμών στις κατά μήκος διαγραμμίσεις [32]

Σήμανση κόμβων (32-α/45)

Ονομασία	Βασική μορφή (m)	Ένδειξη διαγράμμισης
Συνεχής στενή γραμμή (Σ)		Οριοθέτηση λωρίδων κυκλοφορίας Οριοθέτηση πλάτους οδοστρώματος Οριοθέτηση ποδηλατοδρόμων Οριοθέτηση θέσεων στάθμευσης
Διακεκομμένη στενή γραμμή 1 : 2 - εκτός θέσεων κόμβων - (Σ)	1 : 2 : 1	Γραμμή καθοδήγησης
Διακεκομμένη στενή γραμμή 1 : 1 - εκτός θέσεων κόμβων - (Σ)	1 : 1 : 1	Γραμμή καθοδήγησης
Διακεκομμένη στενή γραμμή 2 : 1 (Σ)	2 : 1 : 2	Γραμμή προειδοποίησης βλ. και άρθρο 5, παράγρ. 3γ του Ν. 2094/23.11.92 (Νέος Κ.Ο.Κ.)
Συνεχής πλατειά γραμμή (Π)		Οριοθέτηση πλάτους οδοστρώματος Οριοθέτηση ειδικών λωρίδων

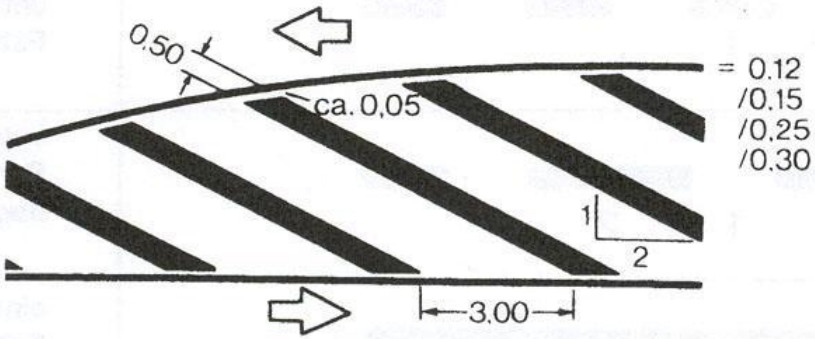
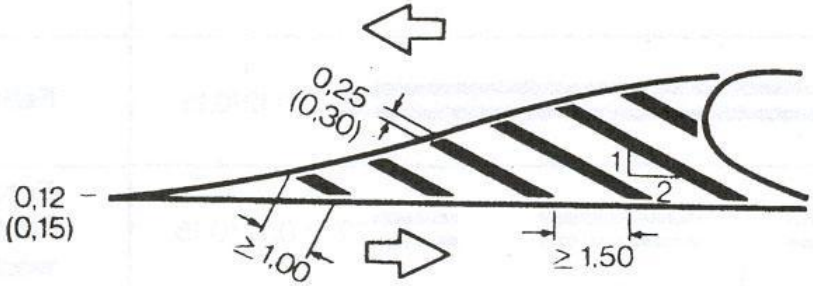
Σχήμα 56: Τυπικές μορφές γραμμών διαγράμμισης [32]

Σήμανση κόμβων (32-β/45)

Διακεκομμένη πλατειά γραμμή 1 : 1 (Π)	1 : 1 : 1	Διακεκομμένη οριοθέτηση πλάτους οδοστρώματος
Διακεκομμένη πλατειά γραμμή 2 : 1 (Π)	2 : 1 : 2	Διακεκομμένη οριοθέτηση ειδικών λωρίδων
Διπλή γραμμή από μια συνεχή και μια διακεκομμένη στενή γραμμή 1 :2 (Σ)	0,12/0,15 1 : 2 : 1	Μονόπλευρη οριοθέτηση λωρίδων κυκλοφορίας
Διπλή γραμμή από δύο συνεχείς στενές γραμμές (Σ)	0,12/0,15	Οριοθέτηση λωρίδων κυκλοφορίας βλ. και άρθρο 5, παράγρ. 3α του Ν. 2094/23.11.92 (Νέος Κ.Ο.Κ.)
Διπλή γραμμή από δύο διακεκομμένες στενές γραμμές 2 : 1 (Σ)	0,12/0,15 2 : 1 : 2	Διαγράμμιση λωρίδων κυκλοφορίας για λειτουργία εναλλασ. κατεύθυνσης (Λωρίδα εναλλασ. κατεύθ. κυκλοφ.) βλ. και άρθρο 5, παράγρ. 3ε του Ν. 2094/23.11.92 (Νέος Κ.Ο.Κ.)

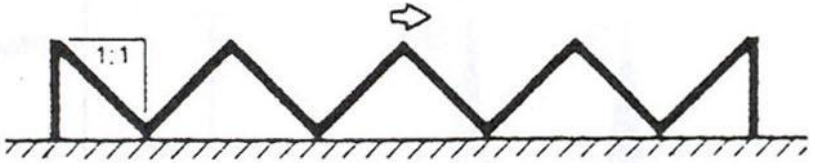
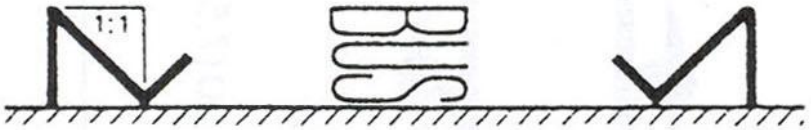
Σχήμα 56: Τυπικές μορφές γραμμών διαγράμμισης [32]

Σήμανση κόμβων (33/45)

Ονομασία	Βασικές μορφές (m)	Ένδειξη διαγράμμισης
Σχάρα λοξής διαγράμμισης (ΖΕΒΡΑ)		Επιφάνεια αποκλεισμού
Μικρή σχάρα λοξής διαγράμμισης (ΖΕΒΡΑ)		Μικρή επιφάνεια αποκλεισμού

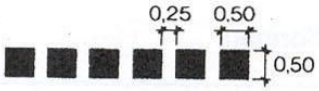
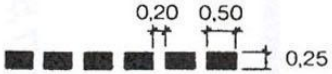
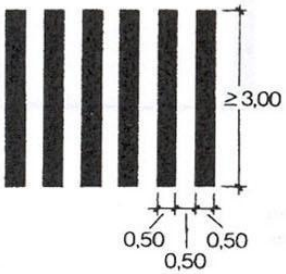
Σχήμα 57: Διαστάσεις διαγράμμισης στις επιφάνειες αποκλεισμού [32]

Σήμανση κόμβων (34/45)

Ονομασία	Βασικές μορφές (m)	Ένδειξη διαγράμμισης
Συνεχής τεθλασμένη γραμμή (ζιγκ - ζαγκ) Πλάτος γραμμής: 0.12 m		Οριοθέτηση χώρου απαγόρευσης στάσης και στάθμευσης
Διακεκομμένη τεθλασμένη γραμμή (ζιγκ - ζαγκ) Πλάτος γραμμής: 0.12 m		
Μεμονωμένη τεθλασμένη γραμμή (ζιγκ - ζαγκ) Πλάτος γραμμής: 0.12 m		

