

Σχεδιασμός Νησίδων Προσαρμογής σε Κυκλικούς Κόμβους



Κοκόλης Σταύρος

Μακαρίτης Χριστόφορος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Βόλος, 2017

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί την διπλωματική μας εργασία, με την οποία και κλείνουμε τον προπτυχιακό κύκλο σπουδών μας στο Τμήμα των Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, υπό την επίβλεψη των Νικολάου Ηλιού, Καθηγητή του τμήματος, και Γεωργίου Καλιαμπέτσου, Επιστημονικού συνεργάτη στο ίδιο τμήμα.

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τόσο τον κύριο Ηλιού για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε με την ανάθεση της συγκεκριμένης διπλωματικής, όσο και τον κύριο Καλιαμπέτσο για την πολύτιμη συνεργασία και βοήθεια κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειες μας για την σημαντική οικονομική και ψυχολογική υποστήριξη που μας έδειξαν καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης.

Σχεδιασμός Νησίδων Προσαρμογής σε Κυκλικούς Κόμβους

Κοκόλης Σταύρος

Μακαρίτης Χριστόφορος

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2017

Επιβλέπων Καθηγητής: Ηλιού Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής Οδοποιίας

Συνεπιβλέπων: Καλιαμπέτσος Γεώργιος, Επιστημονικός Συνεργάτης

Περίληψη

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας με τίτλο ‘Σχεδιασμός νησίδων προσαρμογής σε Κυκλικούς Κόμβους’ είναι η εξοικείωση των αναγνωστών με την μορφολογία και τις απαιτήσεις που παρουσιάζει η κατασκευή ενός Κ3 καθώς και ο λεπτομερής σχεδιασμός νησίδων προσαρμογής με βάση τις αρχές που επιτάσσει το Σχέδιο Οδηγιών Μελέτης Οδικών Έργων για τους Κόμβους Κυκλικής Κίνησης (ΟΜΟΕ Κ3).

Σε πρώτο στάδιο ορίζονται επιγραμματικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Κ3 έναντι συμβατικών ισόπεδων κόμβων, τα κυριότερα χαρακτηριστικά στοιχεία τους, η καταλληλότητα εφαρμογής, οι κατηγορίες Κ3, η διαδικασία επιλογής ως λύση κατασκευής του Κ3, τα βήματα σχεδιασμού, οι γενικές συστάσεις σχεδιασμού τους και η διάταξη κλάδων πρόσβασης.

Έπειτα παρουσιάζεται λεπτομερώς ο σχεδιασμός νησίδων προσαρμογής σε Αξονικό και Έκκεντρο Κ3, με γεωμετρική ανάλυση, ώστε να αποσαφηνίζεται πλήρως η διαδικασία που συνιστάται να ακολουθήσει ο μελετητής για τον σχεδιασμό και την κατασκευή τους. Όλα τα σχέδια της εργασίας υλοποιήθηκαν μέσω του προγράμματος Anadelta Tessera.

Επιπροσθέτως εντρυφούμε στην έννοια της σωστής οδηγικής ορατότητας κατά την χρήση του κόμβου, την εφαρμογή πεζοδιαβάσεων και τοπιοτεχνίας στα πλαίσια που ορίζουν τα σχέδια ΟΜΟΕ και στον οδοφωτισμό ενός Κ3. Επίσης γίνεται μια πρόταση για τα χαρακτηριστικά του σχεδιασμού πεζοδιάβασης και πεζοδρόμησης σε έναν κυκλικό κόμβο.

Τέλος αναφέρονται τα συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας .

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1	Γενικά.....	1
1.2	Πλεονεκτήματα έναντι συμβατικών ισόπεδων κόμβων.....	2
1.3	Κύρια χαρακτηριστικά των σύγχρονων τεχνολογικά Κ3.....	3
1.4	Καταλληλότητα εφαρμογής Κ3.....	4
1.5	Χαρακτηριστικά στοιχεία Κ3.....	5
1.6	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κόμβων κυκλικής κίνησης.....	9
1.7	Κατηγορίες Κόμβων κυκλικής κίνησης.....	17
1.8	Διαδικασία Επιλογής ως Λύσης της Μορφής Κ3.....	21
1.9	Βήματα Σχεδιασμού Κόμβων Κυκλικής Κίνησης.....	22
1.10	Γενικές συστάσεις Σχεδιασμού Κόμβων κυκλικής κίνησης.....	24

Κεφάλαιο 2 Κλάδοι Πρόσβασης

2.1	Γενικά.....	25
2.2	Διάταξη κλάδων πρόσβασης.....	25
2.3	Γωνίες μεταξύ σκελών.....	29
2.4	Είσοδοι.....	32
2.5	Έξοδοι.....	37
2.6	Διαμόρφωση Αποκλειστικών Λωρίδων Δεξιάς Στροφής.....	40
2.7	Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας.....	47

Κεφάλαιο 3 Νησίδες Προσαρμογής

3.1	Γενικά.....	49
3.2	Κατασκευή νησίδας σε αξονικό Κ3.....	52
3.3	Κατασκευή νησίδας σε έκκεντρο Κ3.....	68

Κεφάλαιο 4 Άλλες Προδιαγραφές Κ3

4.1	Γενικά.....	77
4.2	Ορατότητα.....	77
4.3	Πεζοδιαβάσεις.....	84
4.4	Οδο φωτισμός σε Κ3.....	90
4.5	Αισθητική.....	96

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα

5.1	Συμπεράσματα εργασίας.....	99
5.2	Πεδία μελλοντικής έρευνας.....	100
	Βιβλιογραφία.....	101
	Παράρτημα.....	103

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Γενικά

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

1.2 Πλεονεκτήματα έναντι συμβατικών ισόπεδων κόμβων.

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

- Γενική βελτίωση της οδικής ασφάλειας και της κυκλοφοριακής εξυπηρέτησης. Από στατιστικά στοιχεία άλλων χωρών προκύπτει ότι, σε σχέση με άλλες μορφές, οι Κ3 επιτυγχάνουν μείωση ατυχημάτων: σοβαρού τραυματισμού και θανατηφόρων μέχρι 90%, τραυματισμού μέχρι 75%, αύξηση κυκλοφοριακής ικανότητας κατά 30-50%, η οποία μπορεί να μειώνεται σε 30-40% σε περίπτωση παρουσίας πεζοδιαβάσεων. Χαρακτηριστικές παράμετροι βελτίωσης παρουσιάζονται στα επόμενα Σχήματα 1.6-1, 1.6-2 και 1.6-3.
- Περιορισμός των καθυστερήσεων (γενικά αποτρέπεται ο σχηματισμός ουρών).
- Μικρότερες ουρές, ειδικά σε περιόδους αιχμής κυκλοφορίας.
- Καλύτερη διαχείριση της ταχύτητας, η ρύθμιση της οποίας αποτελεί παράγοντα ίσως τον κρισιμότερο στη θέση ισόπεδου κόμβου (η επιβαλλόμενη μείωση της ταχύτητας σημαίνει ότι: οι οδηγοί έχουν στη διάθεση τους μεγαλύτερο χρόνο να αποφασίσουν και να αντιδράσουν ενώπιον των άλλων κινούμενων οχημάτων και των πεζών, τα ατυχήματα είναι μειωμένης σοβαρότητας, οι πεζοί κινούνται με μεγαλύτερη ασφάλεια).
- Ευκαιρίες για βελτίωση των χαρακτηριστικών των οδών στα σημεία εισόδου σε οικισμένο περιβάλλον (οι βελτιωμένες συνθήκες κυκλοφορίας μειώνουν την κατανάλωση καυσίμων και την παραγωγή ρύπων).
- Σε αρκετές περιπτώσεις αποφυγή ή μετάθεση της ανάγκης για δαπανηρά έργα, π.χ. για κατασκευή ανισόπεδου κόμβου, έργων διαπλατύνσεων διαμόρφωσης αριστερών στροφών ή και εγκατάστασης φωτεινής σηματοδότησης.
- Εξοικονόμηση χρηματικών πόρων, επειδή δεν απαιτείται εγκατάσταση και συντήρηση φωτεινής σηματοδότησης.

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

1.3 Κύρια χαρακτηριστικά των σύγχρονων τεχνολογικά Κ3.

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

1.4 Καταλληλότητα εφαρμογής Κ3

Η εφαρμογή των Κ3 έχει υψηλή πιθανότητα καταλληλότητας όταν συντρέχουν οι ακόλουθες συνθήκες.:

- (1) Υφιστάμενοι κόμβοι με μεγάλο αριθμό ατυχημάτων και δη μεγαλύτερης σοβαρότητας.
- (2) Υφιστάμενοι κόμβοι που ενδέχεται, για διάφορους λόγους, να αποτυγχάνουν να εξυπηρετήσουν την απαιτούμενη κυκλοφοριακή ζήτηση.
- (3) Σημεία όπου οι εναλλακτικές λύσεις είναι πιο δαπανηρές
- (4) Σημεία που έχουν ως βασικό κριτήριο την αισθητική
- (5) Θέσεις όπου αλλάζει η λειτουργική κατηγορία της οδού, ή είναι επιθυμητή η αλλαγή του επιτρεπόμενου ορίου ταχύτητας-περιλαμβάνονται θέσεις μετάβασης από υπεραστικό σε αστικό περιβάλλον (θέσεις κόμβων εισόδου πόλεων).
- (6) Θέσεις με τυχαίο αριθμό αφίξεων
- (7) Θέσεις όπου είναι επιθυμητός ο τυχαίος αριθμός αφίξεων, ή τα έργα για την εξυπηρέτηση συγκεντρώσεων οχημάτων (platoons) είναι ιδιαίτερα δαπανηρά ή μη κατασκευάσιμα.
- (8) Τερματικοί κόμβοι σε κλάδους ανισόπεδων κόμβων
- (9) Ισόπεδοι κόμβοι σε υπεραστικές οδούς υψηλών ταχυτήτων
- (10) Ισόπεδοι κόμβοι που ενώνουν διαφορετικές κατηγορίες οδών (αρτηρία- αρτηρία, αρτηρία- συλλέκτρια, αρτηρία- τοπική, συλλέκτρια- συλλέκτρια, συλλέκτρια- πρόσβαση).
- (11) Ισόπεδοι κόμβοι 4-σκελείς με φόρτο εισόδου μικρότερο των 8.000 οχημάτων ανά ώρα, η ετήσια μέγιστη ημερήσια κυκλοφορία ίση με 80.000
- (12) Ισόπεδοι 3-σκελείς
- (13) Ισόπεδοι κόμβοι ρυθμιζόμενοι με STOP με πολλά ατυχήματα η σοβαρά ατυχήματα
- (14) Ισόπεδοι κόμβοι μεταξύ δυο αρτηριών που λειτουργούν με συντονισμένη σηματοδότηση, όπου τα ποσοστά στρεφουσών κινήσεων είναι υψηλά
- (15) Ισόπεδοι κόμβοι σε εγγύτητα, όπου δε μπορεί να επιτευχθεί η συντονισμένη σηματοδότηση

- (16) Ισόπεδοι κόμβοι όπου προβλέπεται να προστεθούν μελλοντικά νέες προσβάσεις
- (17) Ισόπεδοι κόμβοι κοντά σε σχολεία
- (18) Ισόπεδοι κόμβοι όπου η οδική ασφάλεια έχει το μέγιστο ενδιαφέρον

1.5 Χαρακτηριστικά στοιχεία Κ3

Η διάταξη του Κ3 παρουσιάζει συγκεκριμένα ειδικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά, που, γενικά, δεν απαντώνται στις άλλες διαμορφώσεις ισόπεδων κόμβων. Ταυτόχρονα, έχουν στοιχεία που συνηθίζονται και σε άλλους τύπους διασταυρώσεων ή συμβολών με παρόμοια λειτουργία. Τα σημαντικότερα από αυτά απεικονίζονται στην επόμενη Εικόνα 1.5-1 και είναι τα ακόλουθα.

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

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

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

Δακτύλιος κυκλοφορίας, είναι η επιφάνεια οδοστρώματος στην οποία κινούνται αριστερόστροφα τα οχήματα, γύρω από την κεντρική κυκλική νησίδα του κόμβου. Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας, κατασκευάζεται εφόσον απαιτείται για τη διέλευση βαρέων οχημάτων, στην περίμετρο της κεντρικής νησίδας. Αυτή η διαμόρφωση δεν είναι απαραίτητη για όλους τους Κ3, αλλά ανάλογα με το μέγεθος της ακτίνας της κυκλικής κεντρικής νησίδας και το όχημα σχεδιασμού.

Γραμμή εισόδου, είναι η διαγράμμιση (οριζόντια σήμανση) εγκάρσια του οδοστρώματος της πρόσβασης που χρησιμοποιείται για να οριστεί το σημείο εισόδου από μια πρόσβαση στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Αυτή γενικά τοποθετείται στην εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου. Σε αυτό το σημείο αναμένονται τα σημεία εμπλοκής μεταξύ των οχημάτων που εισέρχονται στον δακτύλιο κυκλοφορίας και αυτών που ήδη κινούνται επί του δακτυλίου. Κατά κανόνα, ισχύει η προτεραιότητα υπέρ των κινούμενων επί του δακτυλίου, εκτός αν ορίζεται αλλιώς.

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



Εικόνα 1.5

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

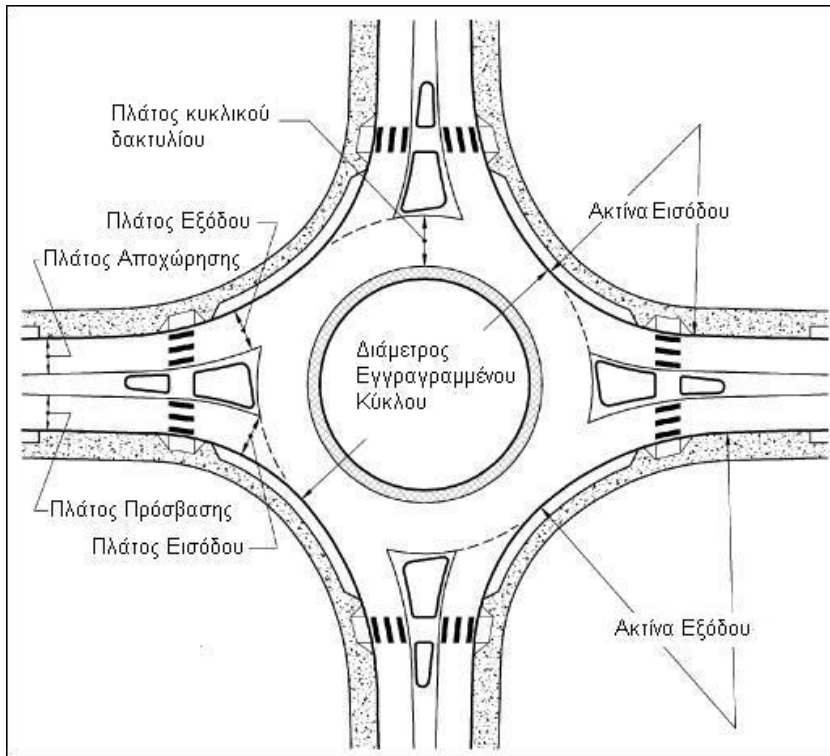
Ζώνη τοπιοτεχνίας. Όταν ο κόμβος αναπτύσσεται σε αστικό περιβάλλον, τότε μεταξύ του περιφερειακού πεζοδρομίου και του δακτυλίου κυκλοφορίας συνιστάται να παρεμβάλλεται συνήθως μια ζώνη τοπιοτεχνίας (φύτευση χαμηλού πράσινου), που διαχωρίζει τους πεζούς από τα οχήματα, ενώ κατευθύνει τους πεζούς να διασχίζουν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

Τα βασικά στοιχεία ενός τυπικού Κ3 με 4 σκέλη (οδικές προσβάσεις) απεικονίζονται στο Ενδεικτικό Σχήμα 1.5-1.



Εικόνα 1.5-1: Χαρακτηριστικά στοιχεία Κόμβου Κυκλικής Κίνησης.

- | | | | |
|----|--|---|---------------------------------------|
| 1 | Καταφύγιο πεζών στη νησίδα διαχωρισμού | A | Ιστός οδοφωτισμού |
| 2 | Πεζοδιάβαση | B | Πεζοδρόμιο |
| 3 | Νησίδα διαχωρισμού | C | Ρυθμιστική πινακίδα Π-75 |
| 4 | Οριζόντια σήμανση χρήσης λωρίδας | D | Πινακίδα σήμανσης εξόδου από δακτύλιο |
| 5 | Γραμμή παραχώρησης προτεραιότητας | E | Πινακίδα παραχώρησης προτεραιότητας |
| 6 | Οριογραμμή εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου κυκλοφορίας | | |
| 7 | Ζώνη τοπιοτεχνίας | | |
| 8 | Δακτύλιος κυκλοφορίας | | |
| 9 | Κεντρική νησίδα | | |
| 10 | Υπερβατή ζώνης κεντρικής νησίδας | | |



Σχήμα 1.5-1: Βασικά στοιχεία τυπικού Κ3 με 4 σκέλη.

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

Σχήμα 1.5-2).

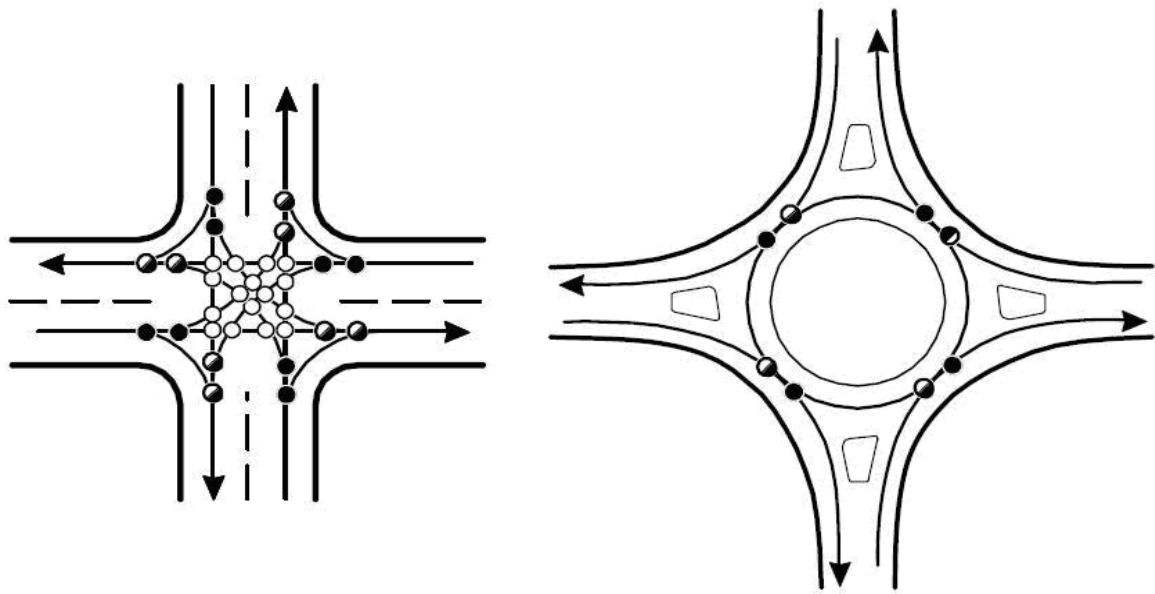


Σχήμα 1.5-2: Αναπαράσταση κινήσεων δια μέσου Κ3.

1.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κόμβων κυκλικής κίνησης.

Η λειτουργία των ισόπεδων κόμβων κατά μήκος των οδικών αξόνων αποτελεί σοβαρή αιτία πρόκλησης ατυχημάτων. Κατά κανόνα, ποσοστό μεγαλύτερο από το 50% των ατυχημάτων συμβαίνει σε ισόπεδους κόμβους. Ως εκ τούτου, η παροχή της απαιτούμενης λειτουργίας μέσω μικρότερου αριθμού (με καταλληλότερο σχεδιασμό) ισόπεδων κόμβων πρέπει να αποτελεί, γενικά, πρώτη προτεραιότητα στόχο. Ο αριθμός των σημείων πιθανής σύγκρουσης (σημεία εμπλοκής) σε ένα κόμβο πρέπει να μειώνονται στον ελάχιστο δυνατό. Η διαμόρφωση K3 είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος μείωσης του αριθμού των σημείων εμπλοκής (βλ. Σχήματα 1.6-1 και 1.6-2) και μπορεί πράγματι να παρουσιάζει μικρότερο κίνδυνο για ατυχήματα, σε σύγκριση ακόμα και με τους ανισόπεδους κόμβους.

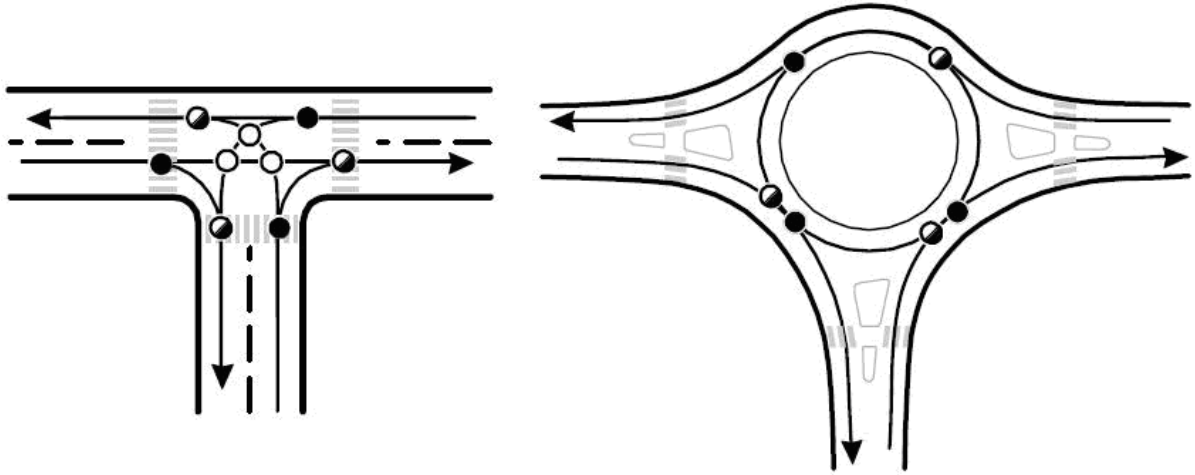
Ένα βασικό πλεονέκτημα των K3 έναντι των συμβατικών ισόπεδων κόμβων είναι ο περιορισμός των σημείων πιθανής σύγκρουσης. Σε σχέση με μια τυπική διαμόρφωση ισόπεδου κόμβου, ένας K3 ίδιου αριθμού σκελών παρουσιάζει συνολικά σημαντικά λιγότερα σημεία εμπλοκής. Σε ένα τυπικό 4-σκελή ισόπεδο κόμβο παρουσιάζονται 32 σημεία εμπλοκής, ενώ σε ένα 4-σκελή K3 τα σημεία εμπλοκής μειώνονται σε μόλις 8. Πρακτικά απαλείφονται οι περιπτώσεις εμπλοκής λόγω διασταύρωσης, που είναι οι πλέον επικίνδυνες, αφού αποτελούν προϋπόθεση για πλαγιομετωπικές συγκρούσεις, ενώ προκύπτουν μόνο εμπλοκές συμβολής σε 4 σημεία και χωρισμού σε 4 σημεία, (βλ. Σχήμα 1.6-1).