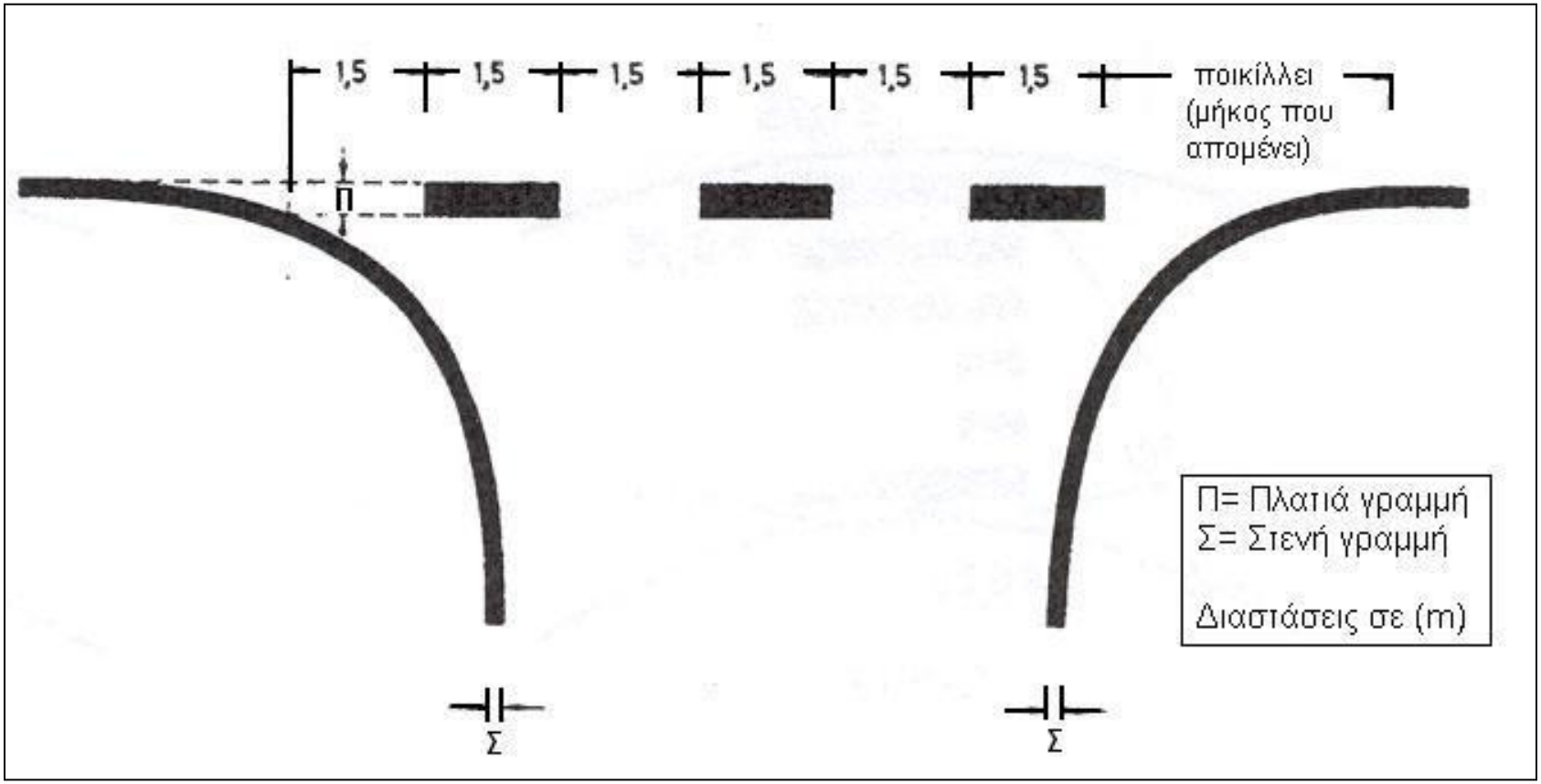
Σχήμα 58: Διαστάσεις διαγράμμισης για την απαγόρευση στάσης και στάθμευσης [32]

Σήμανση κόμβων (35/45)

Ονομασία	Βασικές μορφές (m)	Ένδειξη διαγράμμισης
Εγκάρσια γραμμή		Υποχρεωτική διακοπή πορείας
Διακεκομμένη εγκάρσια γραμμή 2 : 1		Υποχρεωτική παραχώρηση προτεραιότητας
Διακεκομμένη εγκάρσια γραμμή 2.5 : 1		Οριοθέτηση πορείας πεζών
Διακεκομμένη εγκάρσια γραμμή 2.5 : 1		Οριοθέτηση πορείας ποδηλατιστών
Διαγράμμιση τύπου "ζέβρας"		Διάβαση πεζών

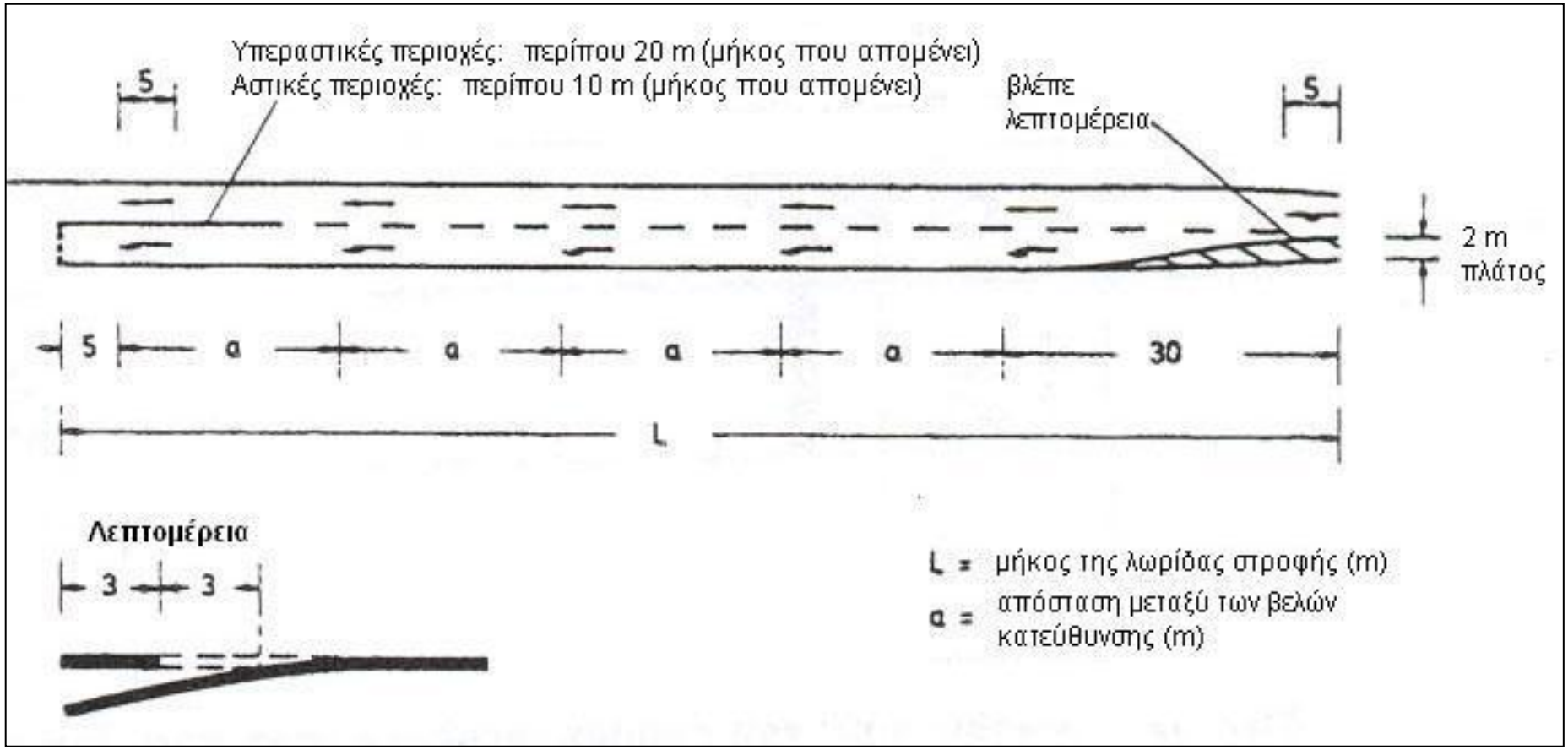
Σχήμα 59: Διαστάσεις εγκάρσιας διαγράμμισης [32]

Σήμανση κόμβων (36/45)



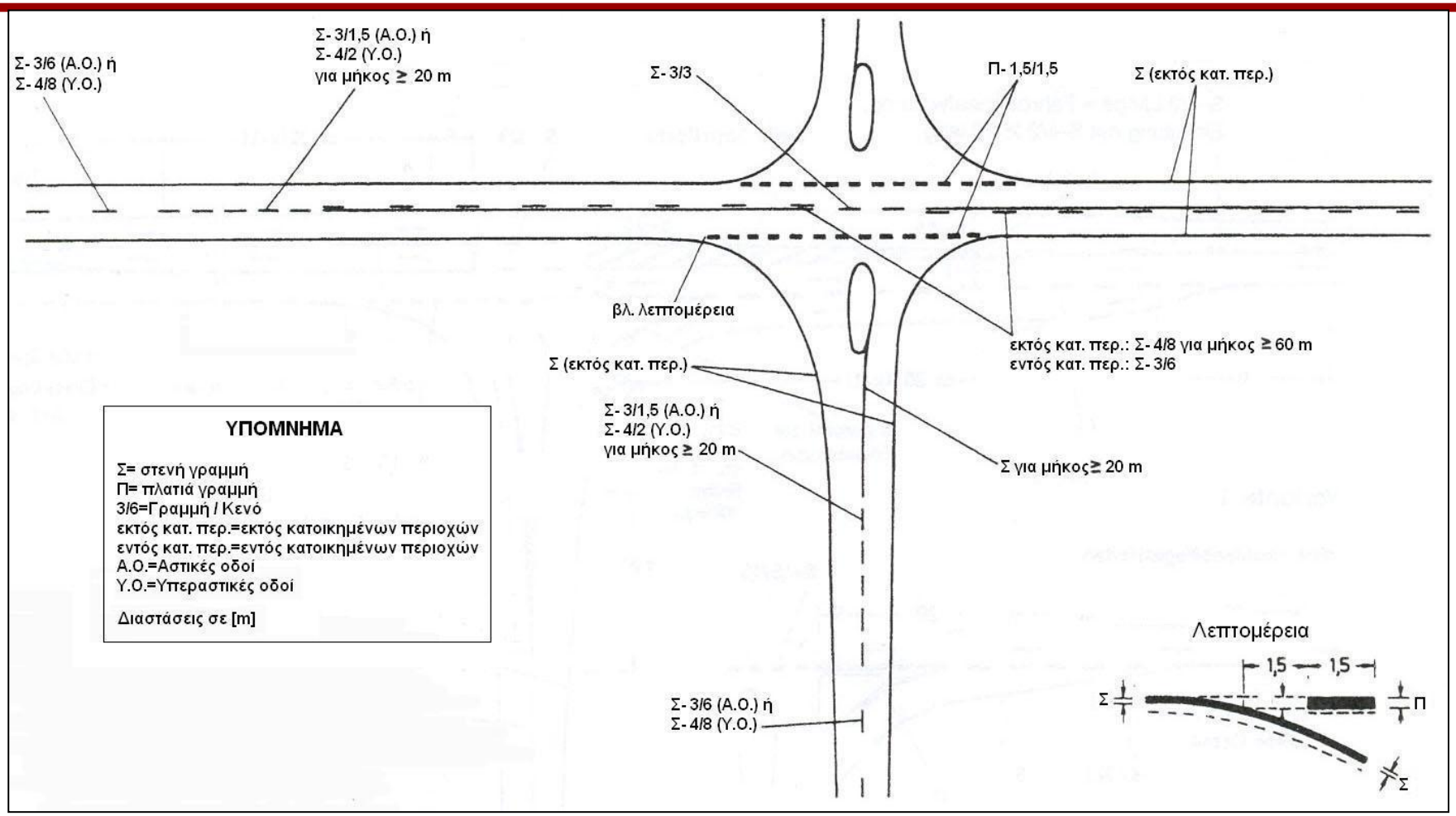
Σχήμα 60: Σήμανση της οριογραμμής του υπέρτερου κλάδου στα όρια του υποδεέστερου [32]

Σήμανση κόμβων (37/45)



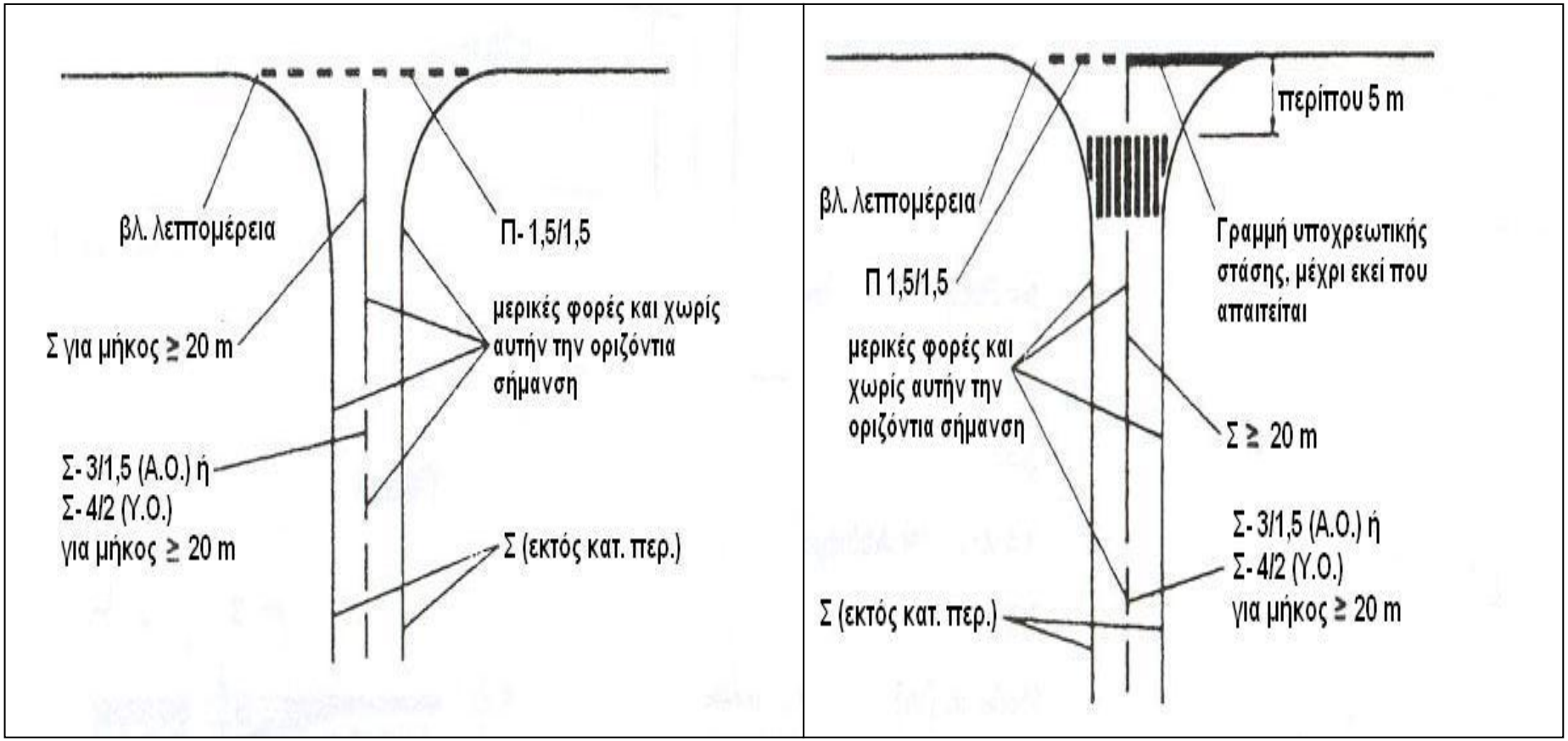
Σχήμα 61: Διάταξη των βελών κατεύθυνσης στις λωρίδες στροφής [32]

Σήμανση κόμβων (38-α/45)



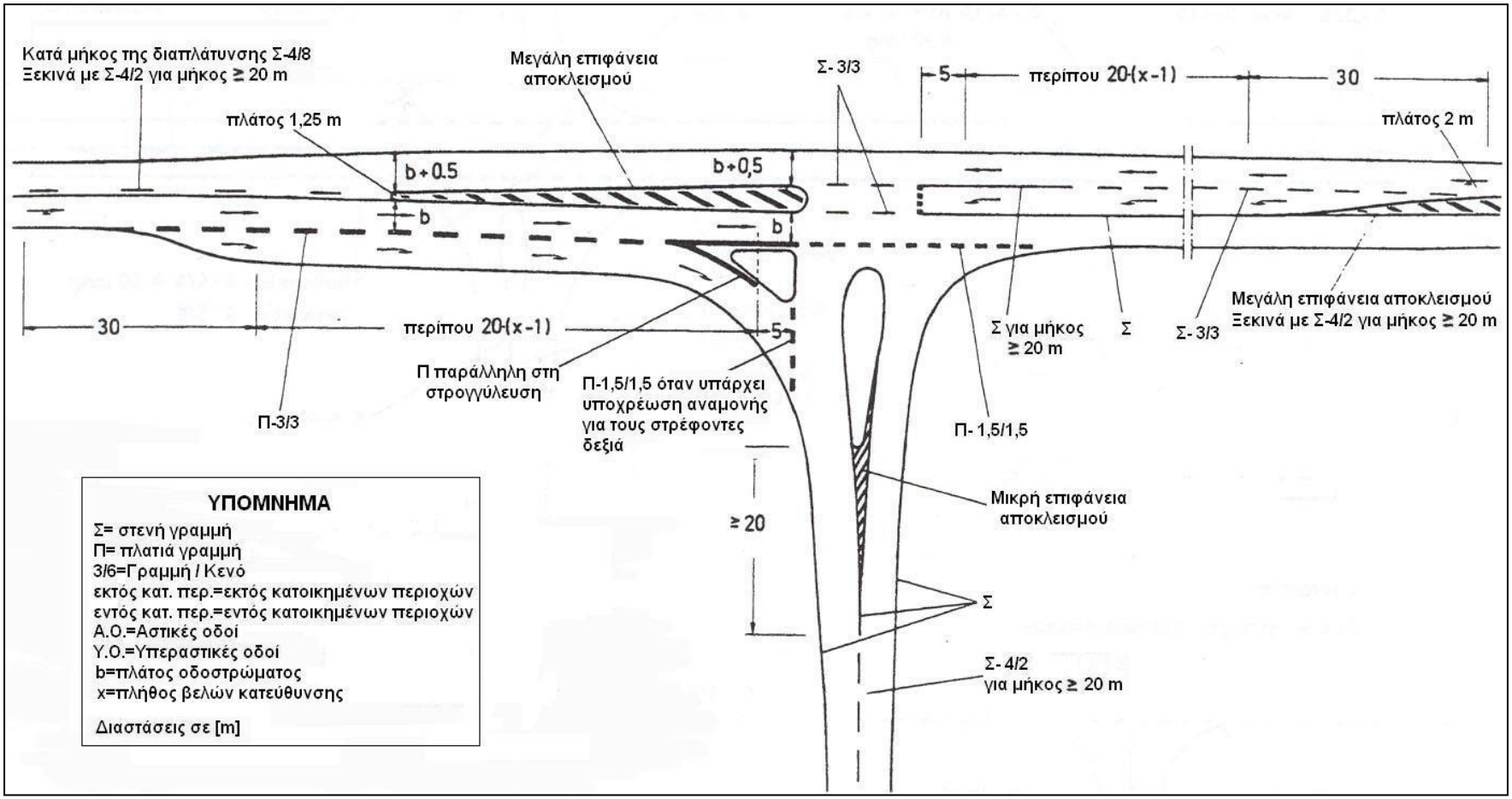
Σχήμα 62: Σήμανση στην περιοχή των κόμβων για δρόμους 2 λωρίδων κυκλοφορίας , χωρίς λωρίδες αριστερής στροφής [32]