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

Σχήμα 1.6-1: Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε Κ3.

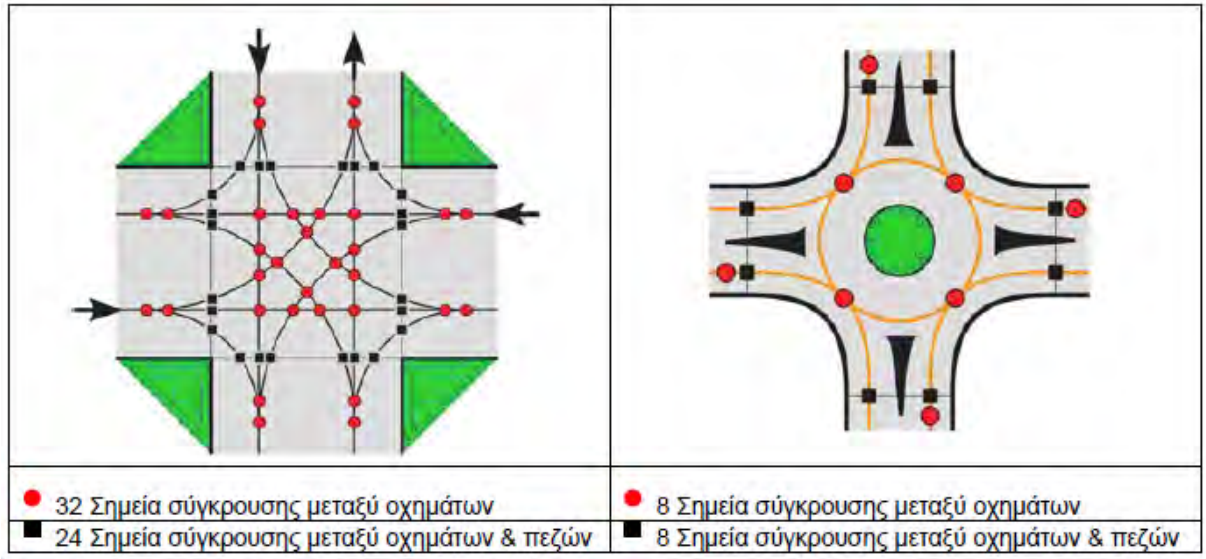
Αντίστοιχα, στην περίπτωση 3-σκελή κόμβου, τα σημεία σύγκρουσης μειώνονται από 9 σε 6 (βλ. Σχήμα 1.6-2), όπου και πάλι εκλείπουν τα πλέον επικίνδυνα, που αφορούν στις πλαγιομετωπικές συγκρούσεις.



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

Σχήμα 1.6-2: Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και K3

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



Σχήμα 1.6-3:Σημεία σύγκρουσης σε συμβατικό κόμβο διασταύρωσης και Κ3.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Κ3:1. Χρήστες εκτός μηχανοκίνητων οχημάτων.

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Οι πεζοί χρειάζεται να ελέγξουν μόνο μία κατεύθυνση επερχόμενης κυκλοφορίας κάθε φορά. • Οι ποδηλάτες έχουν την επιλογή να χρησιμοποιήσουν τον κόμβο κυκλικής κίνησης όπως οι πεζοί 	<ul style="list-style-type: none"> • Πεζοί με δυσκολίες στην όραση ίσως έχουν πρόβλημα να βρουν τις πεζοδιαβάσεις και να ελέγξουν αν τα οχήματα τους έχουν παραχωρήσει προτεραιότητα • Οι ράμπες για ποδήλατα μπορεί να εκληφθούν και ως ράμπες πεζών και αντίστροφα

2. Οδική ασφάλεια

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση σοβαρότητας συγκρούσεων για όλους τους χρήστες, ασφαλέστερη συγχώνευση στην κυκλική κυκλοφορία, μικρότερες ταχύτητες και άρα διάθεση περισσότερου χρόνου στους χρήστες, ώστε αυτοί να αναγνωρίσουν τις συνθήκες και να διορθώσουν τα σφάλματά τους ή να αντιμετωπίσουν τα σφάλματα άλλων χρηστών. • Λιγότερα συνολικά σημεία εμπλοκής και εξάλειψη εμπλοκών αριστερής στροφής 	<ul style="list-style-type: none"> • Αύξηση συγκρούσεων ενός οχήματος, με άλλα και με σταθερά εμπόδια σε σχέση με άλλες διαμορφώσεις διασταυρώσεων. • Οι κόμβοι σε οδούς με περισσότερες από 2 λωρίδες παρουσιάζουν μεγαλύτερες δυσκολίες σε χρήστες με μειωμένη όραση εξαιτίας της ανάγκης για ανίχνευση των κενών μεταξύ οχημάτων και αναγνώριση παραχώρησης προτεραιότητας από τα οχήματα.

3. Λειτουργία

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Ενδέχεται να παρουσιάζονται μικρότερες καθυστερήσεις και ουρές από άλλες μορφές ρύθμισης της κυκλοφορίας, σε διασταύρωση • Μπορεί να μειωθούν οι ανάγκες για πρόσθετες λωρίδες σε ενδιάμεσα τμήματα μεταξύ δυο ισόπεδων διασταυρώσεων, που στην περίπτωση παρουσίας γέφυρας στο ενδιάμεσο αυτών τμήμα όπως συνήθως συμβαίνει σε ανισόπεδους κόμβους (μορφής ρόμβου, μισό τετράφυλλο), αυτό έχει ακόμη μεγαλύτερη οικονομική σημασία • Δημιουργεί τη δυνατότητα σε γειτονικούς σηματοδότες να λειτουργήσουν με πιο αποδοτικούς κύκλους, όταν ο Κ3 αντικαθιστά διασταύρωση που καθορίζει τον κύκλο σηματοδότησης • Ρυθμίζει την κυκλοφορία σε κόμβους με υψηλό ποσοστό αριστερών στροφών 	<ul style="list-style-type: none"> • Η εξίσωση προτεραιότητας για όλες τις προσβάσεις μπορεί να μειώσει την προχώρηση της κυκλοφορίας για προσβάσεις υψηλών φόρτων • Δεν μπορεί να προσφέρει αποκλειστική προτεραιότητα σε ειδικές κατηγορίες χρηστών (τραίνα, οχήματα έκτακτης ανάγκης, μέσα μαζικής μεταφοράς κτλ.) εκτός αν υπάρχουν συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας, π.χ. σηματοδότηση, δρόμια, κτλ. • Δεν προτείνονται μεταξύ σηματοδοτούμενων κόμβων • Προσαρμόζονται δύσκολα σε οδούς με πολλές λωρίδες κυκλοφορίας

4. Διαχείριση προσβάσεων

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Προσφέρεται δυνατότητα για ασφαλή αναστροφή, στοιχείο που κατά κανόνα δεν ισχύει στις άλλες μορφές ισόπεδων κόμβων • Ειδικά η δυνατότητα αναστροφής έχει εξαιρετική σημασία κατά μήκος των εθνικών και επαρχιακών οδών στη χώρα, όπου ενώ αδειοδοτούνται συνδέσεις παρόδιων εγκαταστάσεων δεν παρέχεται πρόνοια για τις αριστερές στροφές, είτε από την κύρια οδό προς την παρόδια εγκατάσταση, είτε αντιθέτως, αφού αποτελεί σχεδόν κανόνα η απουσία παράπλευρης οδού εξυπηρέτησης 	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορεί να μειώσει τον αριθμό των διαθέσιμων χρονικών κενών για την είσοδο στις οδούς που αποτελούν τα σκέλη του κόμβου, από γειτονικές με τον κόμβο, οδικές ή άλλου είδους (π.χ. χώροι στάθμευσης), προσβάσεις, που δεν είναι σηματοδοτούμενες.

5. Περιβάλλον

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Ενδέχεται να μειωθούν: η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ηχορύπανση και η κατανάλωση καυσίμου . • Λιγότερες στάσεις σε περιόδους εκτός αιχμής. 	<ul style="list-style-type: none"> • Πιθανές επιπτώσεις σε φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους, λόγω απαιτήσεων μεγαλύτερης κατάληψης που χρειάζεται απαλλοτρίωση.

6. Ρύθμιση κυκλοφορίας

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Μειωμένες ταχύτητες κυκλοφορίας • Ωφέλιμη διάταξη σε μεταβατικές περιοχές (από υπεραστική σε αστική), που δίνει έμμεσα την εντύπωση σημαντικής αλλαγής στο περιβάλλον οδήγησης 	<ul style="list-style-type: none"> • Πιο ακριβή λύση σε σχέση με άλλες διαμορφώσεις κόμβων κυρίως εκείνων χωρίς εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης

7. Έκταση κατάληψης

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Συχνά απαιτεί λιγότερο χώρο αποθήκευσης για ουρές στις προσβάσεις του κόμβου, επιτρέποντας μικρότερες αποστάσεις μεταξύ κόμβων. • Μειώνει την ανάγκη για μεγαλύτερου πλάτους απαλλοτριώσεις κατά μήκος των συνδετήριων οδών μεταξύ των διασταυρώσεων. • Καλύτερη δυνατότητα για εξυπηρέτηση χώρων στάθμευσης, πλατύτερα πεζοδρόμια μεγαλύτερη έκταση φύτευσης πρασίνου, πλατύτερες εξωτερικές λωρίδες, ώστε να περιλαμβάνονται και ποδηλατοδρόμοι στις προσβάσεις. 	<ul style="list-style-type: none"> • Συχνά απαιτεί περισσότερη έκταση κατάληψης απ' ό,τι άλλες διαμορφώσεις κόμβων, πρόβλημα που δεν αντιμετωπίζεται κυρίως σε υφιστάμενους προς αναβάθμιση κόμβους

8. Λειτουργία και συντήρηση.

+	-
<ul style="list-style-type: none">• Συνήθως δεν απαιτείται συντήρηση για εξοπλισμό σηματοδότησης (εκτός των περιπτώσεων σηματοδοτούμενου κόμβου)	<ul style="list-style-type: none">• Μπορεί να απαιτεί συντήρηση της ζώνης τοποτεχνίας

9. Αισθητική

+	-
<ul style="list-style-type: none">• Προσφέρει δυνατότητα διαμόρφωσης ελκυστικών εισόδων ή κεντρικών πλατειών σε περιοχές οικισμών• Χρήση ως τοπόσημο σε τουριστικές ή εμπορικές περιοχές για να διαχωριστούν οι περιοχές κατοικίας και εμπορίου	<ul style="list-style-type: none">• Μπορεί να αποτελεί παράγοντα κινδύνου όταν τοποθετούνται σταθερά εμπόδια στην κεντρική νησίδα, σε ευθεία με τις εισόδους, εφόσον η γεωμετρία της πρόσβασης δεν προτρέπει σε μειωμένη ταχύτητα (≤ 40 km/h) προσέγγισης

1.7 Κατηγορίες Κόμβων κυκλικής κίνησης.

Οι Κ3 μπορεί να ταξινομηθούν ανάλογα με το μέγεθος και το περιβάλλον όπου κατασκευάζονται σε έξι βασικές κατηγορίες.

1.7.1 Κομβίδια κυκλικής Κίνησης

Αυτή η κατηγορία εφαρμόζεται εν γένει σε αστικό περιβάλλον. Έχει ως βασικό χαρακτηριστικό την εξ' ολοκλήρου υπερβατή κεντρική νησίδα, που επιτρέπει την εξυπηρέτηση φορτηγών οχημάτων, ενδεχομένως με διέλευση πάνω από αυτήν. Γενικά, απαιτούν μικρή έκταση και εφαρμόζονται σε οδούς με ταχύτητες ≤ 40 km/h. Αυτή η κατηγορία επιλέγεται συνήθως σε περιπτώσεις σημαντικών περιορισμών χώρου, όπου δεν είναι δυνατή η κατασκευή του τυπικού Κ3 μίας λωρίδας, με τον οποίο θα εξυπηρετούνται και τα βαρέα οχήματα. Πλεονέκτημα της διάταξης αποτελεί η μικρή απαίτηση σε έκταση κατάληψης και η δυνατότητα υλοποίησης, με μικρές τροποποιήσεις στις γωνίες μιας υφιστάμενης τυπικής ισόπεδης διασταύρωσης. Στην περίπτωση που θα επιτρέπεται η διέλευση πάνω από την κεντρική νησίδα μόνο των φορτηγών οχημάτων ή και λεωφορείων (και αυτό θα συμβαίνει ελάχιστες φορές την ημέρα), τότε η κεντρική νησίδα κατασκευάζεται υπερυψωμένη στην περίμετρό της κατά 100 mm (max 125mm) από την επιφάνεια του οδοστρώματος .



Κομβίδιο κυκλικής κίνησης σε υφιστάμενη διασταύρωση με υπερυψωμένη κεντρική νησίδα



Κομβίδια με κεντρική νησίδα πλήρως διελεύσιμη από φορτηγά.

1.7.2 Αστικοί συνεπτυγμένοι (Urban Compact).

Το βασικό χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η σχετικά μικρή διάμετρος της εξωτερικής περιμέτρου 25 - 30 m, με κατασκευή μη υπερβατής κεντρικής νησίδας. Έχουν μία λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση στα σκέλη του κόμβου. Ενδέχεται να χρειαστεί υπερβατή ζώνη πέριξ της κεντρικής νησίδας για εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων. Αυτή η κατηγορία επιλέγεται συνήθως για λόγους παρόμοιους με εκείνους της κατηγορίας των κομβιδίων, όμως προσφέρει πολύ ευνοϊκό περιβάλλον για πεζούς και ποδηλάτες, λόγω των ήπιων συνθηκών κυκλοφορίας που επιβάλλει.

1.7.3 Αστικοί 1 λωρίδας.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει Κ3 με μία λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση στα σκέλη του κόμβου. Είναι παρόμοιοι με τους αστικούς συνεπτυγμένους, όμως έχουν μεγαλύτερη διάμετρο στην εξωτερική περίμετρο (30 - 40 m) και μεγαλύτερες ακτίνες καμπής στις προσβάσεις πριν από την είσοδο στο δακτύλιο. Οι διαχωριστικές νησίδες είναι υπερυψωμένες, ενώ διαθέτουν υπερβατή ζώνη πέριξ της κεντρικής κυκλικής νησίδας, (αν απαιτείται για την εξυπηρέτηση βαρέων φορτηγών). Αυτή η κατηγορία επιλέγεται για αστικό περιβάλλον με μεγαλύτερους κυκλοφοριακούς φόρτους από αυτούς που προβλέπονται για την προηγούμενη κατηγορία και επιτρέπει μεγαλύτερα μεγέθη ταχυτήτων κίνησης και χωρητικότητας.

1.7.4 Αστικοί 2 λωρίδων

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τους Κ3 σε αστικό περιβάλλον, που έχουν τουλάχιστο σε ένα κλάδο πρόσβασης δύο λωρίδες στην κατεύθυνση εισόδου στο δακτύλιο. Η γεωμετρία τους είναι παρόμοια με αυτή των αστικών Κ3 μίας λωρίδας, όμως απαιτεί μεγαλύτερη

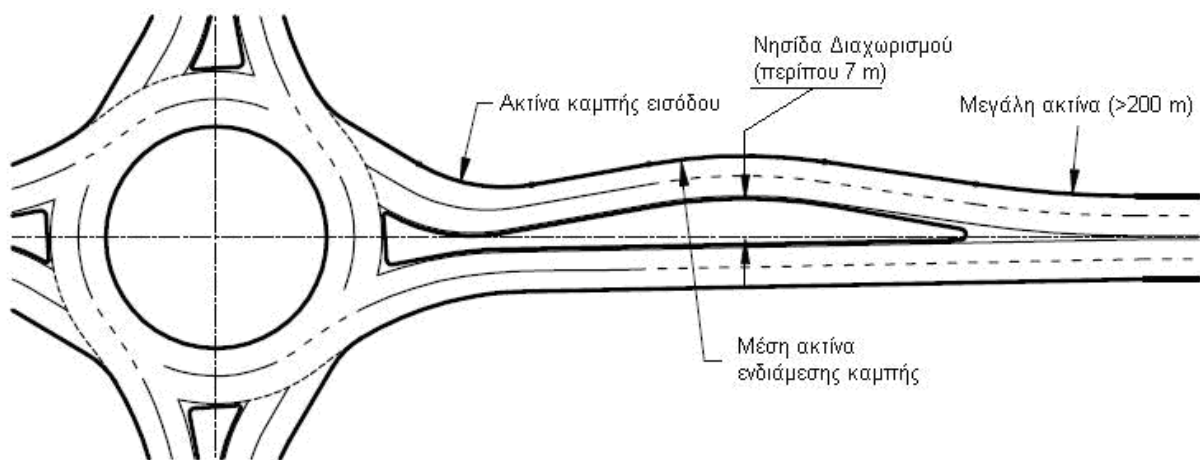
επιφάνεια, ώστε να επιτρέπεται η κίνηση των οχημάτων σε δυο στοίχους επί του δακτυλίου κυκλοφορίας.

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

1.7.5 Υπεραστικοί 1 λωρίδας

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

Επειδή συχνά τοποθετούνται σε περιβάλλον όπου αναπτύσσονται ελεύθερα αρκετά υψηλές ταχύτητες, ενδέχεται να απαιτούν μέτρα περιορισμού της ταχύτητας των οχημάτων, όπως σήμανση, ειδική γεωμετρία (καμπυλοειδής βλέπε σχήμα) στους κλάδους εισόδου κτλ.

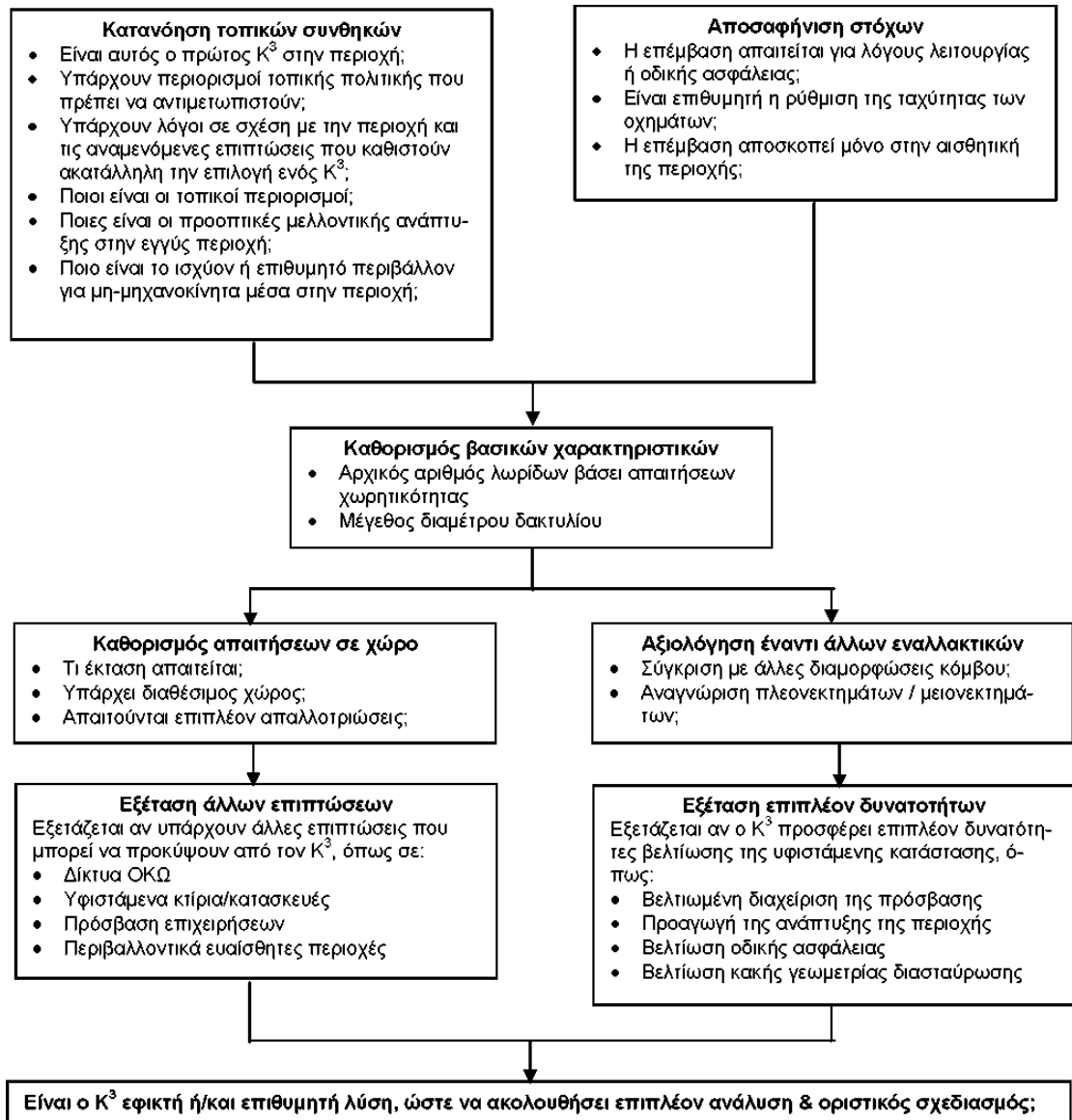


1.7.6 Υπεραστικοί 2 λωρίδων

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

1.8 Διαδικασία Επιλογής ως Λύσης της Μορφής K3

Η διαδικασία επιλογής ως λύσης της μορφής K3 περιλαμβάνει διάφορα στάδια, από την αρχική σύλληψη και την αναγνώριση των τοπικών αναγκών και περιορισμών, έως την ενδεχόμενη διαπραγμάτευση με τους τοπικούς φορείς, και τελικά τον οριστικό σχεδιασμό της λύσης. Μια τυπική διαδικασία, για τη λήψη αποφάσεων, σε σχέση με την επιλογή ή απόρριψη της λύσης με μορφή K3 σε μια περιοχή, πριν από την εκτέλεση των οριστικών αναλύσεων και την εκπόνηση των λεπτομερών μελετών, παρουσιάζεται στο διάγραμμα του επόμενου Σχήματος 1.8-1.