Σήμανση κόμβων (38-β/45)



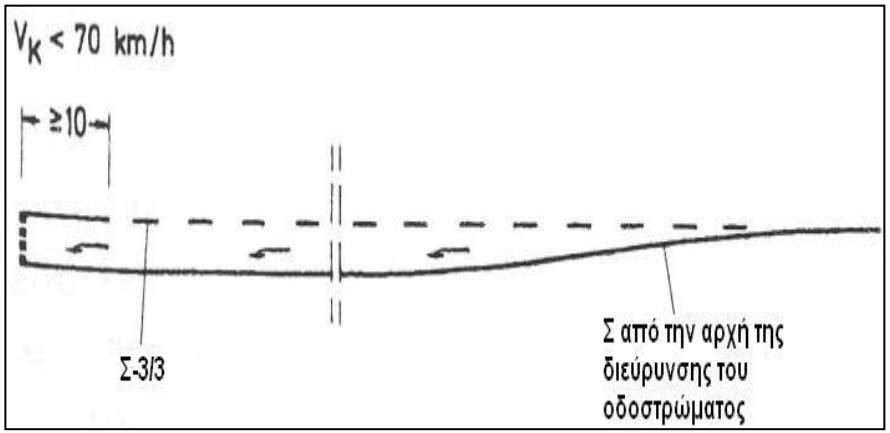
Σχήμα 62: Σήμανση στην περιοχή των κόμβων για δρόμους 2 λωρίδων κυκλοφορίας , χωρίς λωρίδες αριστερής στροφής [32]

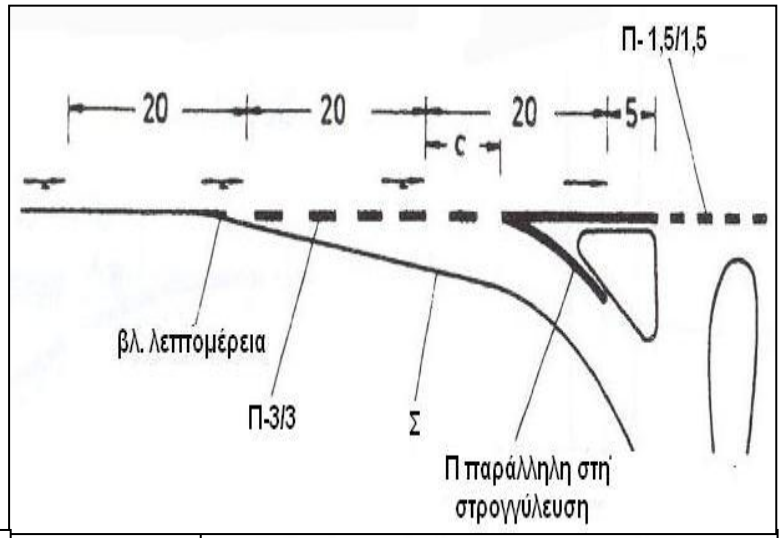
Σήμανση κόμβων (39-α/45)

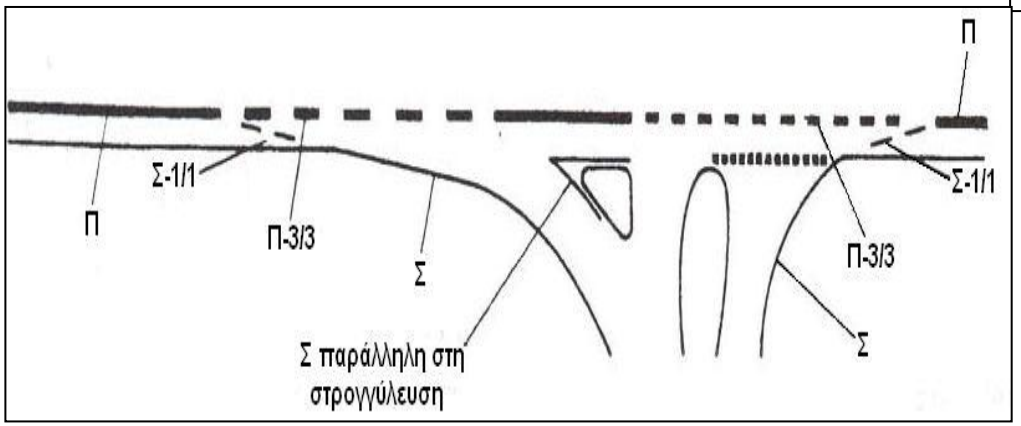


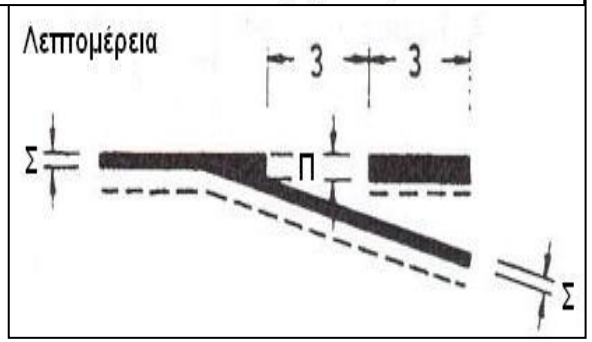
Σχήμα 63: Σήμανση στην περιοχή των κόμβων για δρόμους 2 λωρίδων κυκλοφορίας, με λωρίδες αριστερής στροφής, εκτός δομημένων περιοχών [32]

Σήμανση κόμβων (39-β/45)



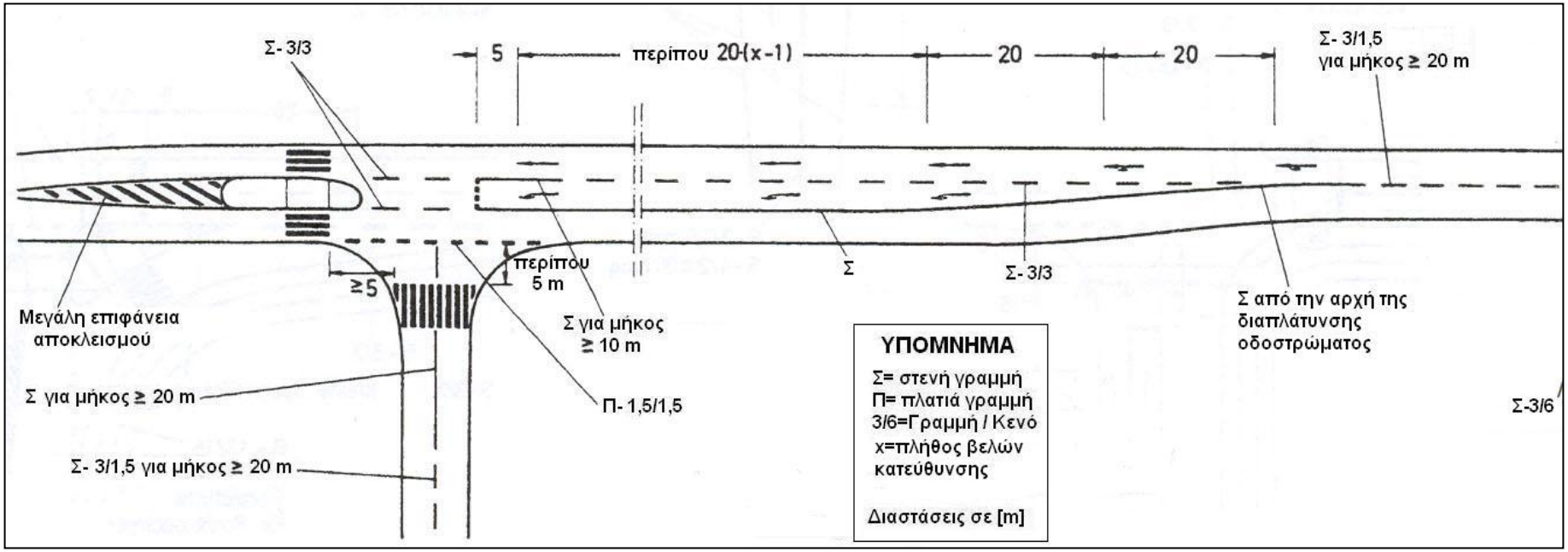






Σχήμα 63: Σήμανση στην περιοχή των κόμβων για δρόμους 2 λωρίδων κυκλοφορίας, με λωρίδες αριστερής στροφής, εκτός δομημένων περιοχών [32]

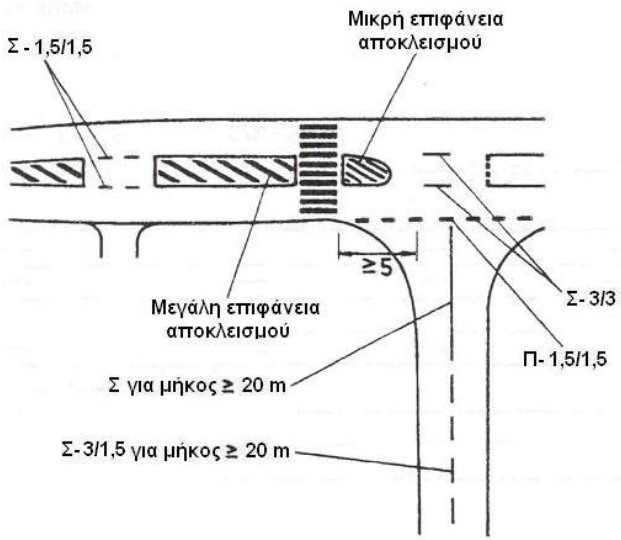
Σήμανση κόμβων (40-α/45)



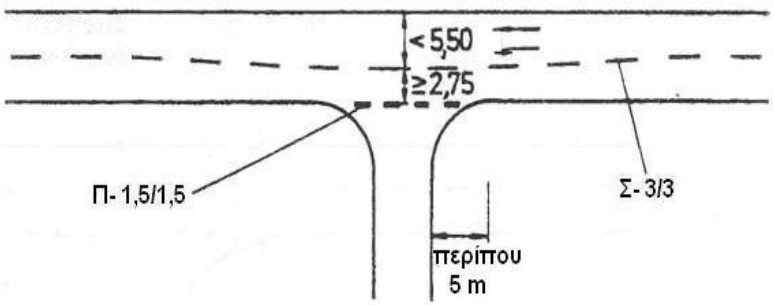
Σχήμα 64: Σήμανση στην περιοχή των κόμβων για δρόμους 2 λωρίδων κυκλοφορίας, με λωρίδες αριστερής στροφής, εντός δομημένων περιοχών [32]

Σήμανση κόμβων (40-β/45)

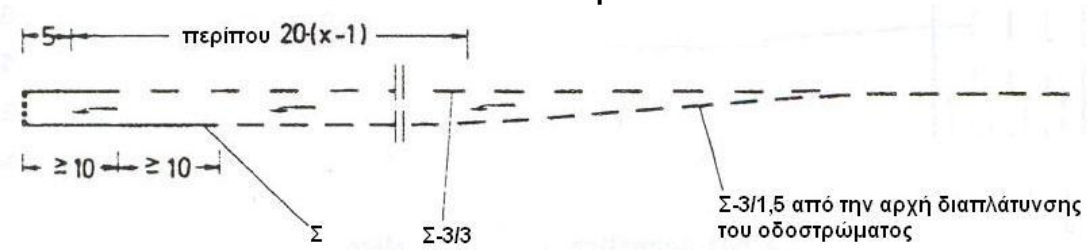
Εναλλακτική 1
(χωρίς προστατευτική νησίδα πεζών)



Εναλλακτική 2
(με περιοχή αναμονής για τους αριστερά στρέφοντες)

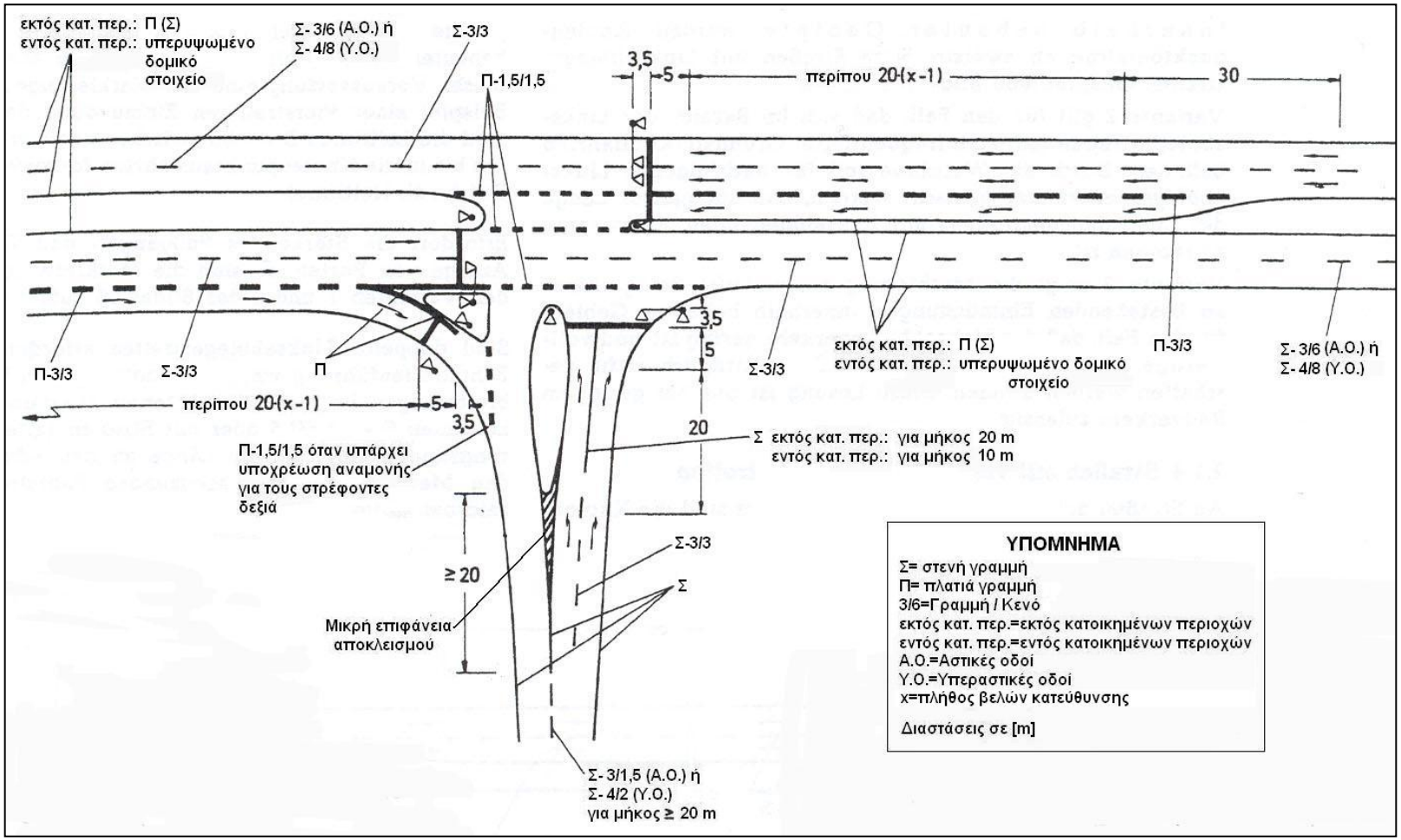


Εναλλακτική 3



Σχήμα 64: Σήμανση στην περιοχή των κόμβων για δρόμους 2 λωρίδων κυκλοφορίας, με λωρίδες αριστερής στροφής, εντός δομημένων περιοχών [32]