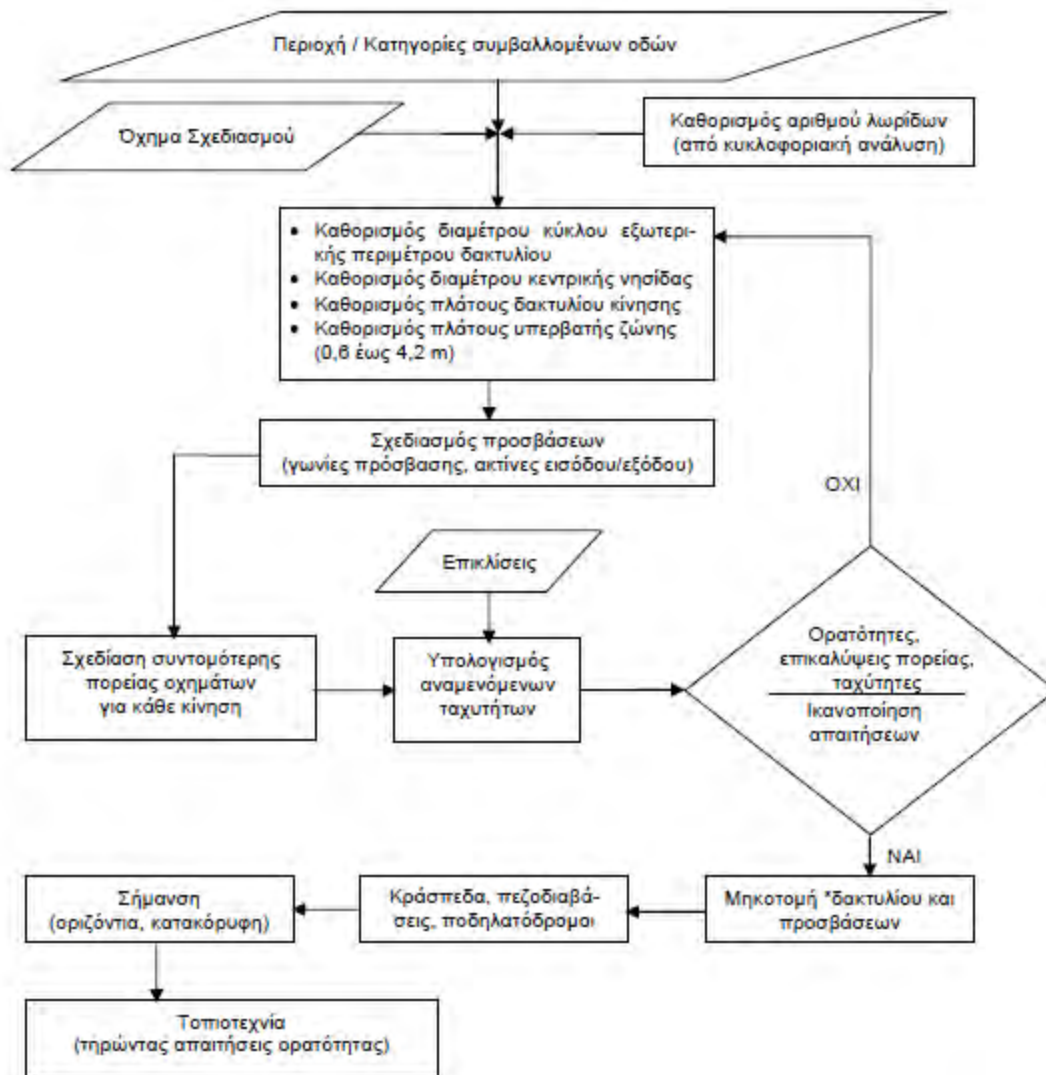


Σχήμα 1.8-1: Αρχικά στάδια διαδικασίας απόφασης επιλογής κατασκευής ενός Κ3.

1.9 Βήματα Σχεδιασμού Κόμβων Κυκλικής Κίνησης

Μετά από την απόφαση για κατασκευή ενός Κ3 ακολουθεί ο λεπτομερής σχεδιασμός. Ορισμένα στοιχεία του κόμβου θα πρέπει να σχεδιάζονται, ενώ ο σχεδιασμός ενδέχεται να

απαιτεί συνεχή επαναπροσδιορισμό μέχρι την επίτευξη μιας συνολικά αποδεκτής λύσης. Αυτή η διαδικασία απεικονίζεται στο ακόλουθο διάγραμμα (βλ. Σχήμα 1.9-1).



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

Σχήμα 1.9-1: Βήματα σχεδιασμού κόμβου κυκλικής κίνησης.

1.10 Γενικές συστάσεις Σχεδιασμού Κόμβων κυκλικής κίνησης

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

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

Κεφάλαιο 2 Κλάδοι πρόσβασης

2.1 Γενικά

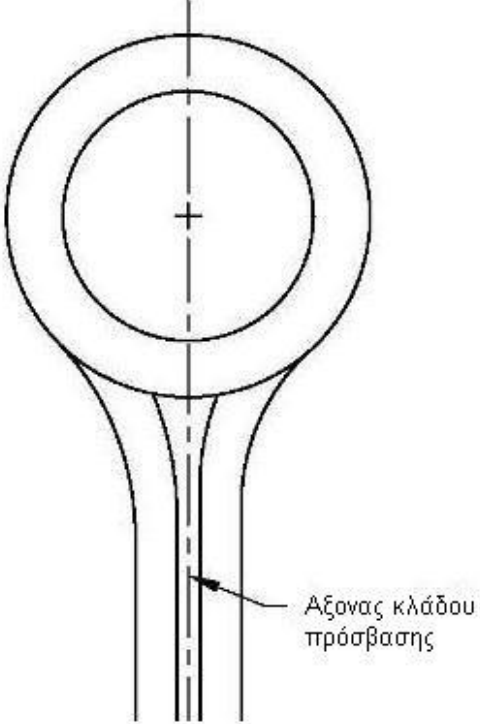
Οι κομβοί κυκλικής κίνησης εμπεριέχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ανάλογα με την περίπτωση της κάθε περιοχής που θα χρησιμοποιηθούν. Έτσι μελετάμε τρόπους που θα βελτιώσουν την χρησιμότητα τους τόσο από πλευράς οδικής ασφάλειας όσο και από πλευράς λειτουργικότητας. Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετηθούν διάφορες περιπτώσεις Κ3 ανάλογα με τον αριθμό, την διάταξη των κλάδων του κόμβου και την διαμόρφωση των κλάδων αυτών ως προς την είσοδο και την έξοδο των οχημάτων. Επίσης αναφέρονται τρόποι-λύσεις που μπορούν να εφαρμοστούν για να διευκολυνθεί η κυκλοφορία και η ασφάλεια σε κόμβους που διέρχονται οχήματα βαρέου τύπου.

2.2 Διάταξη κλάδων πρόσβασης

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

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

2.2.1 Άξονας οδού πρόσβασης σε ευθεία με το κέντρο του κόμβου

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	
<ul style="list-style-type: none">• Αναμενόμενη από τους οδηγούς διάταξη• Απαιτούνται λιγότερες επεμβάσεις στη χάραξη των προσβάσεων προ του κόμβου, οπότε οι επιπτώσεις περιορίζονται στην στενή περιοχή του κόμβου.• Η καμπυλότητα στις εξόδους αποθαρρύνει τους οδηγούς να αναπτύξουν μεγάλες ταχύτητες εξερχόμενοι του κόμβου.	
ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	

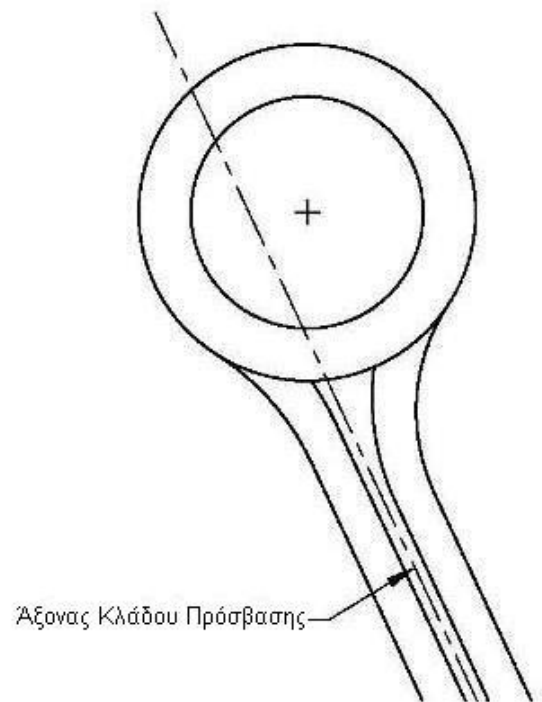
- Ίσως απαιτεί μεγαλύτερη διάμετρο για να επιτευχθεί ικανοποιητική ρύθμιση ταχύτητας.
- Δεν είναι πάντα εφικτή διάταξη, ανάλογα με την χάραξη των συμβαλλουσών οδών που προϋπάρχουν.

2.2.2 Άξονας οδού πρόσβασης αριστερά από το κέντρο του κόμβου.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Επιτρέπει μεγαλύτερη γωνιά εκτροπής και ρύθμιση της ταχύτητας.
- Ευνοεί την εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων χρησιμοποιώντας μικρή διάμετρο κύκλου.
- Εξυπηρετεί ενδεχομένη ανάγκη μείωσης απαλλοτριώσεων στην αριστερή πλευρά της οδού πρόσβασης.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ



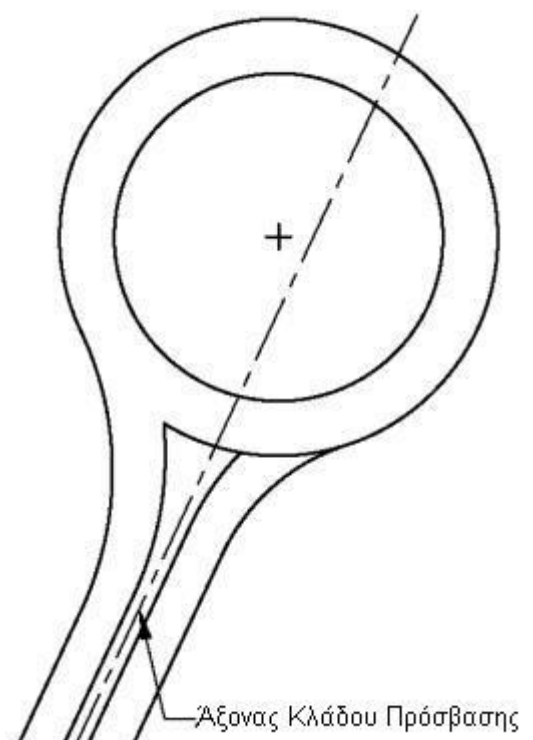
- Στην έξοδο υπάρχει μεγάλη ακτίνα στροφής που ευνοεί μεγάλες ταχύτητες ενώ αποτελεί πρόβλημα όταν υπάρχει πεζοδιάβαση.
- Επιβάλλει ενδεχομένη ανάγκη αύξησης απαλλοτριώσεων στην δεξιά πλευρά της οδού πρόσβασης.

2.2.3 Άξονας οδού πρόσβασης δεξιά από το κέντρο του κόμβου.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγαλύτερες διαμέτρους κύκλου με ταυτόχρονη διατήρηση ικανοποιητικού ελέγχου της ταχύτητας.
- Βελτίωση ορατότητας μεταξύ διαδοχικών κλάδων κατά την είσοδο.
- Εξυπηρετεί ενδεχομένη ανάγκη μείωσης απαλλοτριώσεων στην δεξιά πλευρά της οδού πρόσβασης.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ



- Δυσκολία στην ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων ειδικά σε περιπτώσεις κύκλου μικρής διαμέτρου.
- Επιβάλλει ενδεχομένη ανάγκη αύξησης απαλλοτριώσεων στην αριστερή πλευρά της οδού πρόσβασης.

2.3 Γωνίες μεταξύ σκελών.

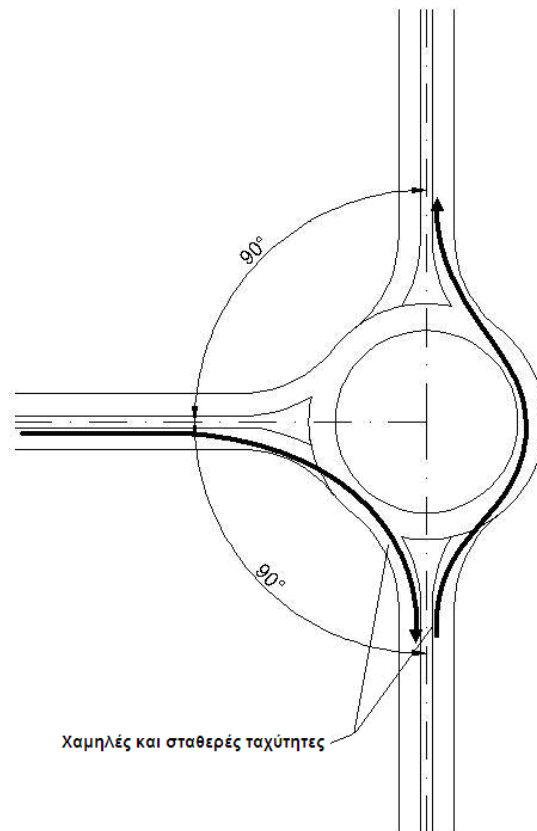
Η διάταξη Κ3 μειώνει τις εμπλοκές σε κατάσταση σύγκρουσης και την επικινδυνότητά τους, ενώ διευκολύνει τη ροή των οχημάτων, αυτό όμως δεν εξαλείφει την ανάγκη για έλεγχο στη γωνία που σχηματίζουν μεταξύ τους οι κλάδοι πρόσβασης. Μεγάλες γωνίες μεταξύ σκελών οδηγούν σε υψηλότερες ταχύτητες κίνησης και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

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

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

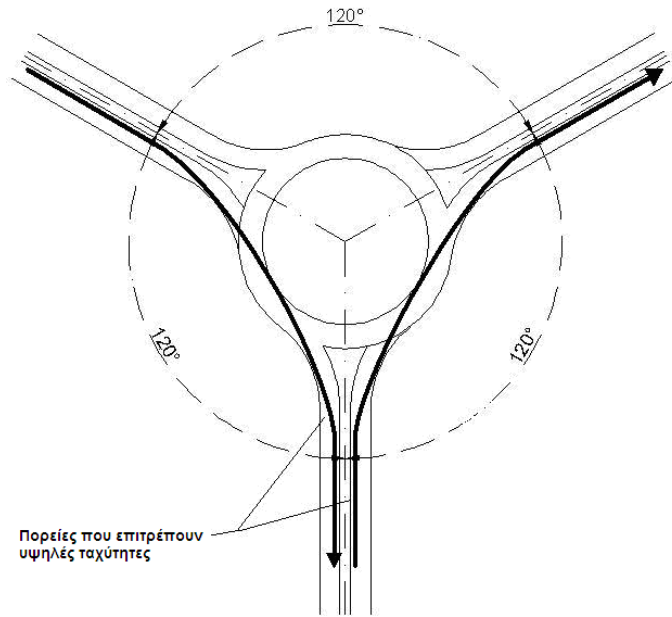
Σε περιπτώσεις κόμβων με 3 σκέλη είναι προτιμότερη η διάταξη «**T**» δηλαδή συμβολή με γωνία 90° (βλ. Σχήμα 2.3-1) από τη διάταξη «**Y**» (βλ. Σχήμα 2.3-2). Στη διάταξη «**Y**», ενδεχομένως να απαιτηθούν τροποποιήσεις για καλύτερη ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων. Τέτοιες επεμβάσεις μπορεί να είναι, η αλλαγή της διαμέτρου του δακτυλίου κυκλοφορίας, η μείωση του πλάτους και των ακτινών καμπής των κλάδων πρόσβασης κατά

την είσοδο στον κόμβο και η μετατόπιση του άξονα των κλάδων πρόσβασης προς τα αριστερά σε σχέση με το κέντρο του κόμβου (βλ. Σχήμα 2.3-3)

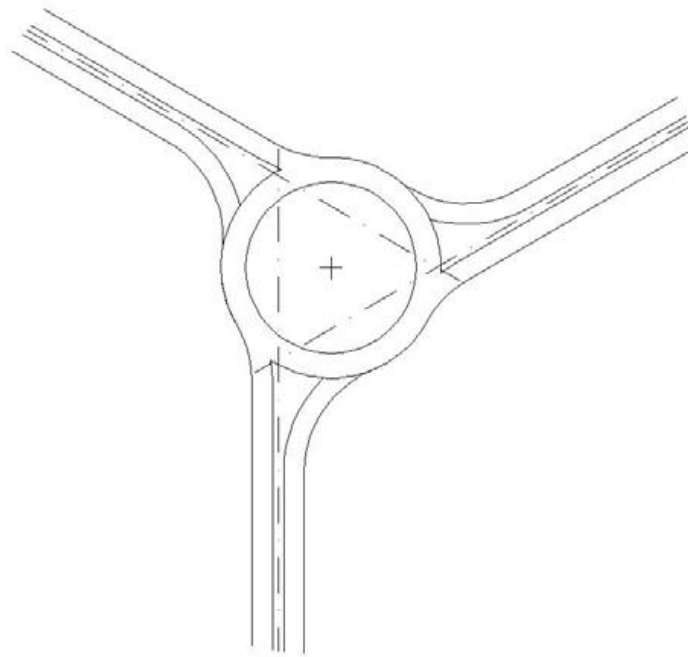


Σχήμα 2.3.-1: Τυπική διαμόρφωση κόμβου 3-σκελή μορφής T.

(Χαρακτηριστικές πορείες δεξιά στρεφόντων οχημάτων)



Σχήμα 2.3-2: Τυπική διαμόρφωση κόμβου 3-σκελή μορφής Υ.
(Χαρακτηριστικές πορείες δεξιά στρεφόντων οχημάτων)



Σχήμα 2.3-3: Τροποποίηση σκελών πρόσβασης κόμβοι 3-σκελή μορφής Y.

(Μετατόπιση άξονα σκελών προς τα αριστερά ως προς το κέντρο του κόμβου)

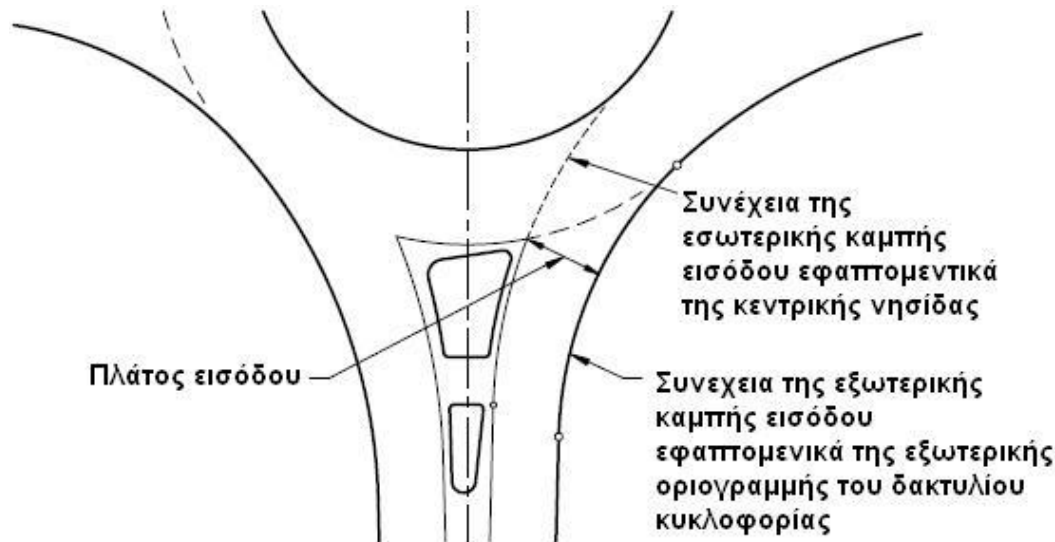
2.4 Είσοδοι

Ο σχεδιασμός εισόδου στο δακτύλιο κυκλοφορίας πρέπει να επιτρέπει την ομαλή μετάβαση των οχημάτων, ενώ με την κατάλληλη γεωμετρική διαμόρφωση να ρυθμίζει την ταχύτητα εισόδου. Το πλάτος του κλάδου στην περιοχή εισόδου, όταν αυτός έχει μια λωρίδα, πρέπει να κυμαίνεται από 4 έως 5 m. Η τυπική διάταση είναι 4,6 m, ενώ πρέπει να αποφεύγεται πολύ πλατύτερη λωρίδα, προκειμένου να αποθαρρύνονται οι οδηγοί στην τάση τους για δημιουργία παράλληλων στοίχων (βλ. Σχήμα 2.4-1).



Στις περιπτώσεις κόμβων με είσοδο μίας λωρίδας, οι καμπές μίας ενιαίας ακτίνας είναι ικανοποιητικές, ενώ οι κόμβοι με είσοδο δύο λωρίδων ενδεχομένως απαιτούν καμπές

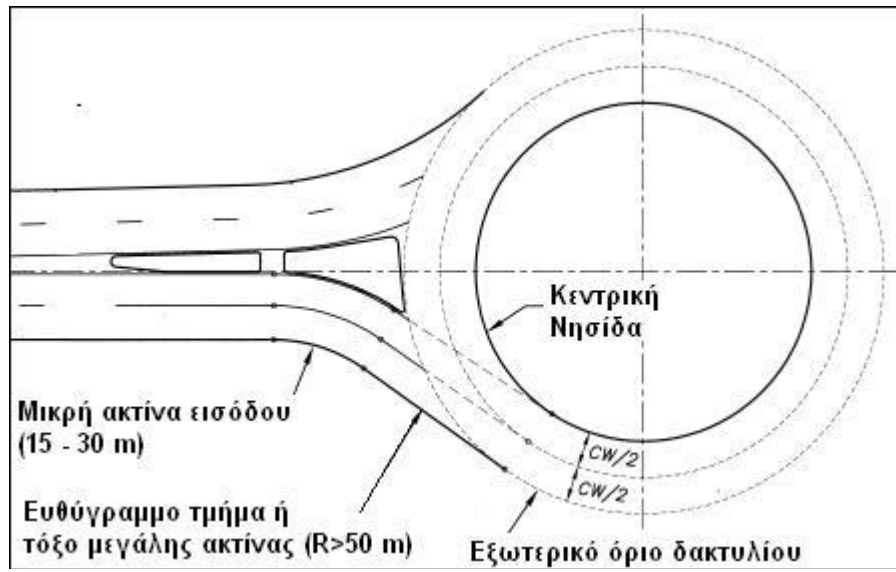
συνδυασμού ακτινών. Σε αστικούς Κ3 μίας λωρίδας οι ακτίνες εισόδου πρέπει να είναι στο εύρος των 15 έως 30 m.



Σχήμα 2.4-1: Τυπική μορφή εισόδου.

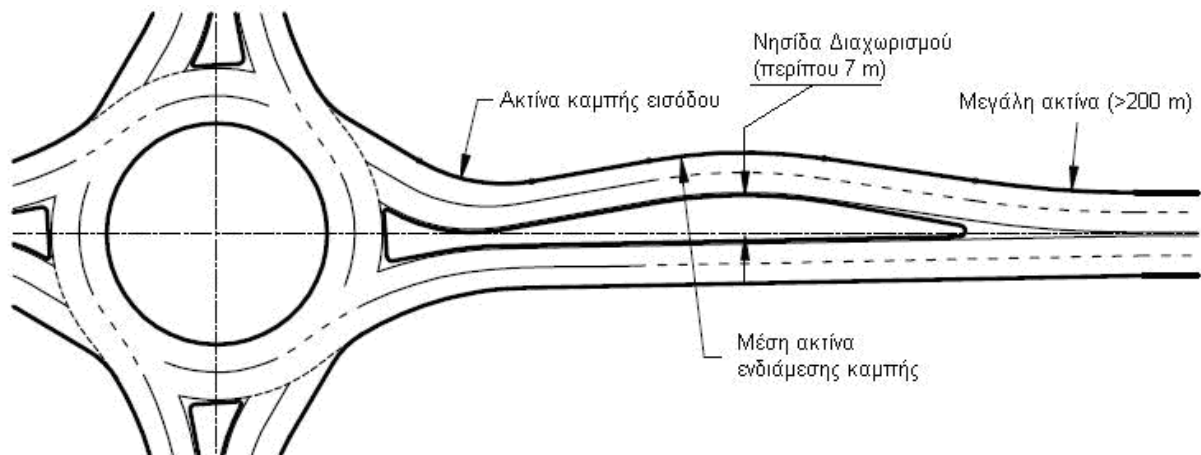
Σε κάθε περίπτωση, η αλληλουχία των καμπών στον κλάδο εισόδου και μέχρι την είσοδο στο δακτύλιο κυκλικής κυκλοφορίας δεν πρέπει να οδηγεί σε διαφορές ταχυτήτων από τμήμα σε τμήμα μεγαλύτερες των 20 km/h. Διαφορετικά, συνιστώνται ειδικές γεωμετρικές επεμβάσεις για τη ρύθμιση της ταχύτητας.