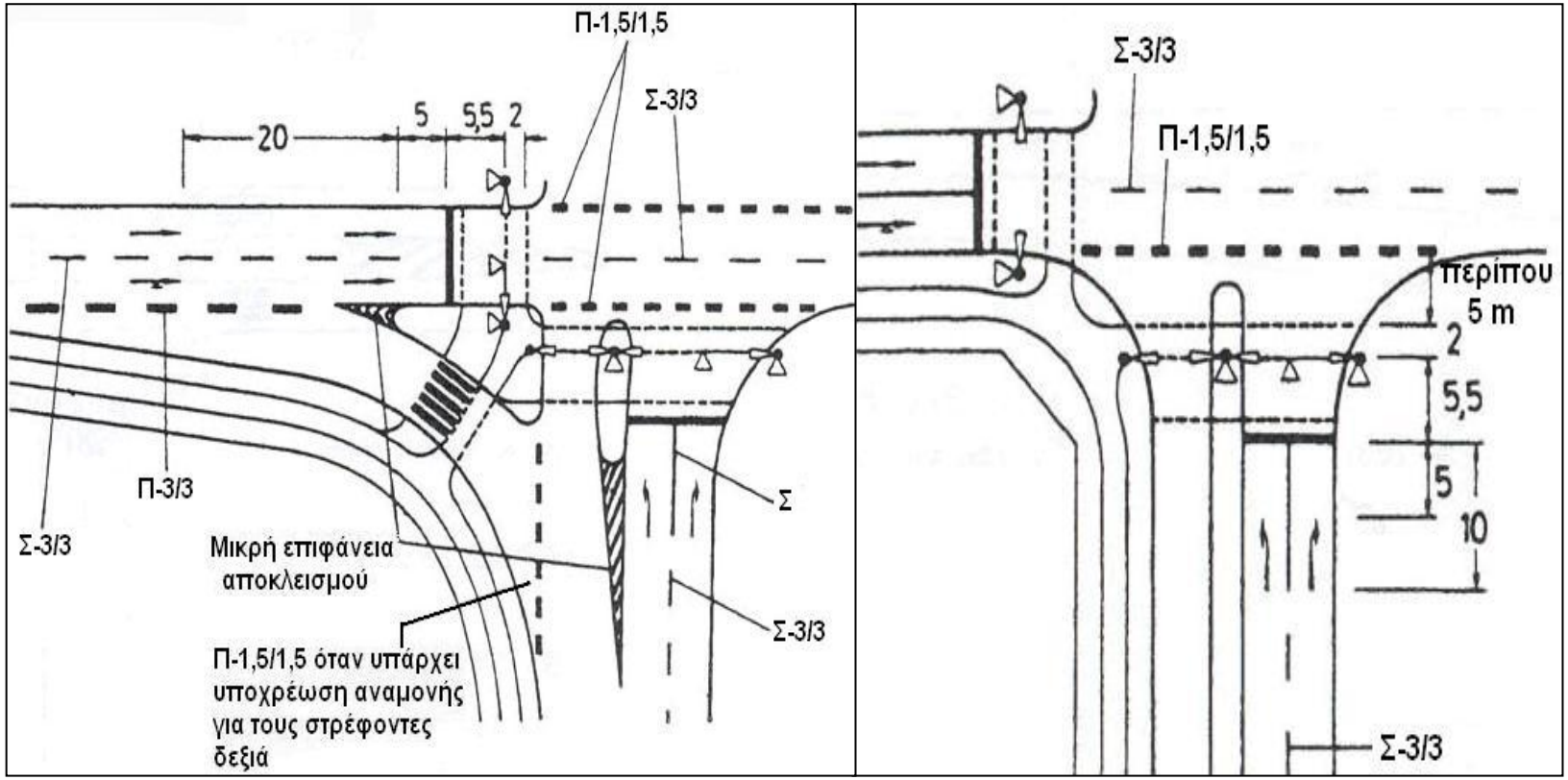
Σήμανση κόμβων (41-α/45)



Σχήμα 65: Σήμανση στην περιοχή των κόμβων για δρόμους 4 λωρίδων κυκλοφορίας [32]

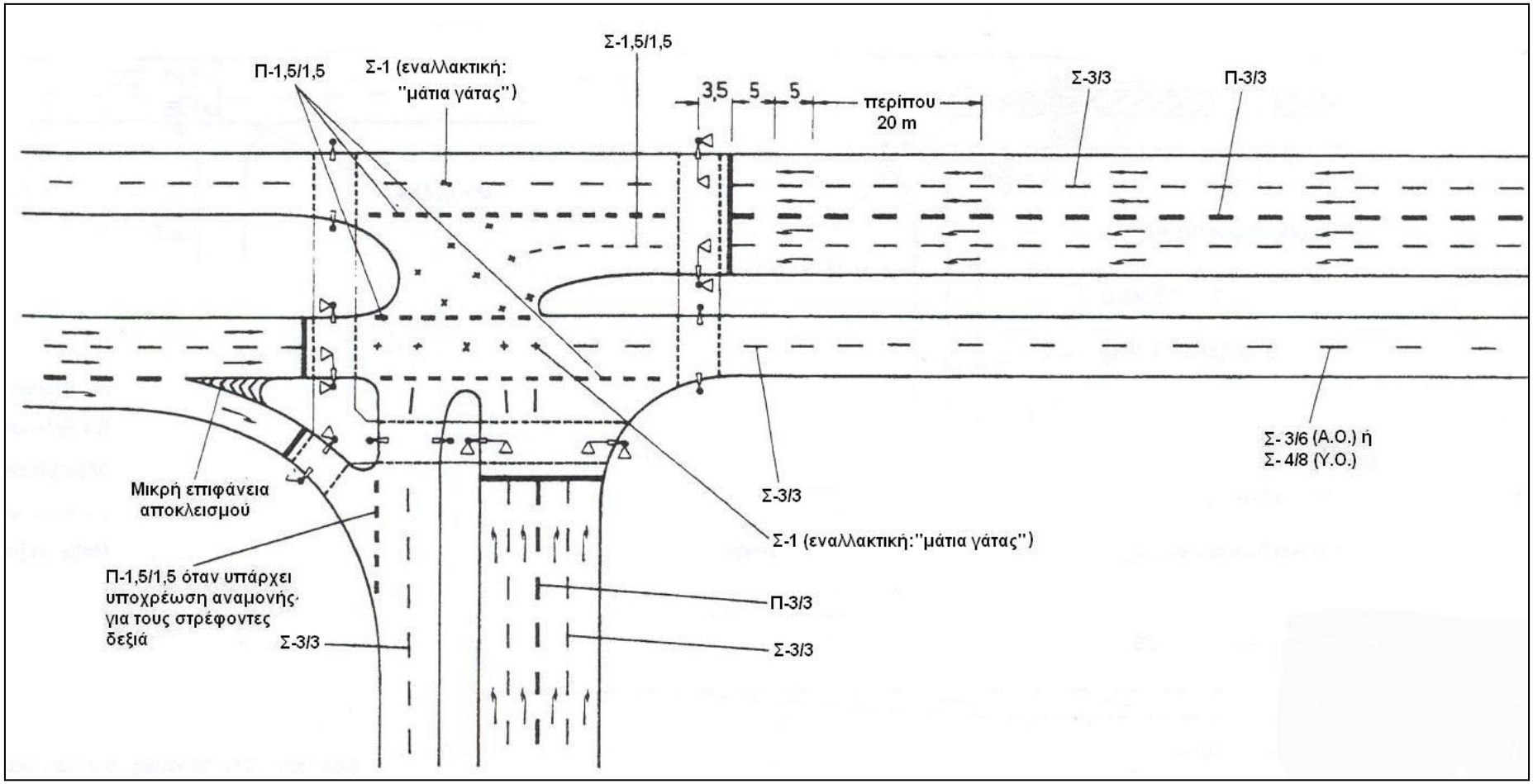
Σήμανση κόμβων (41-β/45)