Σε κόμβους με εισόδους δυο ή περισσότερων λωρίδων, για την επιτυχή καθοδήγηση των οχημάτων στη σωστή λωρίδα επί του δακτυλίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευθύγραμμο τμήμα ή τόξο μεγάλης ακτίνας για τη συναρμογή μεταξύ των τόξων της εισόδου και του δακτυλίου (βλ. Σχήμα 2.4-2).



Σχήμα 2.4-2: Ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα ή τόξο μεγάλης ακτίνας μεταξύ εισόδου και δακτυλίου.

Για την ομαλή μείωση της ταχύτητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο, συνιστάται ο σχεδιασμός χάραξης με θλάση προς την αριστερή πλευρά της κίνησης (βλ. Σχήμα 2.4-3). Αυτή η διαμόρφωση συνήθως απαιτείται σε περιπτώσεις κόμβων που βρίσκονται σε οδούς υψηλών ταχυτήτων ($V > 70$ km/h).



Σχήμα 2.4-3: Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου για μείωση ταχύτητας.

Όταν ο σχεδιασμός χρειάζεται να αντιμετωπίσει το φαινόμενο της εμπλοκής των τροχιών μεγάλων φορτηγών κατά την είσοδο, τότε πρέπει να χρησιμοποιούνται ακτίνες κατάλληλου μεγέθους, π.χ. $R > 30$ m. Όμως, είναι σημαντικό το μέγεθος της ακτίνας R να εμποδίζει τη δυνατότητα ανάπτυξης υπερβολικής ταχύτητας, κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Μία καλή τεχνική λύση είναι η διαμόρφωση διαχωριστικής νησίδας, με διαγράμμιση του οδοστρώματος μεταξύ των δυο λωρίδων στην είσοδο, που παρέχει χώρο για τη διέλευση του σώματος των φορτηγών, χωρίς να εμπλέκονται οι τροχιές αυτών με άλλα οχήματα (βλ. Εικόνα 2.4-1).

Οι συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού εισόδου, ανά κατηγορία K^3 , αναφέρονται στον επόμενο πίνακα.

Συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού ανάλογα της κατηγορίας του Κ3

α/α	Κατηγορία Κ3	Ταχύτητα(km/h)
1	Κομβίδιο	25 – 30
2	Αστικός Συνεπτυγμένος	25 – 30
3	Αστικός 1 Λωρίδας	30 – 40
4	Υπεραστικός 1 Λωρίδας	40 – 50
5	Αστικός 2 Λωρίδων	40 – 50
6	Υπεραστικός 2 Λωρίδων	50



Εικόνα 2.4-1 :Παράδειγμα διαμόρφωσης εισόδου για διέλευση μεγάλων φορτηγών.

2.5 Έξοδοι

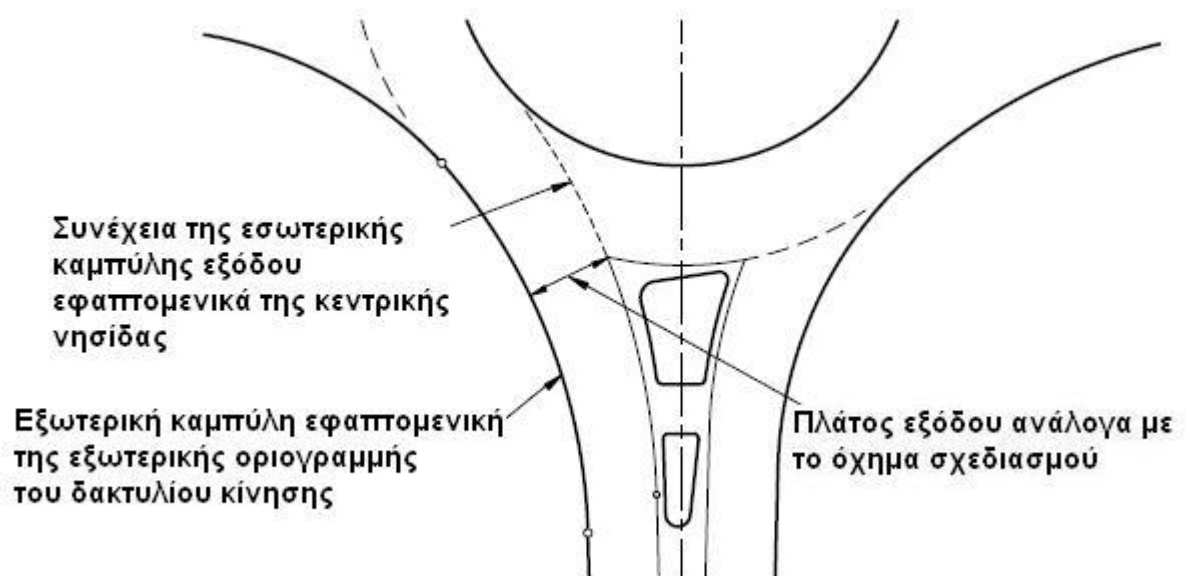
Οι ακτίνες στις θέσεις εξόδου από το δακτύλιο επιτρέπεται να είναι σημαντικά μεγαλύτερες από την ακτίνα του δακτυλίου, σε αντίθεση με τις θέσεις εισόδου, όπου η γεωμετρία πρέπει να διασφαλίζει χαμηλή λειτουργική ταχύτητα. Κατά το σχεδιασμό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, η απόσταση ορατότητας στάσης για τους οδηγούς, ενώ για τους πεζούς ο χρόνος που χρειάζονται να αποφασίσουν και να διασχίσουν το οδόστρωμα. Ο πεζός χρειάζεται να ερμηνεύει το σκοπό του κάθε οδηγού που βρίσκεται στο δακτύλιο (δηλαδή, αν θα εξέλθει του δακτυλίου ή θα συνεχίσει την κυκλική πορεία) και



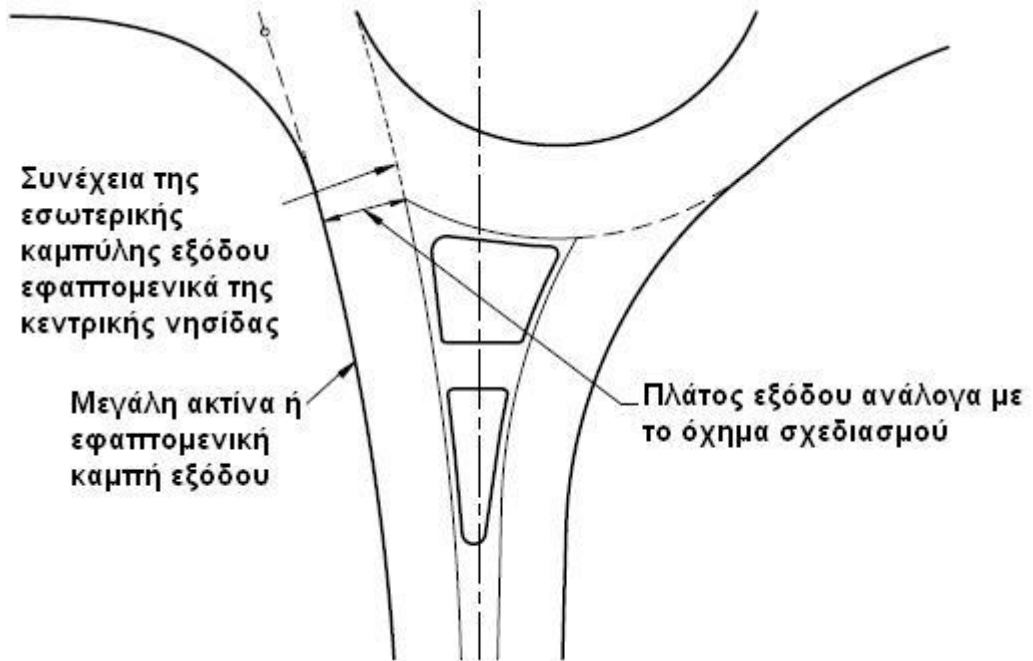
αντίστοιχα να εκτιμά το χρόνο που χρειάζεται ο ίδιος για να διασχίσει τον κλάδο εξόδου στην υπόψη πρόσβαση.

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

Κατά την έξοδο θα πρέπει να προσφέρεται στον οδηγό ομαλή μετάβαση από το δακτύλιο στον κλάδο εξόδου της πρόσβασης. Οι γενικές αρχές σχεδιασμού, για 2 περιπτώσεις διάταξης κλάδου ως προς το κέντρο του κόμβου, απεικονίζονται στα 2 επόμενα Σχήματα 2.5-1, 2.5-2.



Σχήμα 2.5-1: Έξοδος με άξονα οδού διερχόμενο από το κέντρο του κόμβου



Σχήμα 2.5-2: Έξοδος με άξονα οδού διερχόμενο αριστερά του κέντρου του κόμβου

2.6 Διαμόρφωση Αποκλειστικών Λωρίδων Δεξιάς Στροφής

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

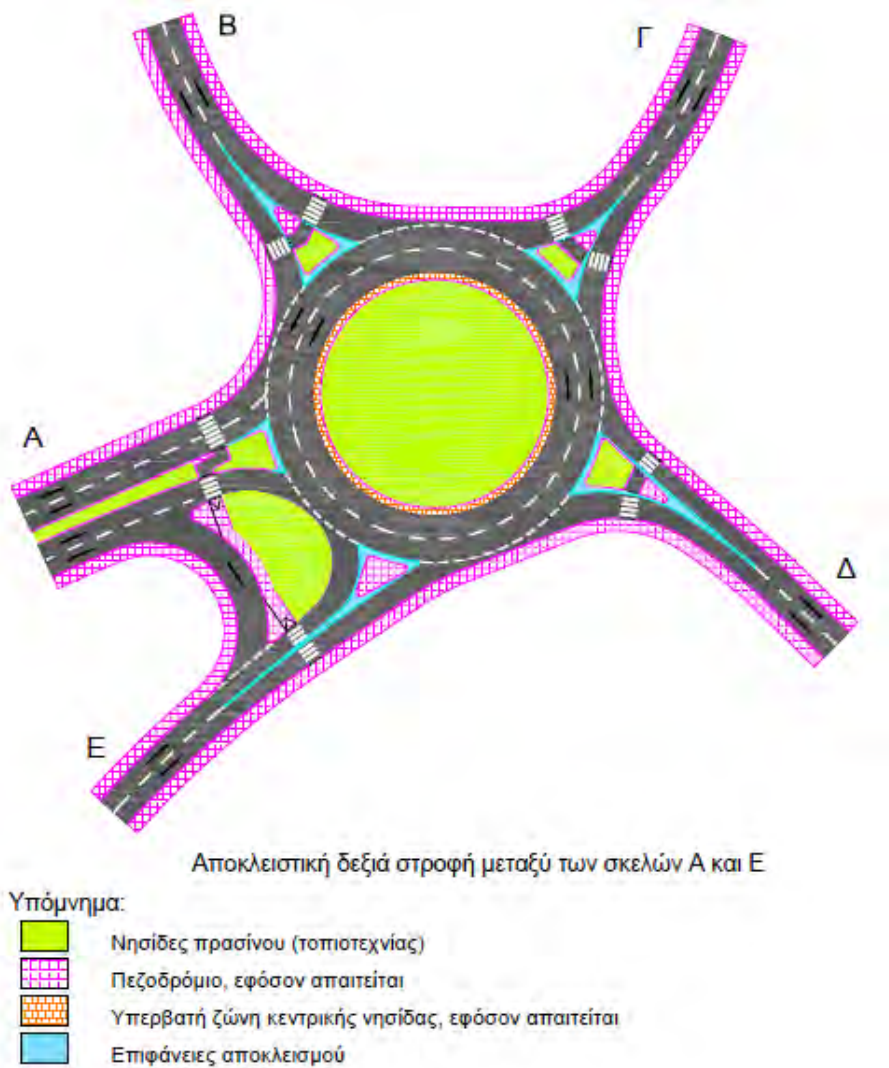


Κλάδος παράκαμψης του δακτυλίου (για απευθείας δεξιά στροφή από μια είσοδο προς την αμέσως επόμενη έξοδο) θα πρέπει να εφαρμόζεται όταν ο δεξιά στρέφων φόρτος είναι υψηλός και ειδικότερα όταν αυτός εξυπηρετεί φόρτο με σημαντικό ποσοστό (συνιστάται για $\geq 10\%$) σε μεγάλα φορτηγά οχήματα. Το κριτήριο για την επιλογή του χρόνου κατασκευής

(δηλαδή εξαρχής ή σε μελλοντικό στάδιο) κλάδου παράκαμψης του δακτυλίου καθορίζεται από τη χρονική απαίτηση λειτουργίας τέτοιου κλάδου, ως εξής:

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

Ο παρακαμπτήριο κλάδος γίνεται επίσης απαραίτητος και στην περίπτωση, π.χ. υπάρχουν περισσότερα από 5 σκέλη στον κόμβο, ενώ όπου για αναγκαστικούς λόγους ο δακτύλιος κυκλοφορίας έχει σχετικά μικρή ακτίνα. Σε αυτή την περίπτωση, η είσοδος με την έξοδο είναι τόσο κοντά, ώστε η άμεση στροφή από την πρώτη στη δεύτερη δεν είναι δυνατό να εκτελεσθεί από βαρέα φορτηγά μέσω του δακτυλίου κυκλοφορίας (βλ. επόμενο Σχήμα 2.6-1).



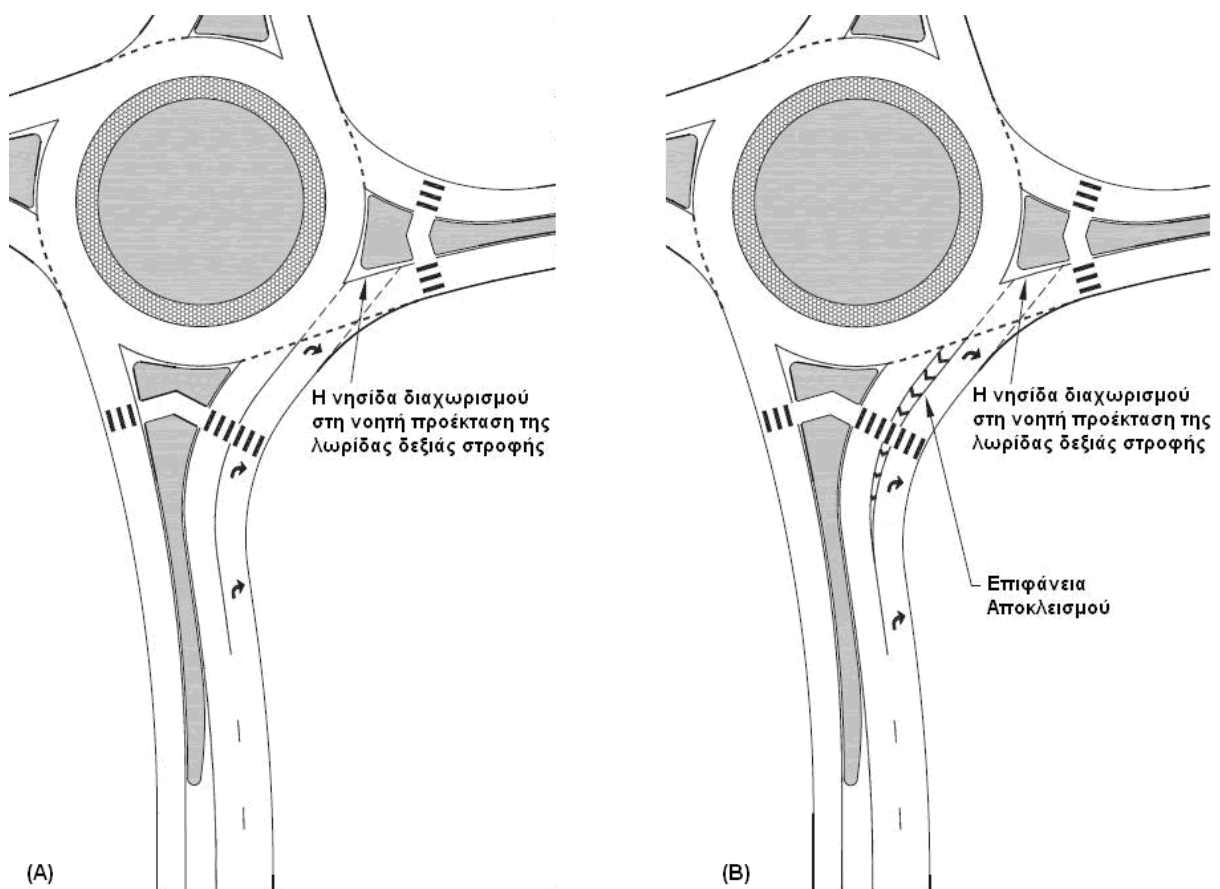
Σχήμα 2.6-1: Εφαρμογή παρακαμπτήριου κλάδου αποκλειστικής δεξιάς στροφής

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

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

Σε αυτή την περίπτωση δημιουργούνται δύο λωρίδες λίγο πριν από την είσοδο του κλάδου στο δακτύλιο, όμως η συνέχεια της δεξιάς διακόπτεται στη γραμμή εισόδου, ενώ στην προέκτασή της βρίσκεται η νησίδα διαχωρισμού της επόμενης πρόσβασης. Αυτή η διαμόρφωση περιορίζει στο ελάχιστο τον απαιτούμενο επιπλέον χώρο σε σχέση με την τυπική

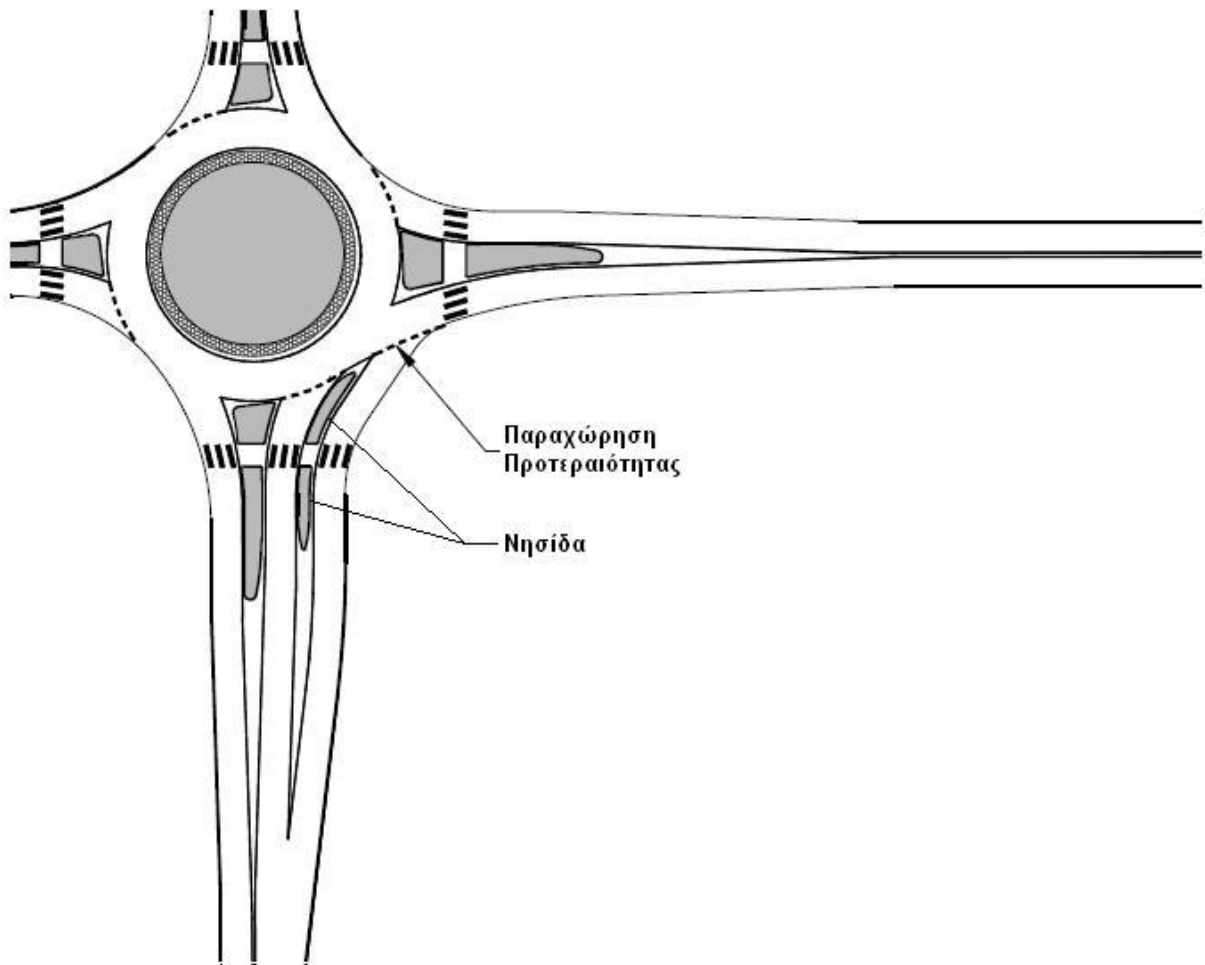
μορφή κόμβου μιας λωρίδας, ενώ η παρουσία της νησίδας διαχωρισμού (επί του επόμενου σκέλους) στη νοητή προέκταση αυτής λειτουργεί ως επισήμανση ότι η επιπλέον λωρίδα στην είσοδο είναι αποκλειστικής χρήσης για δεξιά στροφή. Για την κατάλληλη διοχέτευση της κυκλοφορίας και την αποφυγή, λόγω σύγχυσης ή σκοπιμότητας, χρήσης αυτής της λωρίδας και για την ευθεία κίνηση, μπορεί επιπλέον να σχεδιαστεί διαγραμμισμένη επιφάνεια αποκλεισμού. Στην έξοδο της δεξιάς λωρίδας τοποθετείται σήμανση παραχώρησης προτεραιότητας (βλ. Σχήμα 2.6-2).



Σχήμα 2.6-2: Παράλληλη λωρίδα δεξιάς στροφής που σταματά στην περίμετρο του δακτυλίου κίνησης, χωρίς επιφάνεια αποκλεισμού (βλ. A) και με επιφάνεια αποκλεισμού (βλ. B)

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

Η διαγραμμισμένη επιφάνεια αποκλεισμού που αναφέρεται στην προηγούμενη εναλλακτική αντικαθίσταται από μη υπερβατή νησίδα, που διαχωρίζει δομικά τις πορείες των οχημάτων τουλάχιστον 10-15 m προ της γραμμής εισόδου στο δακτύλιο. Παραμένει η σήμανση παραχώρησης προτεραιότητας για τους οδηγούς που εισέρχονται στον επόμενο κλάδο εξόδου από τη λωρίδα δεξιάς στροφής (βλ. Σχήμα 2.6-3).