Εναλλακτική 1 **Εναλλακτική 2**



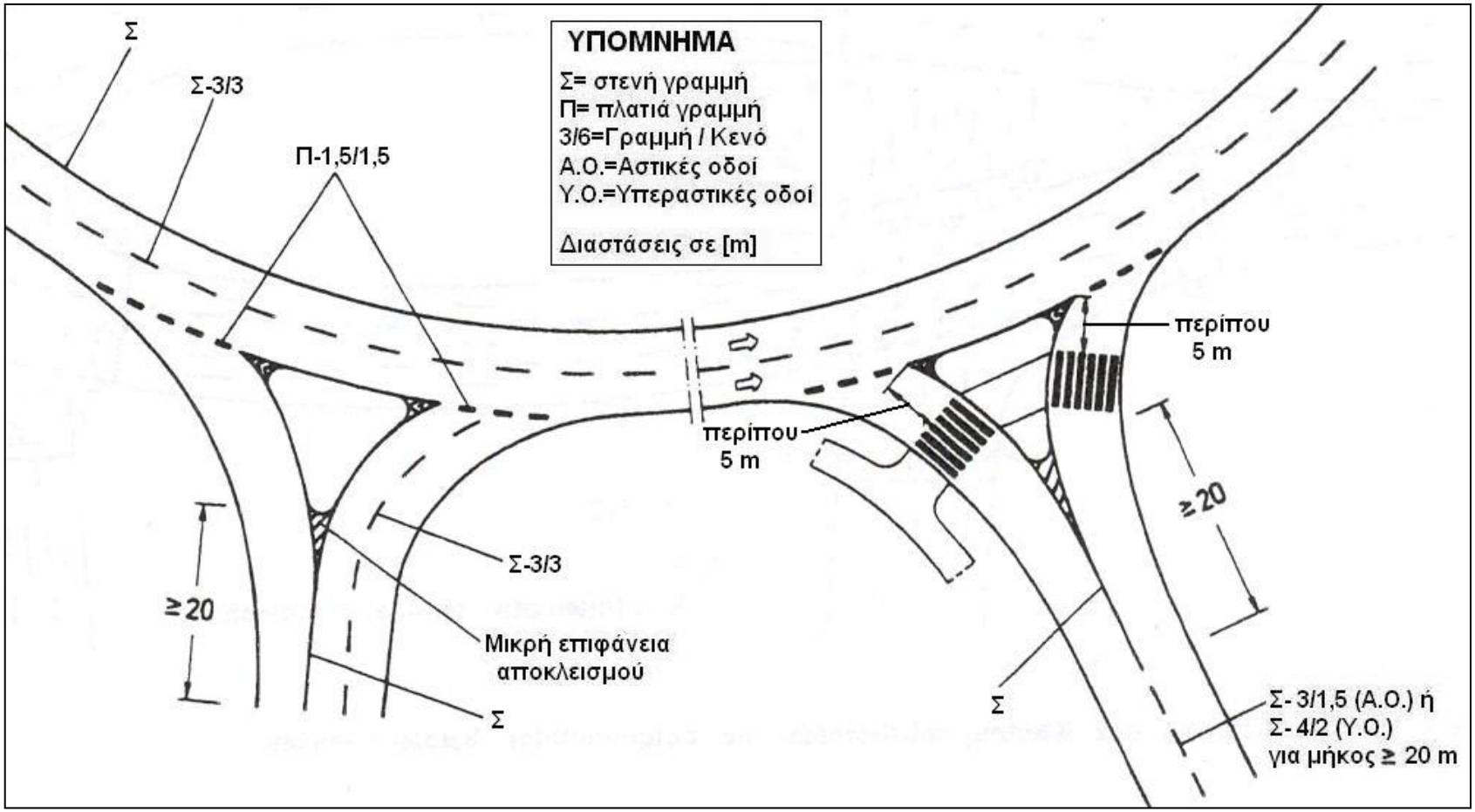
Σχήμα 65: Σήμανση στην περιοχή των κόμβων για δρόμους 4 λωρίδων κυκλοφορίας [32]

Σήμανση κόμβων (42/45)



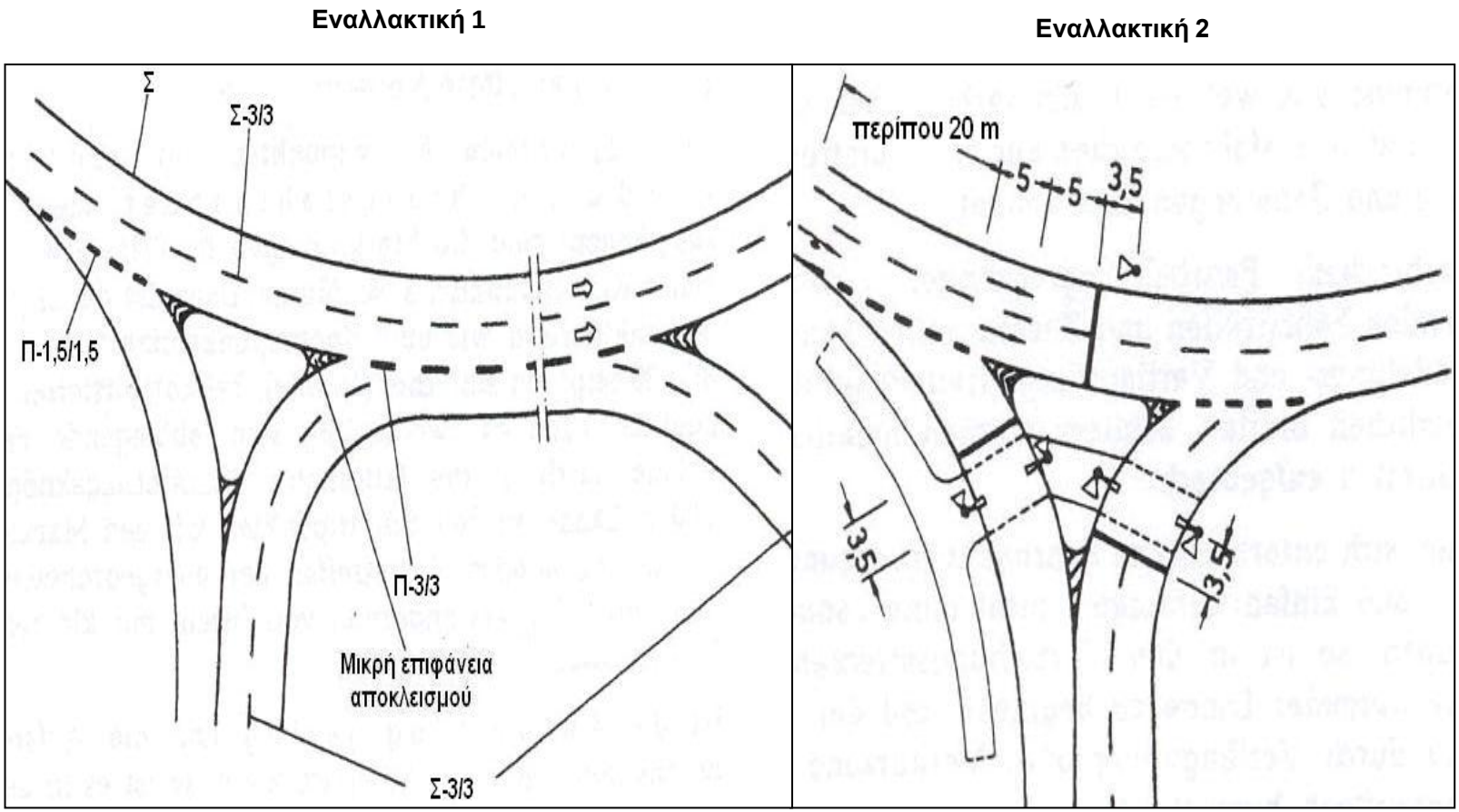
Σχήμα 66: Σήμανση στην περιοχή των κόμβων για δρόμους με 2 λωρίδες αριστερής στροφής [32]

Σήμανση κόμβων (43-α/45)



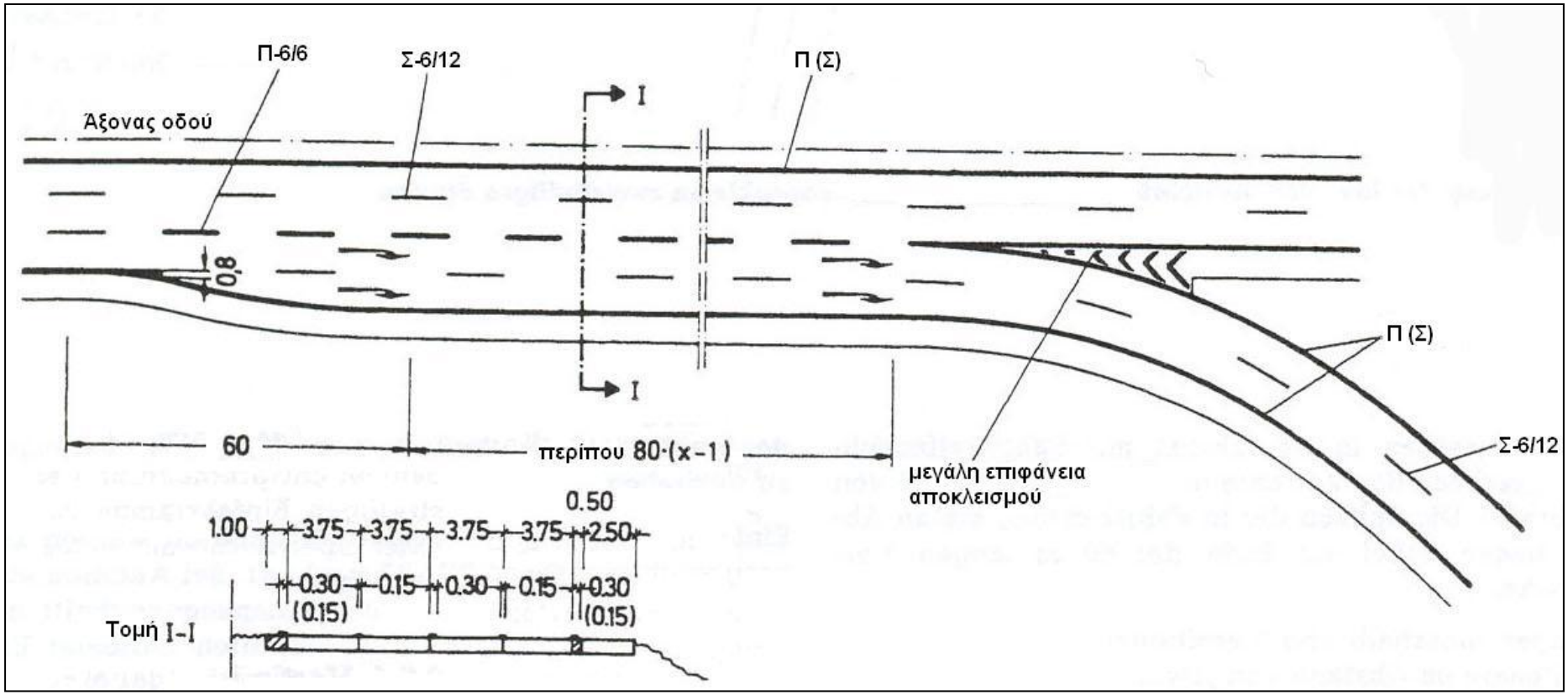
Σχήμα 67: Σήμανση στην περιοχή των κυκλικών κόμβων [32]