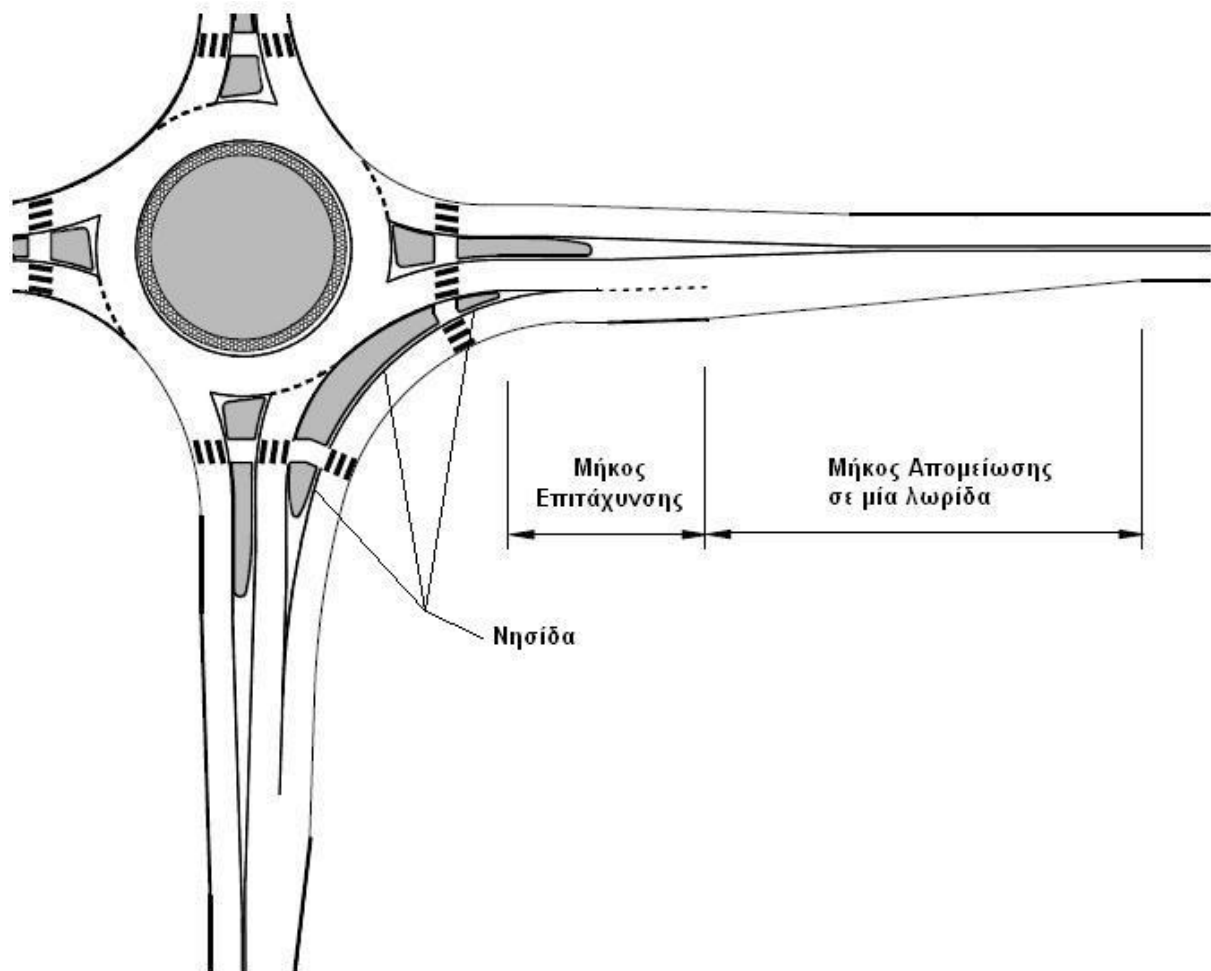
Σχήμα 2.6-3: Χρήση νησίδας διαχωρισμού λωρίδας δεξιάς στροφής

γ. Χρήση παρακαμπτήριου κλάδου άμεσης δεξιάς στροφής

Μια παραλλαγή της προηγούμενης διαμόρφωσης του Σχήματος 2.6-3 είναι αυτή όπου, η δεξιά στροφή διαχωρίζεται πλήρως με επέκταση της διαχωριστικής νησίδας και στη συνέχεια, εφόσον ο κλάδος εξόδου είναι μιας λωρίδας, προστίθεται λωρίδα επιτάχυνσης. Με αυτό τον

τρόπο διευκολύνονται, η κίνηση βαρέων οχημάτων που στρίβουν δεξιά και η συγχώνευση των οχημάτων με το κυρίως ρεύμα κυκλοφορίας του κλάδου εξόδου. Αυτή η διαμόρφωση απαιτεί περισσότερο χώρο και έχει υψηλότερο κόστος κατασκευής. Όμως αυτή, εμποδίζοντας την εσφαλμένη χρήση της λωρίδας δεξιάς στροφής για όσους από τους οδηγούς θα ήθελαν να συνεχίσουν κινούμενοι ευθεία, επί του δακτυλίου κυκλοφορίας(βλ. Σχήμα 2.6-4), βελτιώνει εξαιρετικά την οδική ασφάλεια.

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



Το συνολικό μήκος επιτάχυνσης και απομείωσης του πλάτους της λωρίδας (taper) ορίζεται ανάλογα με τους αναμενόμενους φόρτους από 120 έως 175 m, με αντίστοιχο μήκος taper από 40 έως 60 m.

Σχήμα 2.6-4: Παρακαμπτήριος κλάδος δεξιάς στροφής, με λωρίδα επιτάχυνσης

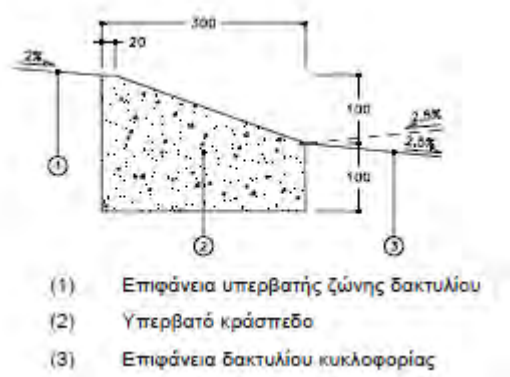
2.7 Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας.

Η υπερβατή ζώνη για τη διευκόλυνση των βαρέων οχημάτων απαιτεί κατάλληλη διαμόρφωση. Η εγκάρσια κλίση αυτής της ζώνης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2%, ώστε να μην κινδυνεύουν τα φορτία των φορτηγών από μετατοπίσεις. Μεταξύ της υπερβατής ζώνης και της κανονικής επιφάνειας κυκλοφορίας του δακτυλίου υπάρχει μεταβατικό (υπερβατό) κράσπεδο για να αποθαρρύνεται η χρήση της υπερβατής ζώνης από τα υπόλοιπα οχήματα. Για λόγους αποφυγής φθοράς στα ελαστικά των οχημάτων, το μεταβατικό (υπερβατό) κράσπεδο θα πρέπει να προσφέρει μια σχετικά ομαλή μετάβαση από το κανονικό οδόστρωμα προς την υπερβατή ζώνη. Η συνιστώμενη τυπική μορφή του υπερβατού κρασπέδου στην περίμετρο της υπερβατής ζώνης παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.7-1.

Η επίστρωση της επιφάνειας της υπερβατής ζώνης συνιστάται να γίνεται από υλικά με έντονη χρωματική αντίθεση σε σχέση με το οδόστρωμα. Ενδείκνυται η επίστρωση με κυβόλιθους κοκκινόχρωμους ή δυο χρωμάτων ενός ανοιχτόχρωμου και ενός σκούρου (κόκκινου ή μαύρου) που θα σχηματίζουν μια εικόνα με βέλη, τα οποία υποδεικνύουν την κατεύθυνση κυκλοφορίας (βλ. Εικόνα 2.7-1).



Εικόνα 2.7-1: Ειδική επίστρωση υπερβατής ζώνης



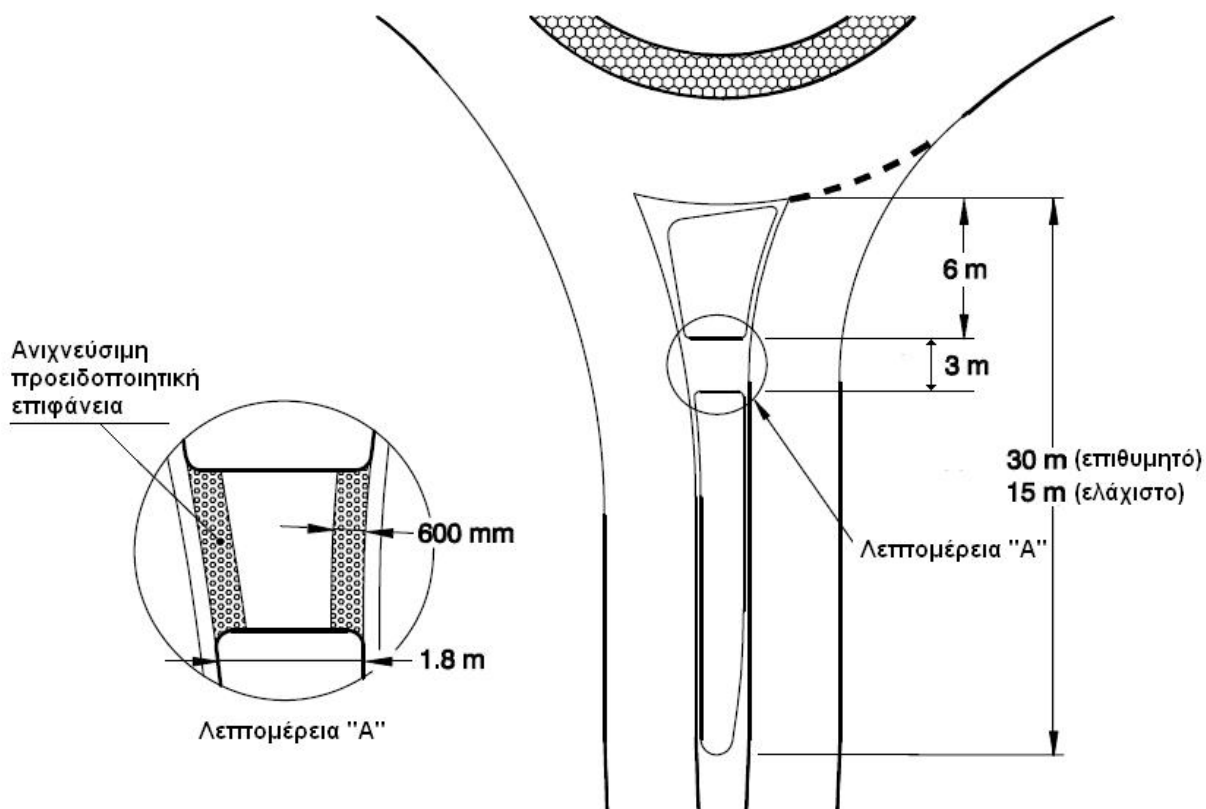
Σχήμα 2.7-1: Τυπική διατομή μεταβατικού (υπερβατού) κρασπέδου

Κεφάλαιο 3 Νησίδες προσαρμογής

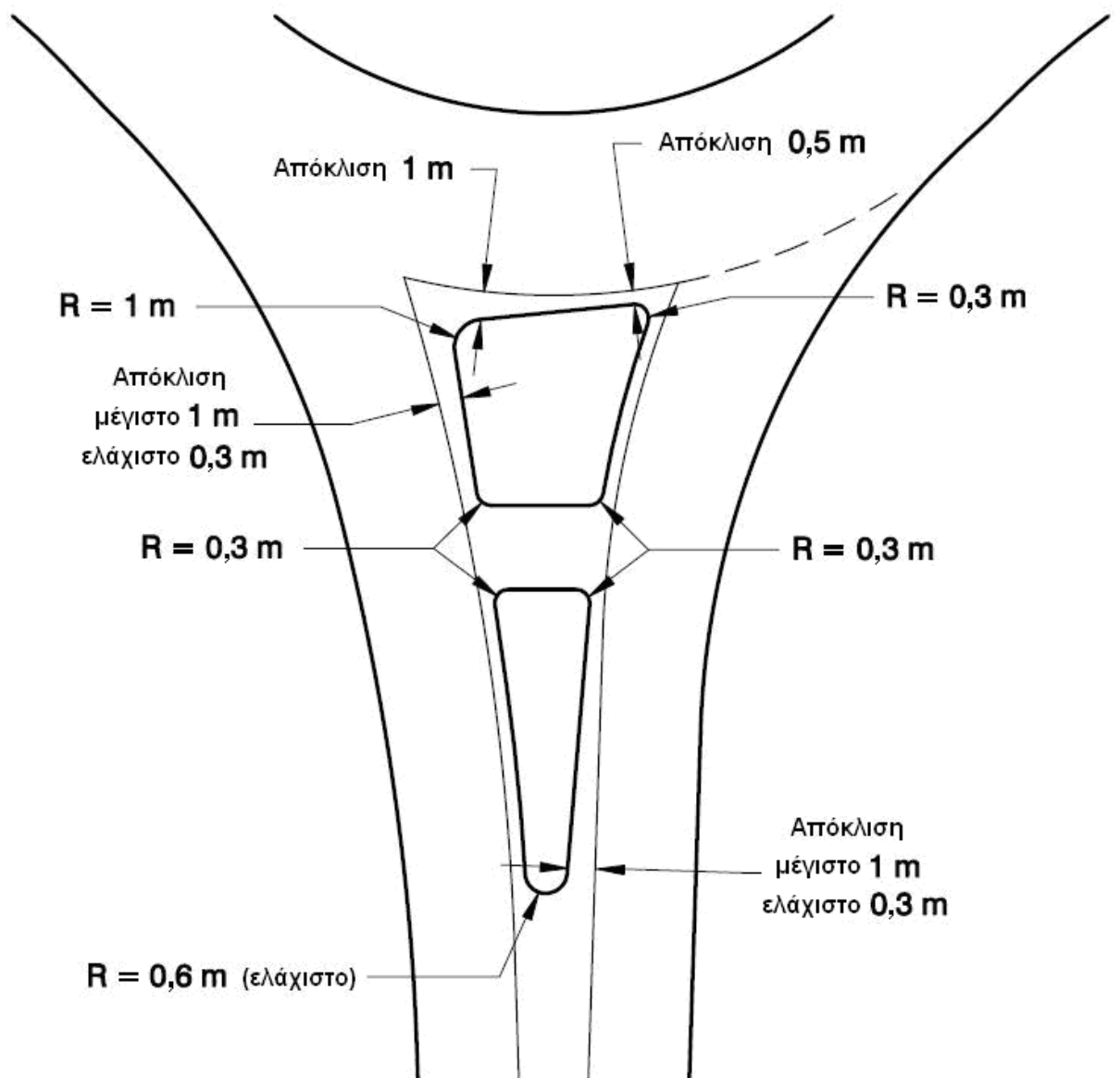
3.1 Γενικά

Στους Κ3 προτείνεται οι πεζοδιαβάσεις να περνούν εγκάρσια της νησίδας διαχωρισμού των δύο ρευμάτων κυκλοφορίας κάθε σκέλους του κόμβου. Το συνολικό μήκος της νησίδας διαχωρισμού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 m, αν και το επιθυμητό είναι τα 30 m. Σε περιοχές υψηλών ταχυτήτων θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα κατασκευής νησίδας μήκους 45 m, σε συνδυασμό με καμπυλοειδή διαμόρφωση του οδοστρώματος του κλάδου προσέγγισης (βλ. Σχήμα 2.4-3). Στην περίπτωση ανάγκης χωροθέτησης πεζοδιαβάσεων αυτή διακόπτεται σε απόσταση τουλάχιστον 6 m, από την εξωτερική οριογραμμή του δακτυλίου κυκλοφορίας, για λόγους ευκολότερης διέλευσης και προστασίας πεζών, ποδηλάτων και ΑμΕΑ.

Οι λεπτομέρειες σχεδιασμού των εν λόγω νησίδων διαχωρισμού παρουσιάζονται στα Σχήματα 3.1-1 και 3.1-2, που ακολουθούν. Παρατηρούμε με μια αρχική ματιά ότι οι νησίδες αποτελούνται από ευθύγραμμα τμήματα και κυκλικά τόξα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με εφαπτόμενα κυκλικά τόξα.



Σχήμα 3.1-1: Σχεδιασμός νησίδας – Διακοπή πεζοδιάβασης



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

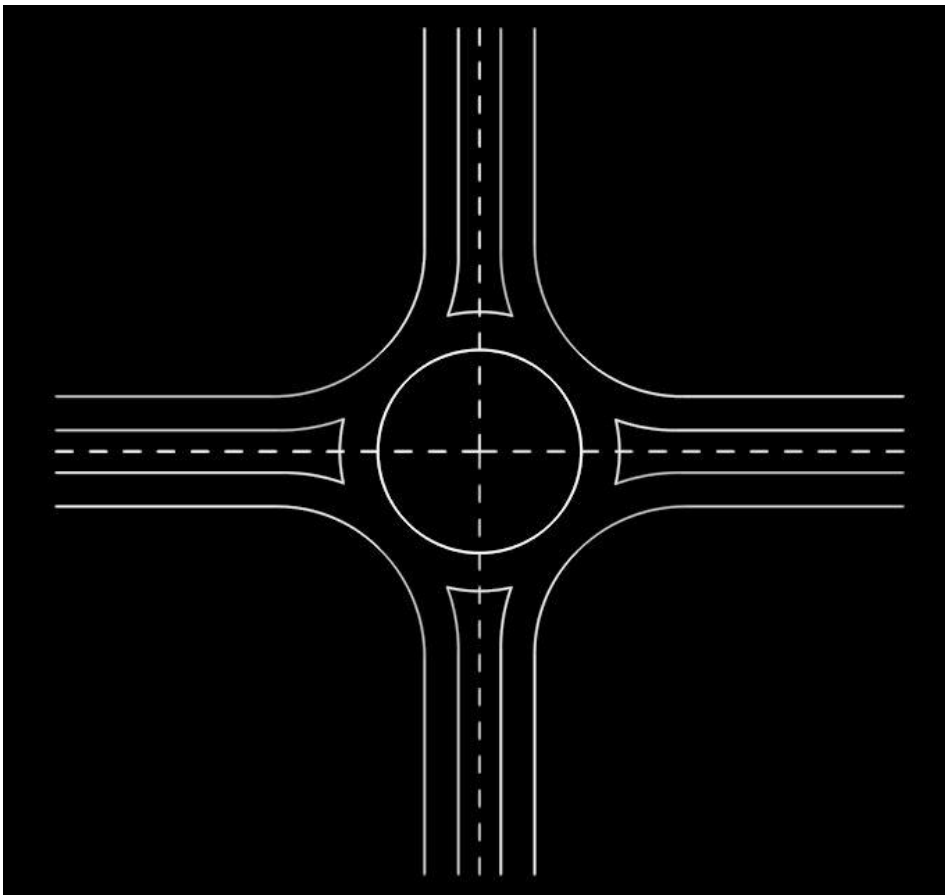
Σχήμα 3.1-2: Λεπτομέρεια σχεδιασμού γωνιών τριγωνοειδούς νησίδας

3.2 Κατασκευή νησίδας σε αξονικό Κ3.

Το βασικό κομμάτι με το οποίο ασχοληθήκαμε στην παρούσα διπλωματική εργασία ήταν ο σχεδιασμός μιας νησίδας προσαρμογής σε έναν κόμβο κυκλικής κίνησης. Οι οδηγίες από τα σχέδια ΟΜΟΕ στο εν λόγω κομμάτι κρίνονται λίγες καθώς δεν προσδιορίζεται επακριβώς η διαδικασία σχεδιασμού και δίδονται μόνο λίγα στοιχεία για την κατασκευή του.

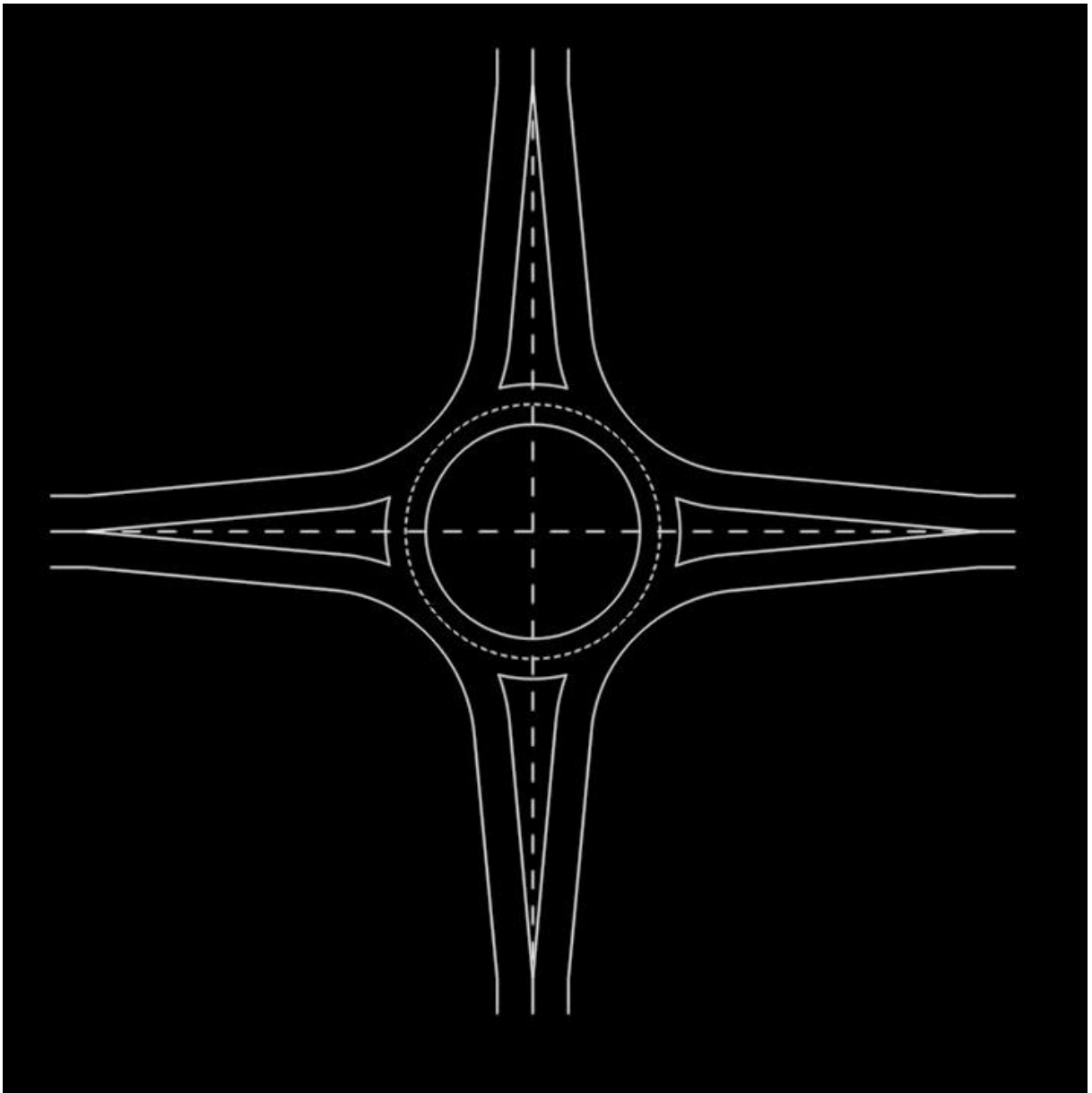
Για αυτό τον λόγο προσπαθήσαμε να εμβαθύνουμε στον σχεδιασμό της νησίδας τηρώντας τα όσα μας δίνονται και να παρουσιάσουμε σταδιακά την επίλυση όσων προβλημάτων βρέθηκαν στην πορεία μας.

Για την κατασκευή της νησίδας πήραμε σαν βάση τους σχεδιασμένους από τον Λ. Υφαντή κόμβους από την διπλωματική του εργασία ‘ Γεωμετρική Διερεύνηση Κόμβων Κυκλικής Κίνησης’.

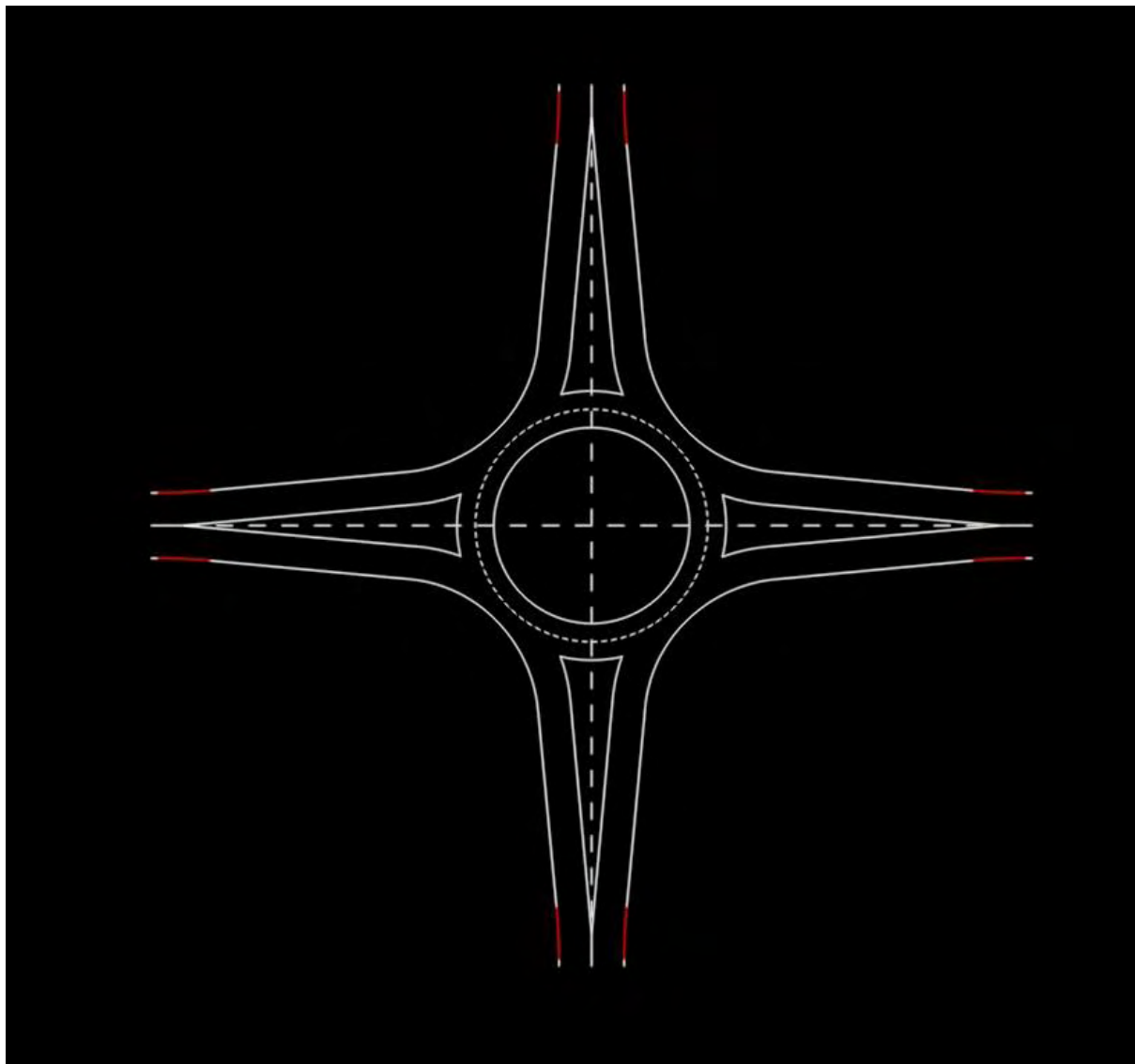


Σχήμα 3.2-1: Αρχικός κόμβος

Αρχικά επεμβήκαμε στα άκρα των κλάδων ούτως ώστε να συγκλίνουν προς το κέντρο και να έχουν μορφή κανονικής οδού (βλ. σχήμα 3.2-2). Ο συγκεκριμένος κόμβος είχε σχεδιαστεί για να δείξει το πώς κατασκευάζεται με έμφαση στις ακτίνες εισόδου, εξόδου, το πλάτος οδού και νησίδας και την διάμετρο των κύκλων. Κρατήσαμε σαν οδηγό το σταθερό πλάτος 4 μέτρων και στη συνέχεια εφαρμόσαμε τόξο μεγάλης ακτίνας για να εξαλείψουμε το γόνατο που δημιουργήθηκε (βλ. σχήμα 3.2-3). Έτσι ο κόμβος πήρε μια μορφή πέρα από το θεωρητικό κομμάτι και έγινε πιο πρακτικός .



Σχήμα 3.2-2: Σύγκλιση προς το κέντρο.

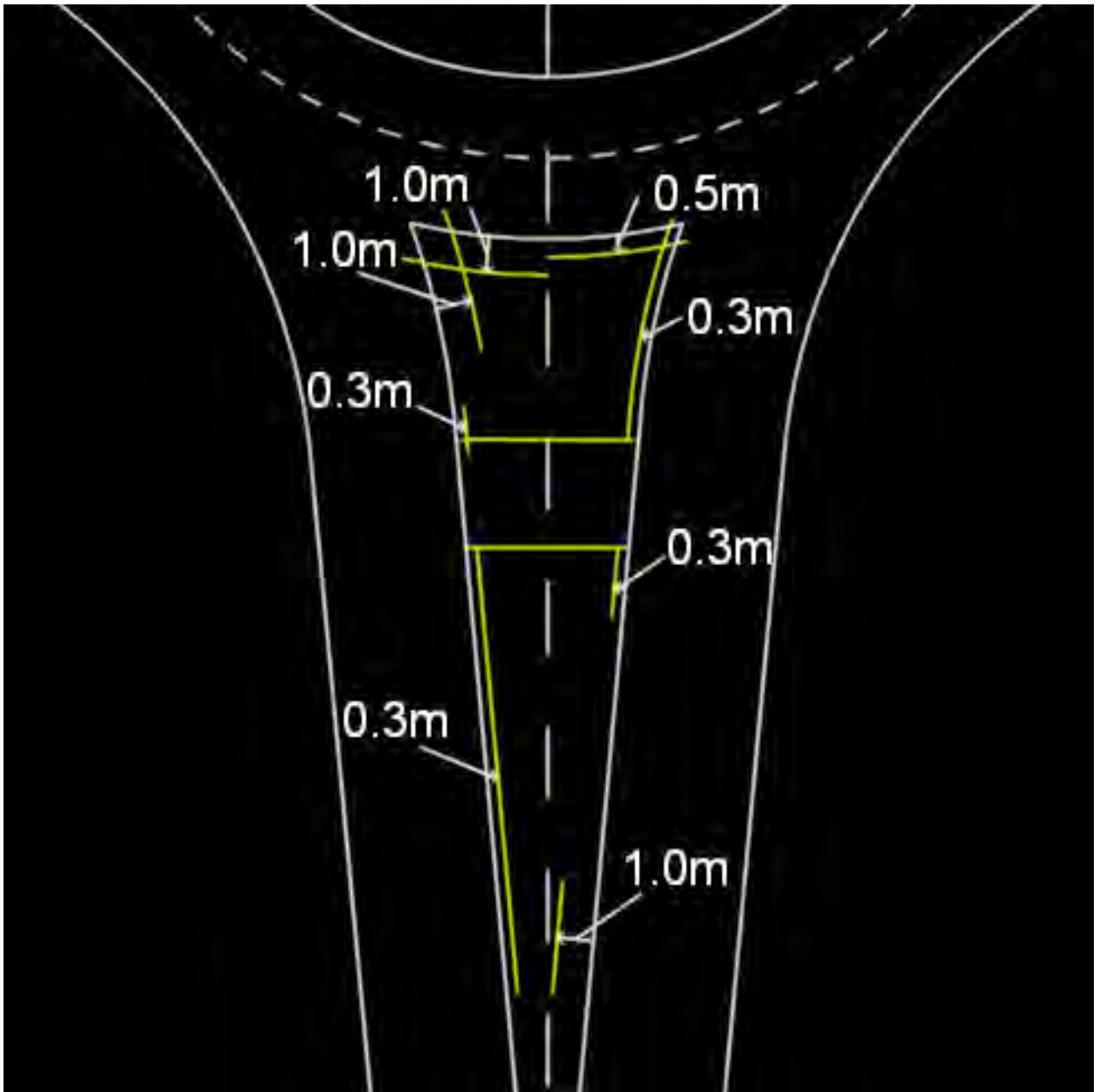


Σχήμα 3.2-3: Εφαρμογή τόξων. (Με κόκκινο είναι το τόξο που εφαρμόσαμε για καλύτερη συναρμογή.)

Η πορεία σχεδιασμού ξεκινάει από το να τηρούνται οι αποστάσεις από τις εξωτερικές οριογραμμές του σχήματος τις οποίες δεν πρέπει να παραβιάσουμε. Κλειδί στον σχεδιασμό είναι η εύρεση της ακριβούς θέσης των κυκλικών εφαπτόμενων τόξων τα οποία αποτελούν οδηγό για την κατασκευή. Στην ουσία το περίγραμμα της νησίδας που κατασκευάζουμε αποτελείται από διαδοχικά εφαπτόμενα μεταξύ τους στοιχεία. Για να τηρηθεί αυτό κρίναμε ότι πρέπει να βρεθεί η ακριβής θέση των κέντρων των εφαπτόμενων τόξων που εμφανίζονται

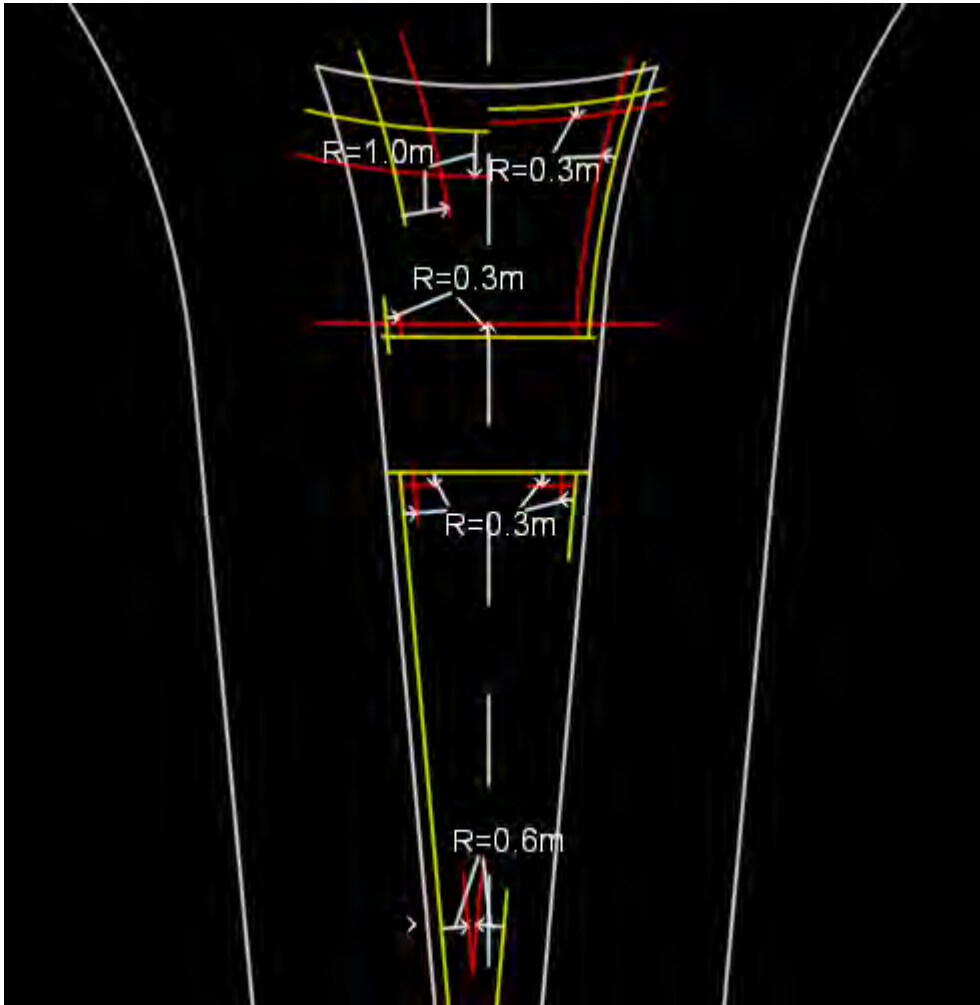
στις γωνίες και στη συνέχεια να χαραχθούν μεταξύ των κύκλων που ανήκουν τα κατάλληλα τμήματα. Πρώτα θέσαμε τα όρια απόστασης από το περίγραμμά όπως ορίζουν οι οδηγίες στο σχήμα 3.1-2. Αυτό έγινε μεταθέτοντας τα εξωτερικά τόξα κατά το προβλεπόμενο. Πιο συγκεκριμένα στο πάνω κομμάτι της νησίδας : Έγινε μετάθεση των τόξων κατά την αντίστοιχη απόκλιση ενώ η κάτω οριζόντια κίτρινη ευθεία χαραχτηκε σε απόσταση 6m από την πάνω οριογραμμή.

Στη συνέχεια φέραμε παράλληλη στην εν λόγω ευθεία απόστασης 3 μέτρων για να είναι η νησίδα προσπελάσιμη. Στο κάτω μέρος της νησίδας έγινε μετάθεση των εξωτερικών οριογραμμών και κάπως έτσι στήθηκε το γεωμετρικό πρόβλημα το οποίο καλούμαστε να επιλύσουμε.



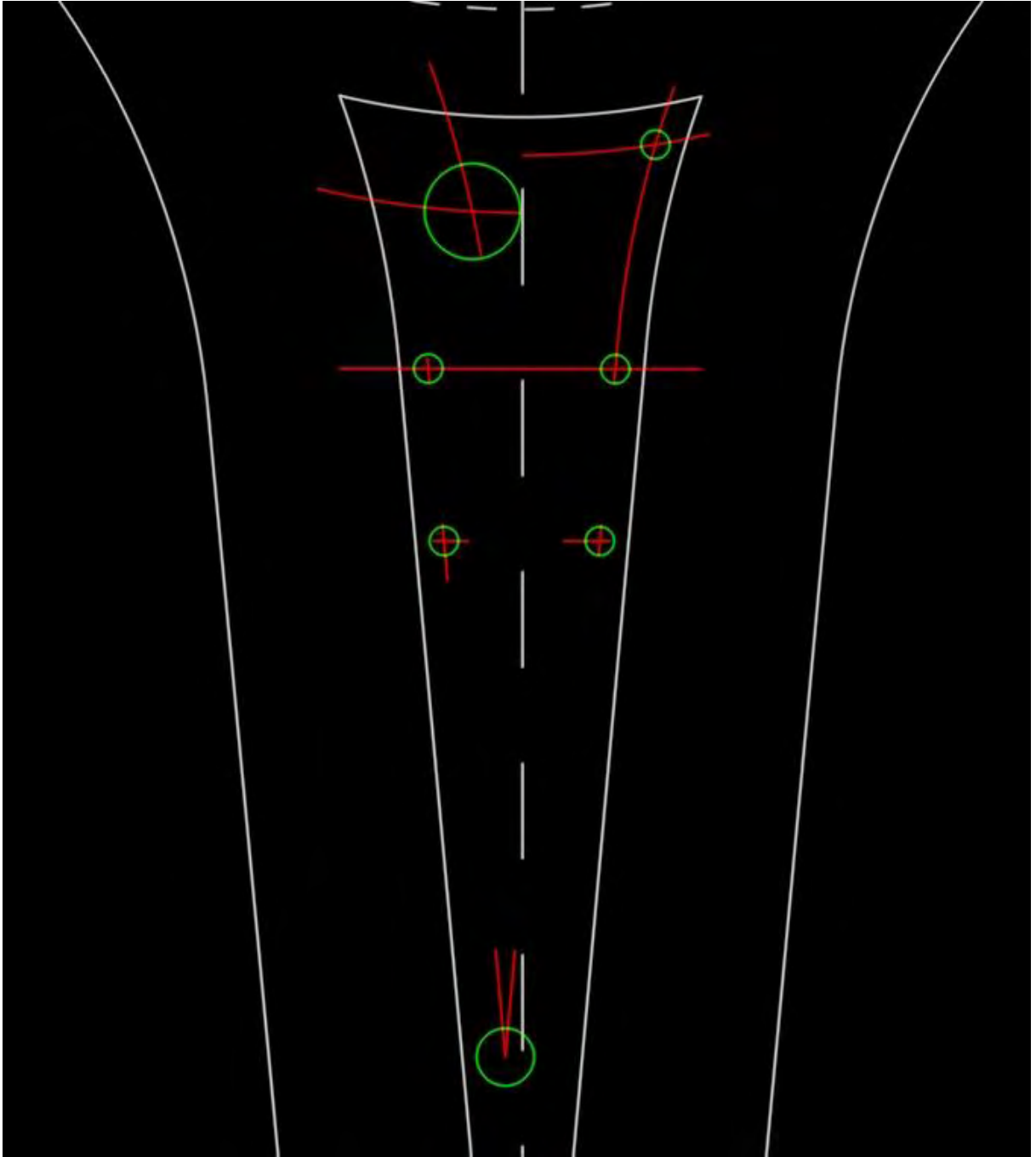
Σχήμα 3.2-4: Δημιουργία ορίων.

Στην συνέχεια πρέπει να τοποθετηθούν οι κύκλοι στους οποίους ανήκουν τα εφαπτόμενα τόξα. Αυτό έγινε μεταθέτοντας τα όρια κατά το μήκος των ακτινών των τόξων που ορίζουν τα σχέδια ΟΜΟΕ ότι πρέπει να εγγράφονται στα αντίστοιχα ευθύγραμμα τμήματα. Βρίσκοντας το σημείο τομής των κόκκινων τόξων και ευθειών παίρνουμε τα κέντρα των τόξων.



Σχήμα 3.2-5: Εύρεση κέντρων κύκλων.

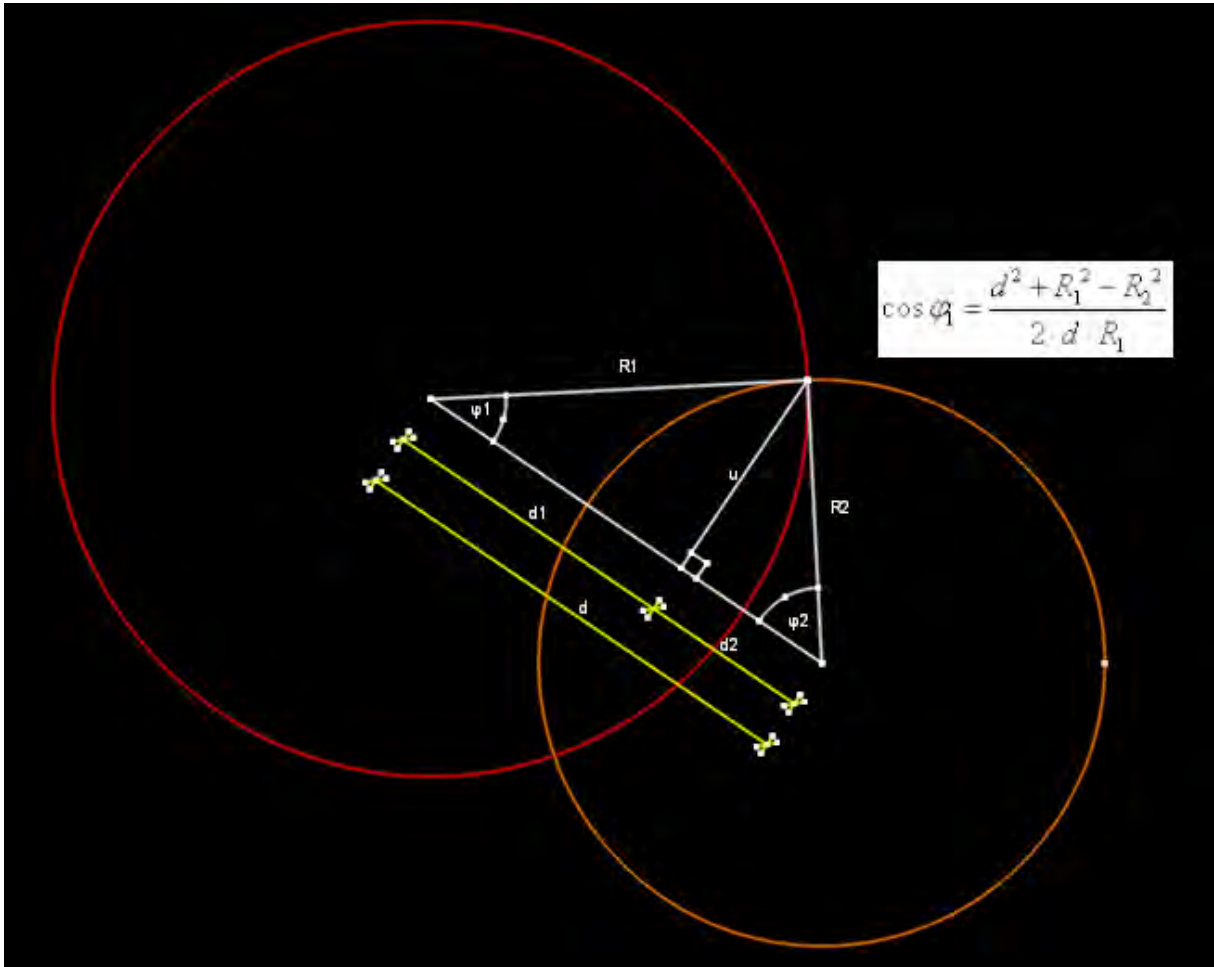
Τοποθετώντας πλέον τους κύκλους με ακτίνα όσο προβλέπουν οι ΟΜΟΕ καταφέραμε να δημιουργήσουμε τις γωνίες της νησίδας. Πλέον το πρόβλημα ανάγεται στο να σχεδιαστούν τα κατάλληλα τμήματα (ευθύγραμμο ή τόξα) ως κοινά εφαπτόμενα μεταξύ των διαδοχικών κύκλων.