Σήμανση κόμβων (43-β/45)



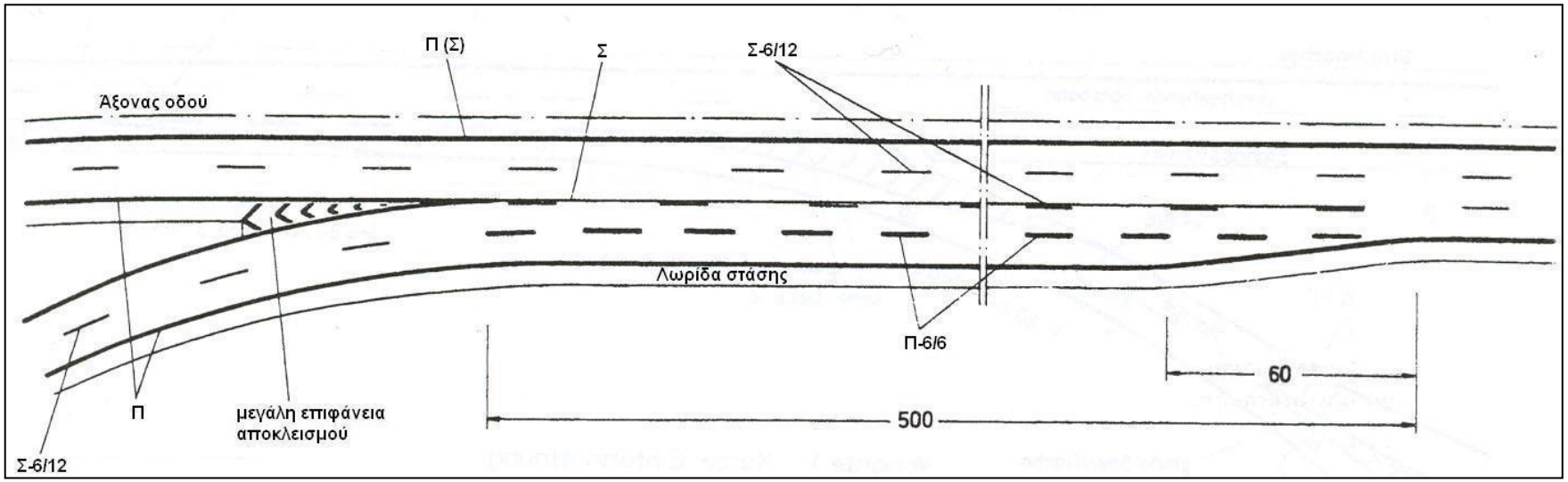
Σχήμα 67: Σήμανση στην περιοχή των κυκλικών κόμβων [32]

Σήμανση κόμβων (44/45)



Σχήμα 68: Σήμανση περιοχών εξόδου (μερισμός) [32]

Σήμανση κόμβων (45/45)



Σχήμα 69: Σήμανση περιοχών εισόδου (συμβολή) [32]

Βιβλιογραφία

- Γ. Μίντσης, «Ειδικά Θέματα Οδοποιίας: Ισόπεδοι Κόμβοι», Τεύχος 1ο, Εξάμηνο 8ο, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τομέας Συγκοινωνιακών & Υδραυλικών Έργων, Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Α.Π.Θ., 2009-2010

Βιβλιογραφία – Αναλυτικά (1/4)

1. **RAS-K-1:** Γερμανικοί κανονισμοί για την κατασκευή ισόπεδων κόμβων
2. **Layout of roads in rural areas**, Department of the Environment - Scottish development department - The Welsh Office
3. **Layout of roads in urban areas**, Department of the Environment - Scottish development department - The Welsh Office
4. **Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales**, Carrefours plans, Guide Technique - SETRA
5. **A policy on Geometric Design of Highways and Streets**, AASHTO, 2011
6. **Στοιχεία Οδοποιίας**, Ι. Κοφίτσας
7. **Σχεδιασμός των μεταφορών και κυκλοφοριακή τεχνική**, *Τόμος 1*, Ι.Μ. Φραντζεσκάκης - Γ.Α. Γιαννόπουλος
8. **Στοιχεία Οδοποιίας**, Ι. Κοφίτσας

Βιβλιογραφία – Αναλυτικά (2/4)

9. **Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ)** - ***α****. Τεύχος 1*: Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ)
10. **Οδοποιία** - *Τόμος Α*: Η μελέτη των οδών - Γ. Τσώχος
11. **RAS-L-1:** Κανονισμοί Μελέτης Οδών κατά RAS - *Μέρος*: Χαράξεις (RAS-L) *Τεύχος 1*: Στοιχεία μελέτης
12. **Σχεδιασμός - Μελέτη - Λειτουργία Κόμβων**, Σημειώσεις μαθήματος (ΕΜΠ), Β. Ψαριανός, Μ. Κονταράτος
13. **Highway Design Manual**, *Chapter 400* - Intersections At-Grade
14. **Teil 7: Planfreie Knotenpunkte** (Σημειώσεις για το σχεδιασμό ανισόπεδων κόμβων, στη σχολή του Bochum – http://www.fh-bochum.de)
15. **Teil 5: Plangleiche Knotenpunkte** (Σημειώσεις για το σχεδιασμό ισόπεδων κόμβων, στη σχολή του Bochum – http://www.fh-bochum.de)
16. **Εγχειρίδιο χρήσης ΟΔΟΣ - 6**
17. **Σημειώσεις για το γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών**, Απ. Γιώτης

Βιβλιογραφία – Αναλυτικά (3/4)

18. **Carrefours urbains**, Guide – Certu
19. http://www.roundabouts.net
20. **Transport In The Urban Environment** - *Chapter 37* : Junction Design: General considerations, *Chapter 38* : Priority Junctions, *Chapter 39:* Roundabouts
21. **US Roundabouts**: An Information Guide, US Department of Transportation, Federal Highway Administration (FHWA)
22. **Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales**, Carrefours plans, Guide Technique - SETRA
23. **Allgemeines Rundschreiben Straßenbau**, Bundesministerium für Verkehr (Σημειώσεις για το σχεδιασμό κυκλικών κόμβων, στη σχολή του Bochum)
24. http://www.dot.ca.gov/hq/oppd/hdm/hdmtoc
25. Caltrans, Chapter 400
26. Caltrans, Chapter 200

Βιβλιογραφία – Αναλυτικά (4/4)

27. **Θεωρητική εκπαίδευση υποψήφιων οδηγών αυτοκινήτων,** Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών
28. http://www.ydt.gr/kok.htm
29. **ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.** Οδηγίες Σύνταξης Μελετών Έργων Οδοποιίας (Ο.Σ.Μ.Ε.Ο)
30. **StVO Kommentar zur Straßenverkehrsordnung** (Γερμανικός ΚΟΚ)
31. http://www.dot.ca.gov/hq/traffops/signtech/signdel/pdf/pdf.htm
32. **Richtlinien für die Markierung von Strassen RMS, Teil 2: Anwendung von Fahrbahnmarkierungen, (RMS–2)**

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεώργιος Μίντσης. «Ειδικά Θέματα Οδοποιίας. Ισόπεδοι Κόμβοι». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

http://opencourses.auth.gr/eclass_courses.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λπ., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευστάθιος Μπουχουράς,
Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2015

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

CC BY SA

Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.00.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.