Σχήμα 3.2-6: Τοποθέτηση κύκλων.

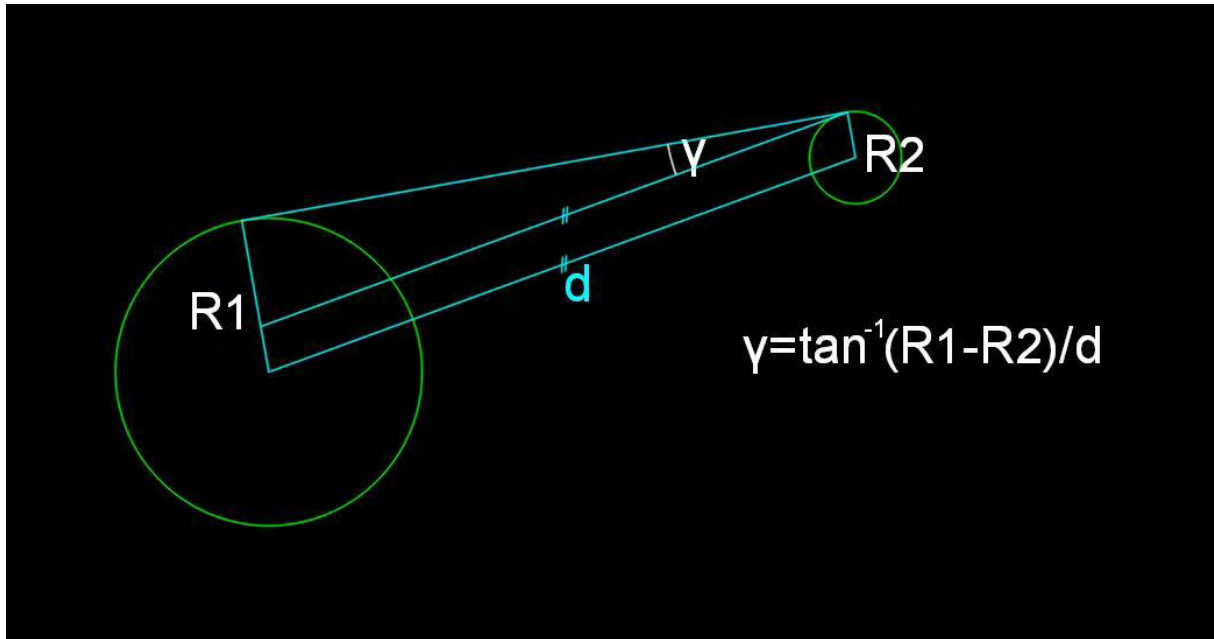
Για την εύρεση του σημείου τομής των κυκλικών τόξων χρησιμοποιήσαμε τον παρακάτω τύπο του οποίου η απόδειξη παρατίθεται στο παράρτημα.

$$\cos \varphi_1 = \frac{d^2 + R_1^2 - R_2^2}{2 \cdot d \cdot R_1} \quad \text{τύπος 3.2-1}$$



Σχήμα 3.2-7: Εύρεση σημείου τομής.

Πλέον πρέπει να φέρουμε τα εφαπτόμενα τμήματα και για να είναι ακριβές αυτό χρειάζεται να ξέρουμε ακριβώς ποια είναι τα άκρα του κάθε τόξου. Για εφαπτόμενο ευθύγραμμο τμήμα από κύκλο σε κύκλο χρησιμοποιήσαμε την εξής γεωμετρική προσέγγιση.

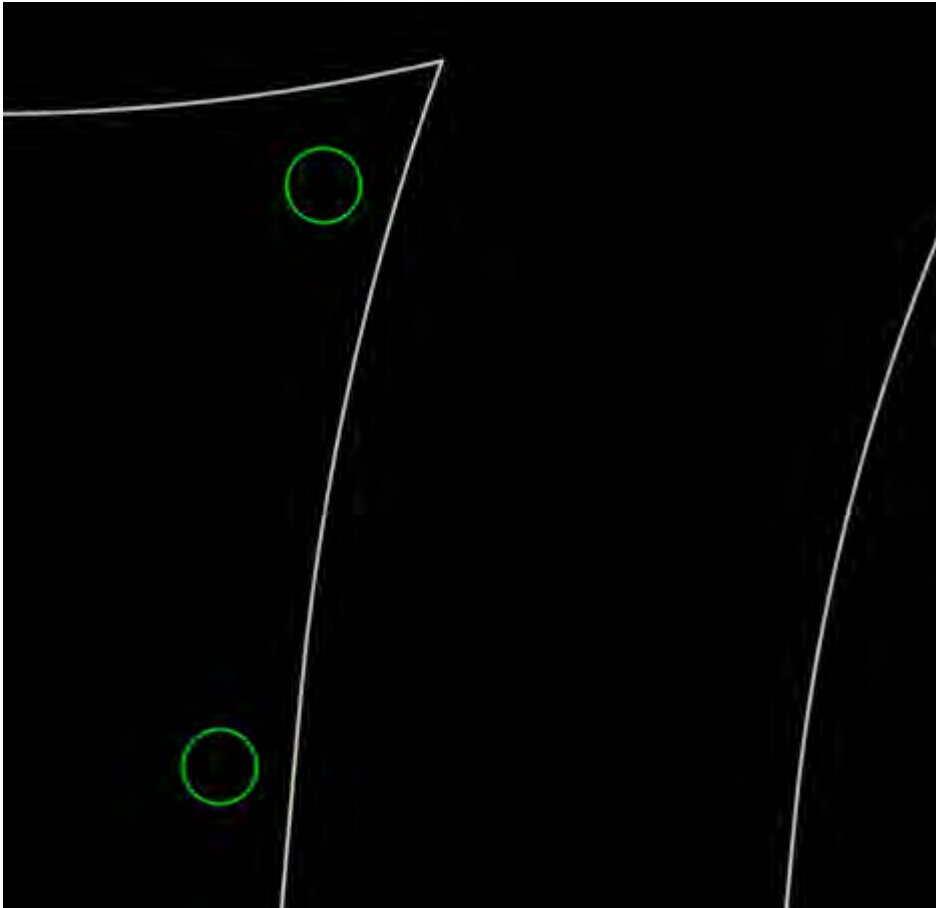


Σχήμα 3.2-8: Εύρεση εφαπτόμενου τμήματος (υπολογίζουμε αντίστροφη συνάρτηση εφαπτομένης)

Βρίσκοντας την γωνία ' γ ' έχουμε αυτόματα και την γωνία του εφαπτόμενου τμήματος στο επίπεδο οπότε φέρνοντας κάθετες σε αυτό τις ακτίνες των 2 κύκλων πετυχαίνουμε την τοποθέτηση της εφαπτομένης.

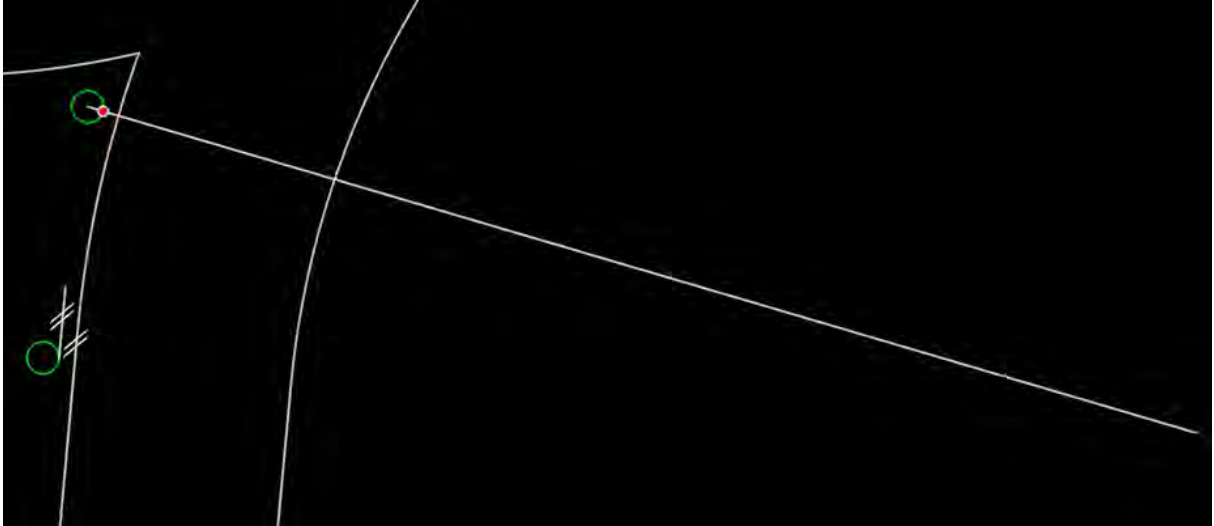
Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουμε ακριβώς τα άκρα των τόξων που θα χρησιμοποιηθούν τα οποία είναι και τα σημεία που εφάπτονται τα τμήματα.

Επόμενη περίπτωση είναι να χρειαστεί να εφάψουμε ένα κυκλικό τόξο ανάμεσα σε 2 κύκλους στο δεξί μέρος της άνω νησίδας. Εδώ έχουμε να κάνουμε με κυκλικό τόξο το οποίο στο κάτω άκρο του συνεχίζει με εφαπτόμενο σε αυτό ευθύγραμμο τμήμα.



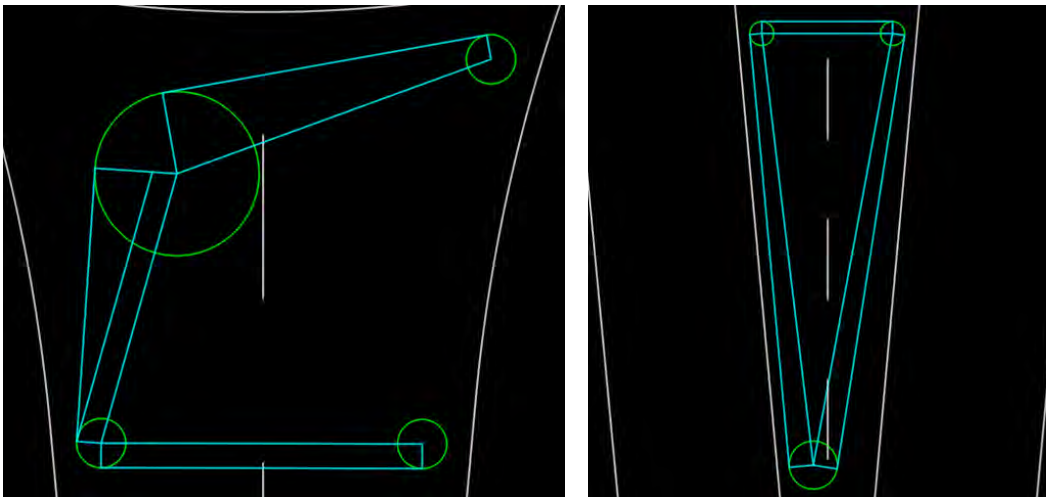
Σχήμα 3.2-9: Πρόβλημα εφαπτόμενου τόξου σε κύκλους.

Εδώ παρατηρούμε ότι το εφαπτόμενο τόξο πρέπει να είναι ομόκεντρο με το τόξο του περιγράμματος, επομένως φέρνοντας την διάκεντρο μεταξύ κύκλου και κέντρου τόξου οριογραμμής βρίσκουμε το σημείο που εφάπτονται τα δυο τόξα. Στον κάτω κύκλο τα πράγματα αλλάζουν καθώς το εξωτερικό τόξο συνεχίζει με εφαπτόμενο ευθύγραμμο τμήμα και επομένως ευθύγραμμο τμήμα θα πρέπει να εφάψουμε και εμείς. Αυτό γίνεται φέρνοντας μια παράλληλη της ευθείας και εφάπτοντας την στον κύκλο.



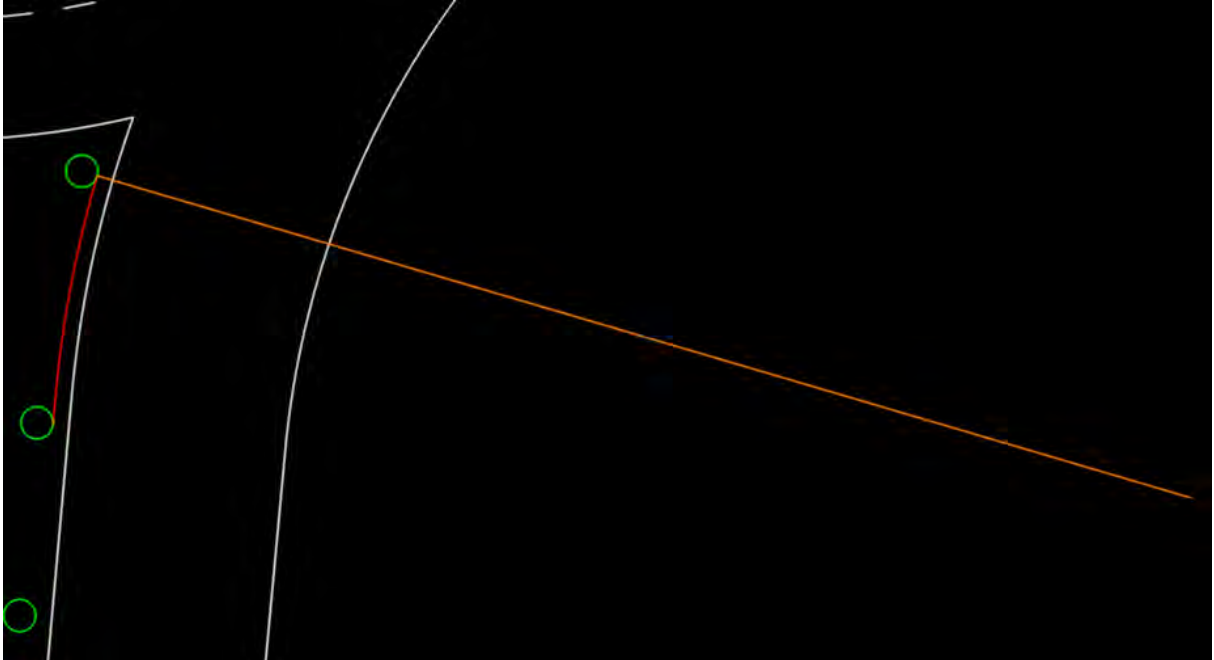
Σχήμα 3.2-10: Εύρεση εφαπτόμενου σημείου μεταξύ κύκλων.

Παραθέτουμε τα εφαπτόμενα ευθύγραμμα τμήματα με την μέθοδο που προαναφέραμε.



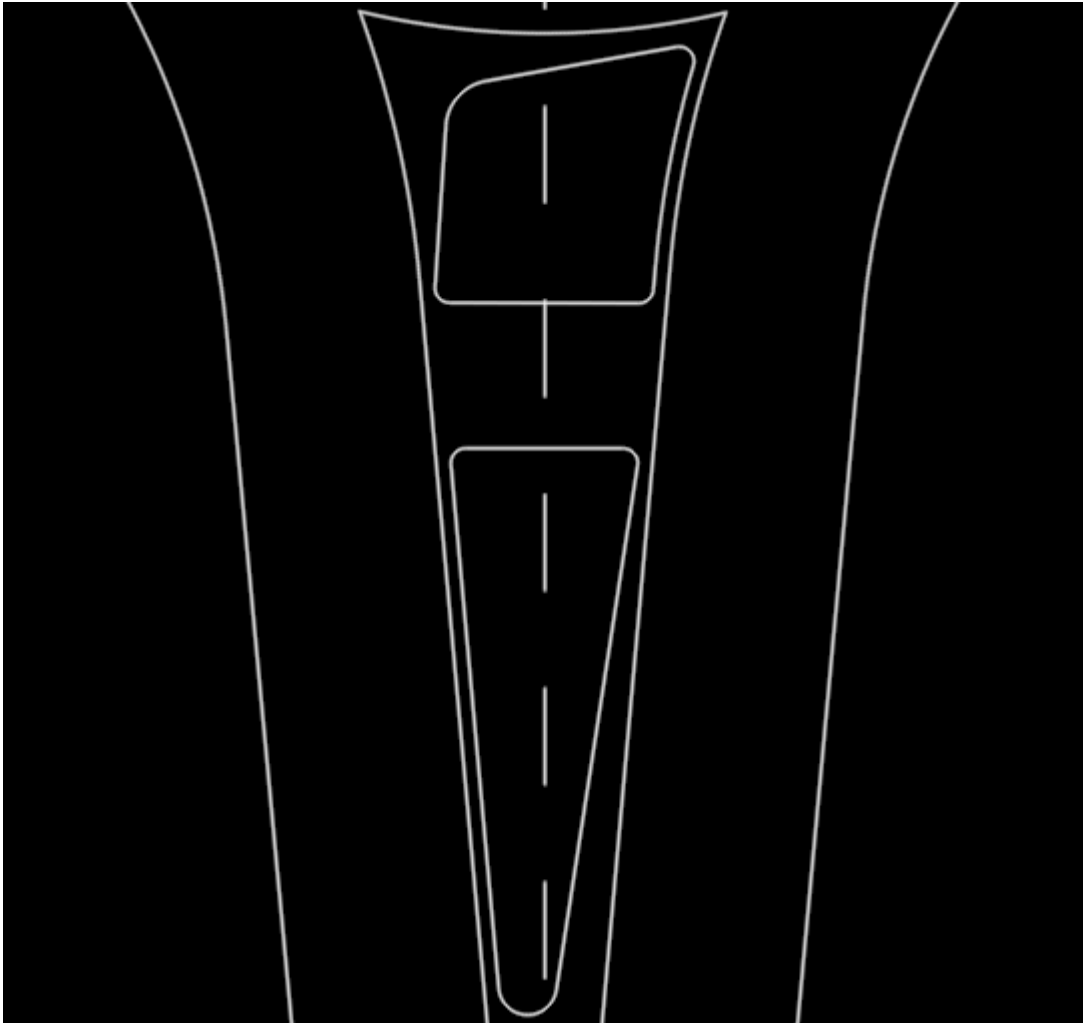
Σχήμα 3.2-11: Τοποθέτηση ευθυγράμμων τμημάτων.

Τέλος τοποθετούμε τα κυκλικά τόξα με κέντρο αυτό των κύκλων που ανήκουν και άκρα αυτά που βρήκαμε από παραπάνω.



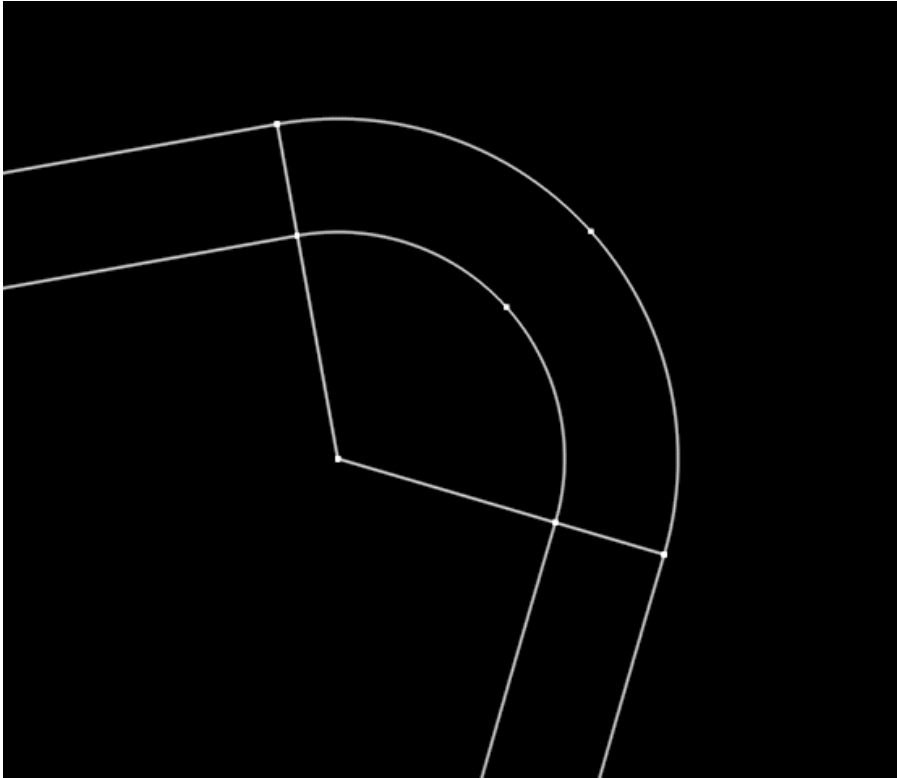
Σχήμα 3.2-12: Τοποθέτηση εφαπτόμενου τόξου.

Η τελική μορφή της νησίδας είναι αυτή που παραθέτουμε παρακάτω.

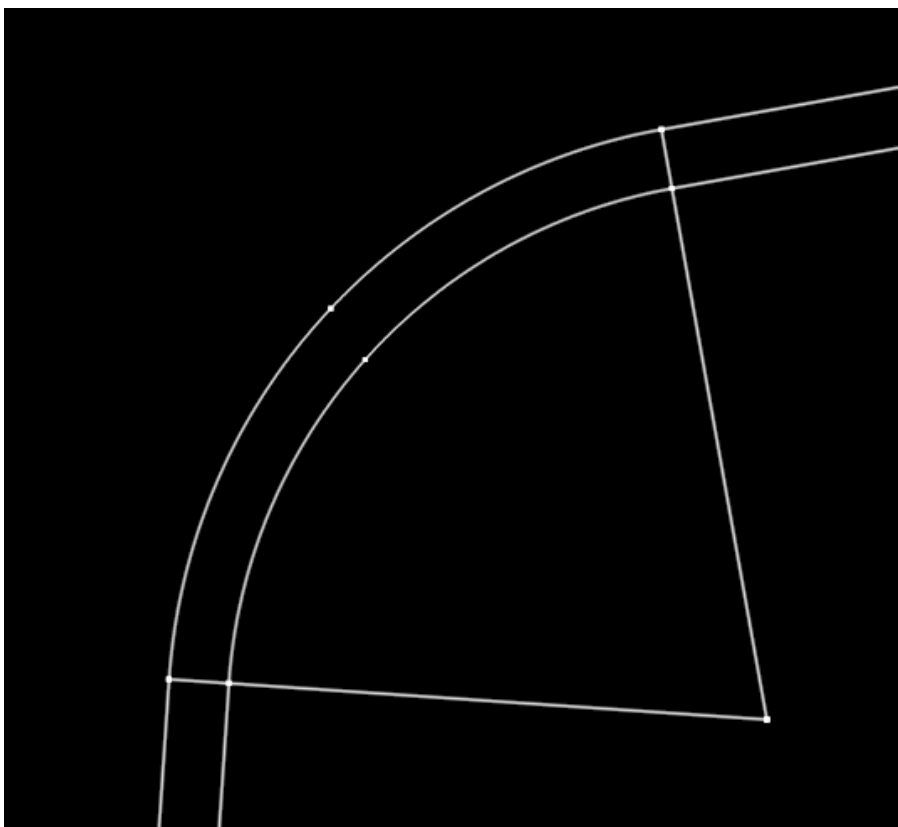


Σχήμα 3.2-13: Τελική μορφή.

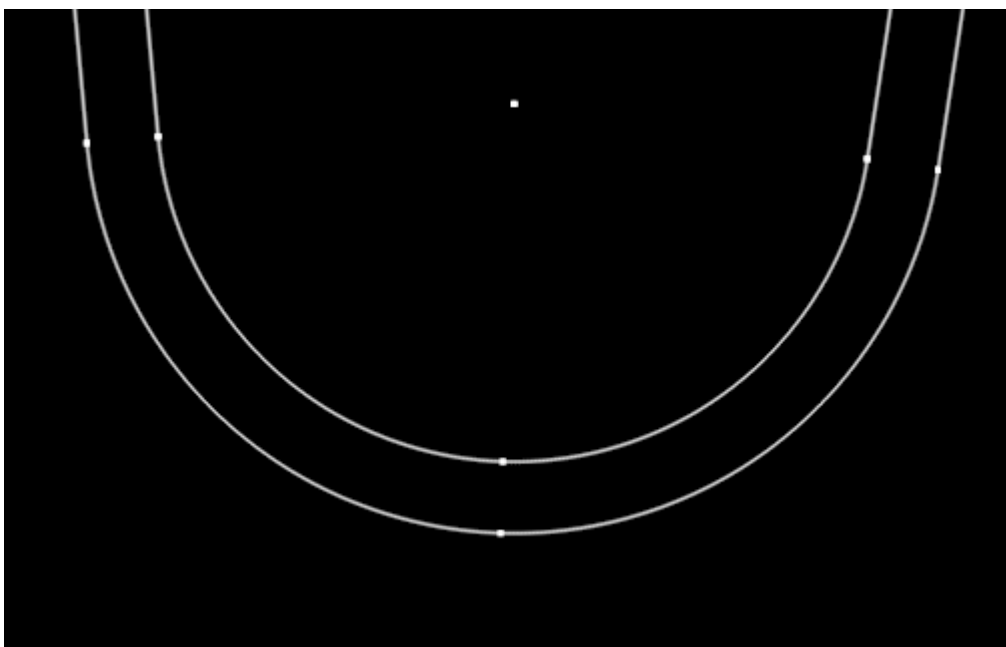
Μεταθέσαμε την νησίδα 0.1m μέσα ώστε να υποδηλώσουμε την ύπαρξη κράσπεδου. Παρατηρήσαμε ότι μειώνοντας τα τόξα κατά 0.1m, η αρχική και τελική γωνία τους δεν άλλαξε και αυτό βοήθησε στην εφαρμογή των εφαπτόμενων τμημάτων, καθώς ενώνοντας διαδοχικά άκρα λαμβάναμε παράλληλα τμήματα με τα αρχικά της νησίδας(βλ. σχήματα 3.2-14,15,16).



Σχήμα 3.2-14 Παρατηρούμε ότι η καθετότητα στην ακτίνα από τα ευθύγραμμα τμήματα παραμένει.

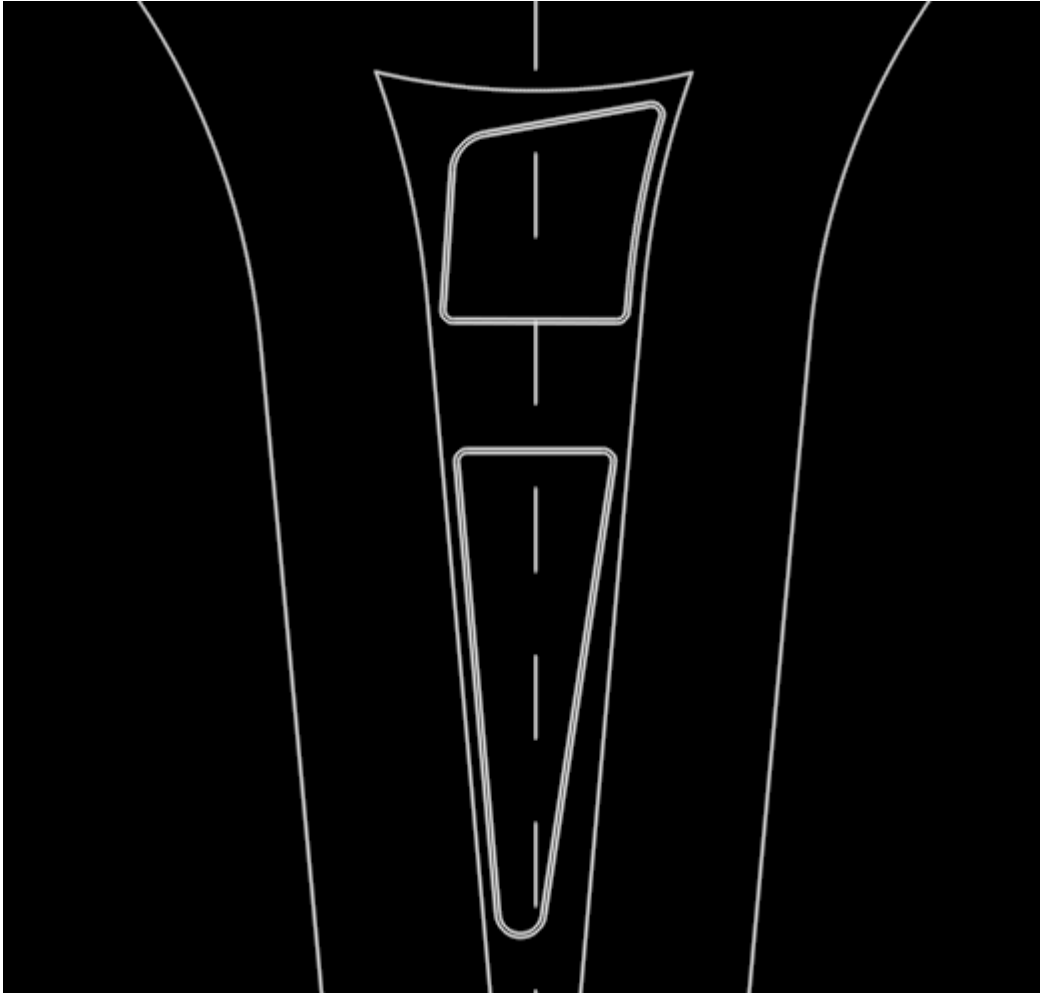


Σχήμα 3.2-15 Διατήρηση καθετότητας.



Σχήμα 3.2-16 Διατήρηση καθετότητας.

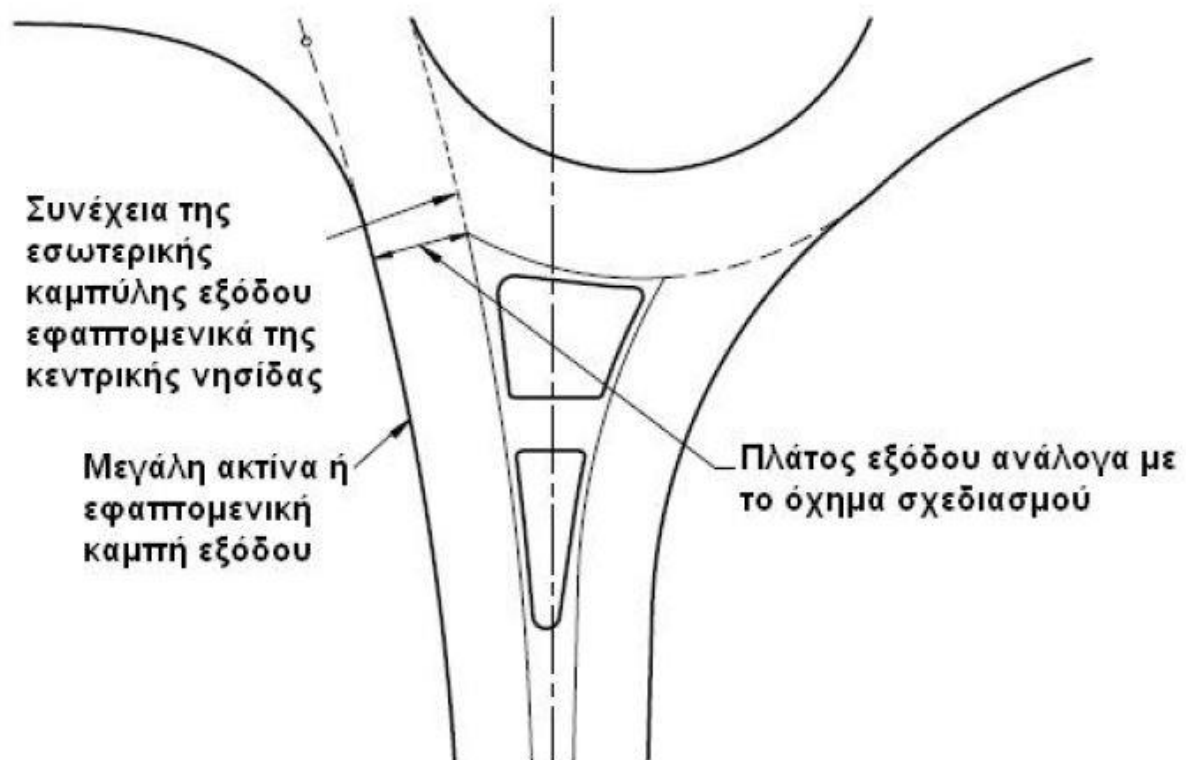
Η τελική μορφή της νησίδας που σχεδιάσαμε παρατίθεται μαζί με την υποδήλωση ύπαρξης κρασπέδου παρακάτω. Τηρεί όλες τις προδιαγραφές που μας δόθηκαν και αποτελεί μια αρκετά προσεγμένη προσέγγιση.



Σχήμα 3.2-17: Τελική μορφή μαζί με μετάθεση 0.1m της νησίδας.

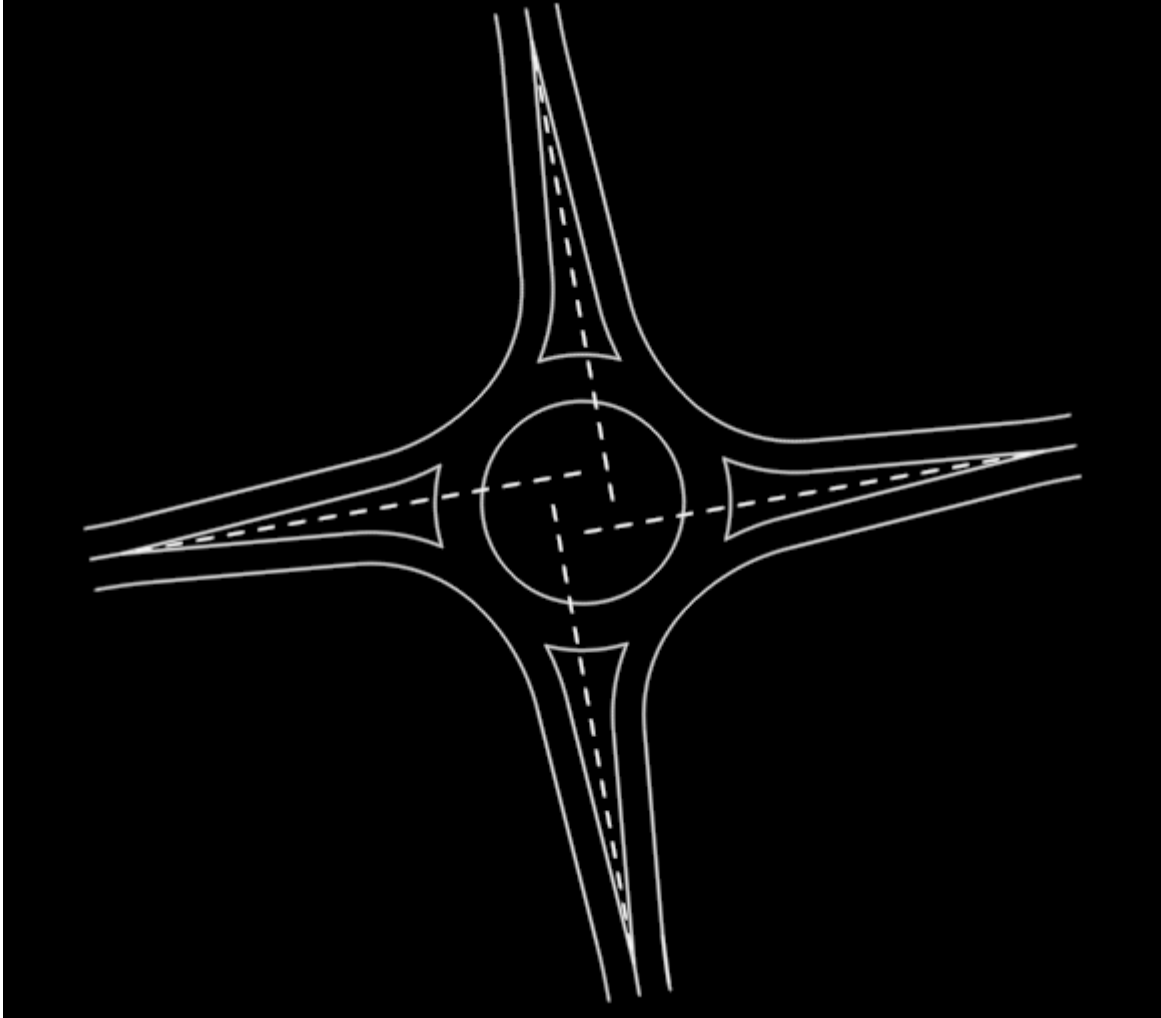
3.3 Κατασκευή νησίδας σε έκκεντρο Κ3

Όμοια διαδικασία ακολουθήθηκε και στην κατασκευή νησίδας σε έκκεντρο κόμβο. Ναι μεν αλλάζει η γεωμετρία του περιγράμματος σε αρκετά σημεία ωστόσο οι βασικές αρχές παραμένουν ίδιες. Τα σχέδια ΟΜΟΕ δεν δίνουν κάποια στοιχεία για την κατασκευή. Αυτό το οποίο πράξαμε εμείς για να προσεγγίσουμε την σχεδίαση νησίδας σε έκκεντρο ήταν να εφαρμόσουμε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τις αποκλίσεις που ορίζουν οι ΟΜΟΕ για τον αξονικό κόμβο.



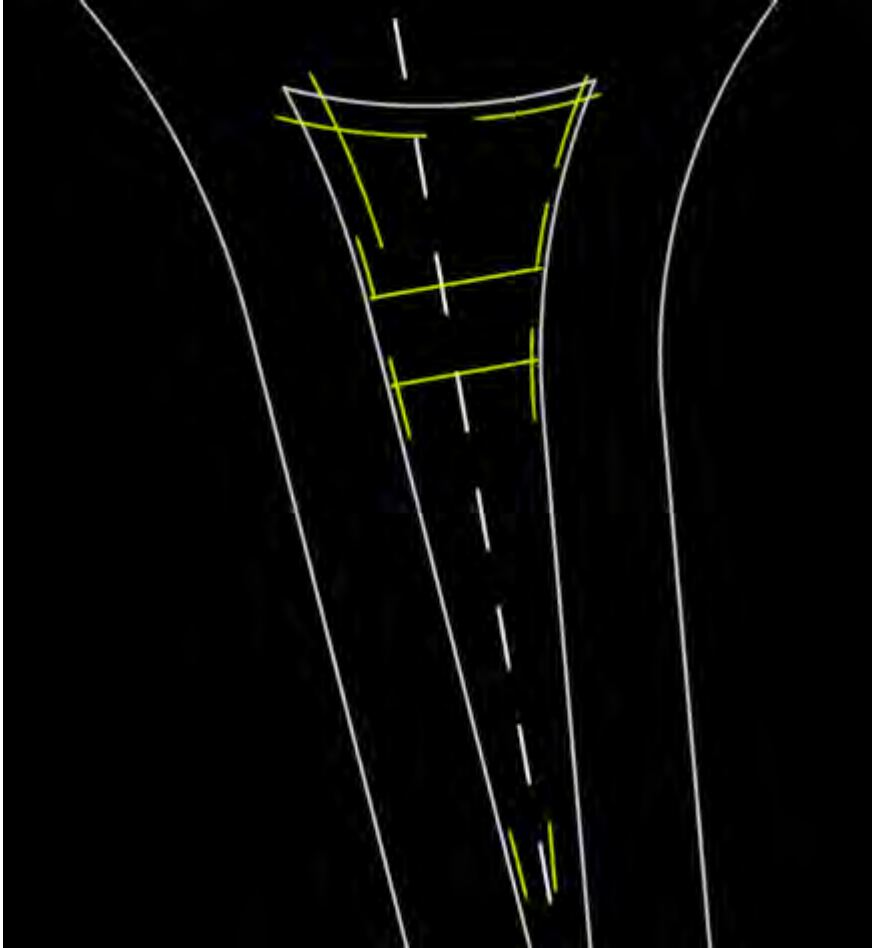
Σχήμα 3.3-1: Παράδειγμα έκκεντρο κόμβου από ΟΜΟΕ.

Αρχίσαμε με βάση έκκεντρο κόμβο από την διπλωματική εργασία ‘ Γεωμετρική Διερεύνηση Κόμβων Κυκλικής Κίνησης’. Επεμβήκαμε στα άκρα των σκελών ούτως ώστε να συγκλίνουν προς το κέντρο με διατήρηση του πλάτους οδοστρώματος στα 4m.



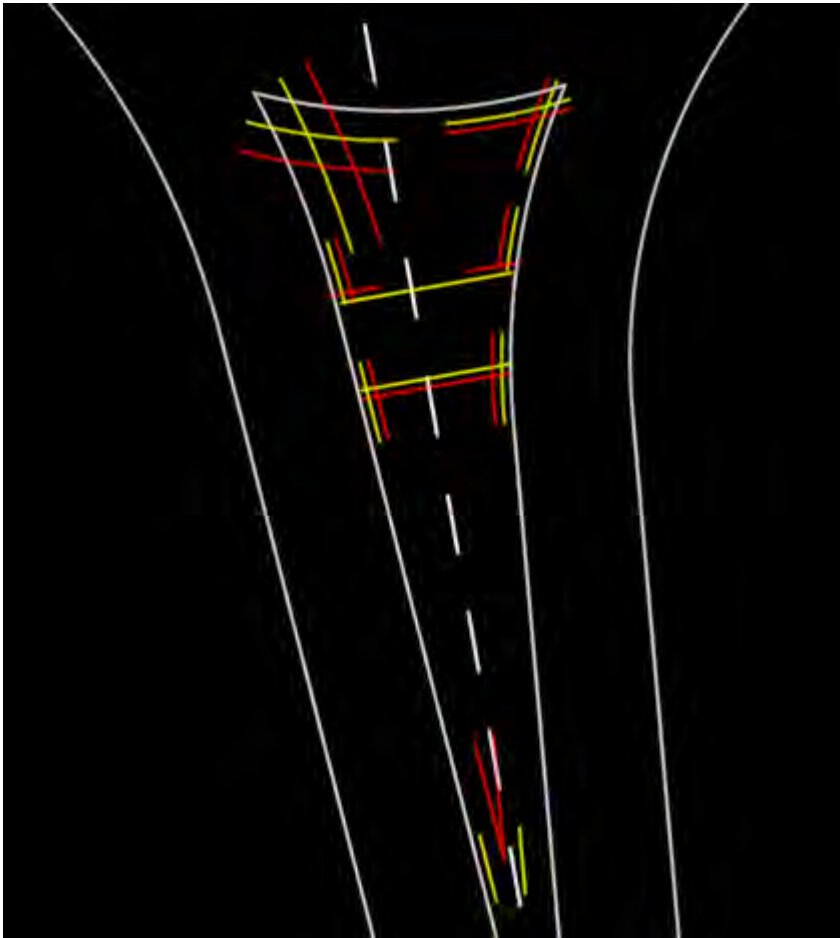
Σχήμα 3.3-2:Σύγκλιση προς τον άξονα κλάδου πρόσβασης.

Ξεκινήσαμε με την μετάθεση των ορίων κατά όσο προβλέπουν οι ΟΜΟΕ. Στο άνω μέρος της νησίδας έχουμε ένα περίγραμμα που αποτελείται από 3 κυκλικά τόξα και ένα ευθύγραμμο τμήμα στο μέρος που η νησίδα είναι προσπελάσιμη.



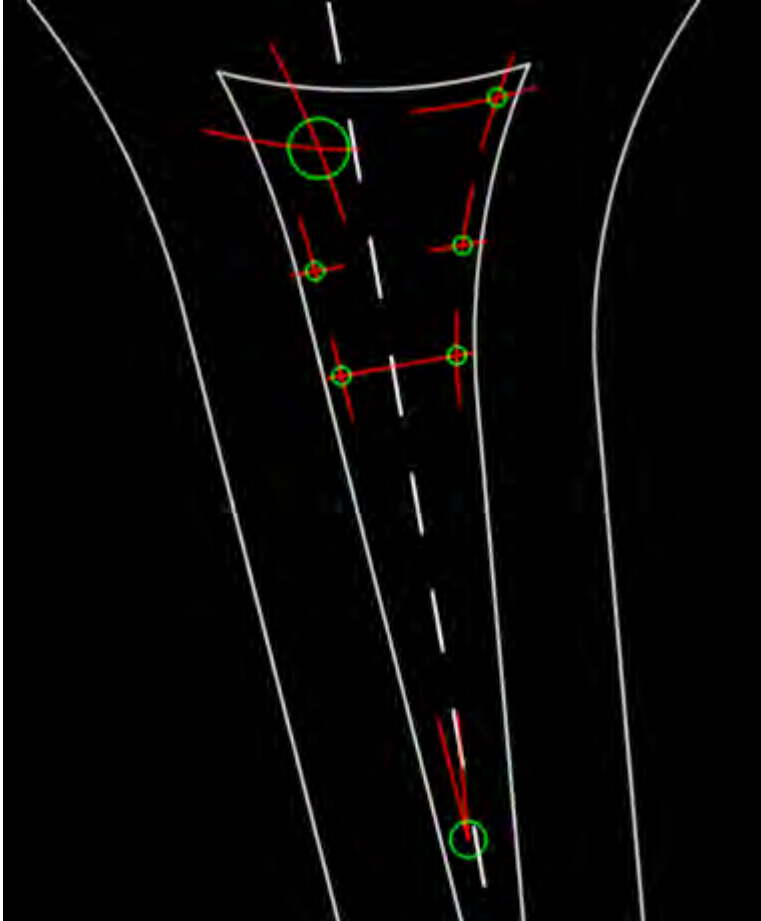
Σχήμα 3.3-3: Δημιουργία ορίων.

Άλλη μια φορά μεταθέσαμε τα κίτρινα τόξα και ευθείες κατά την αντίστοιχη ακτίνα τόξου ούτως ώστε να βρούμε τα κέντρα των κύκλων. Παρατηρούμε ότι όλα τα στοιχεία που έχουμε μεταθέσει είναι όμοια του εξωτερικού περιγράμματος στο οποίο είναι κοντά. Κάπως έτσι εντοπίζονται τα κέντρα των κύκλων που θα τοποθετήσουμε στις γωνίες των νησίδων που σχεδιάζουμε.



Σχήμα 3.3-4: Εύρεση κέντρων κύκλων.

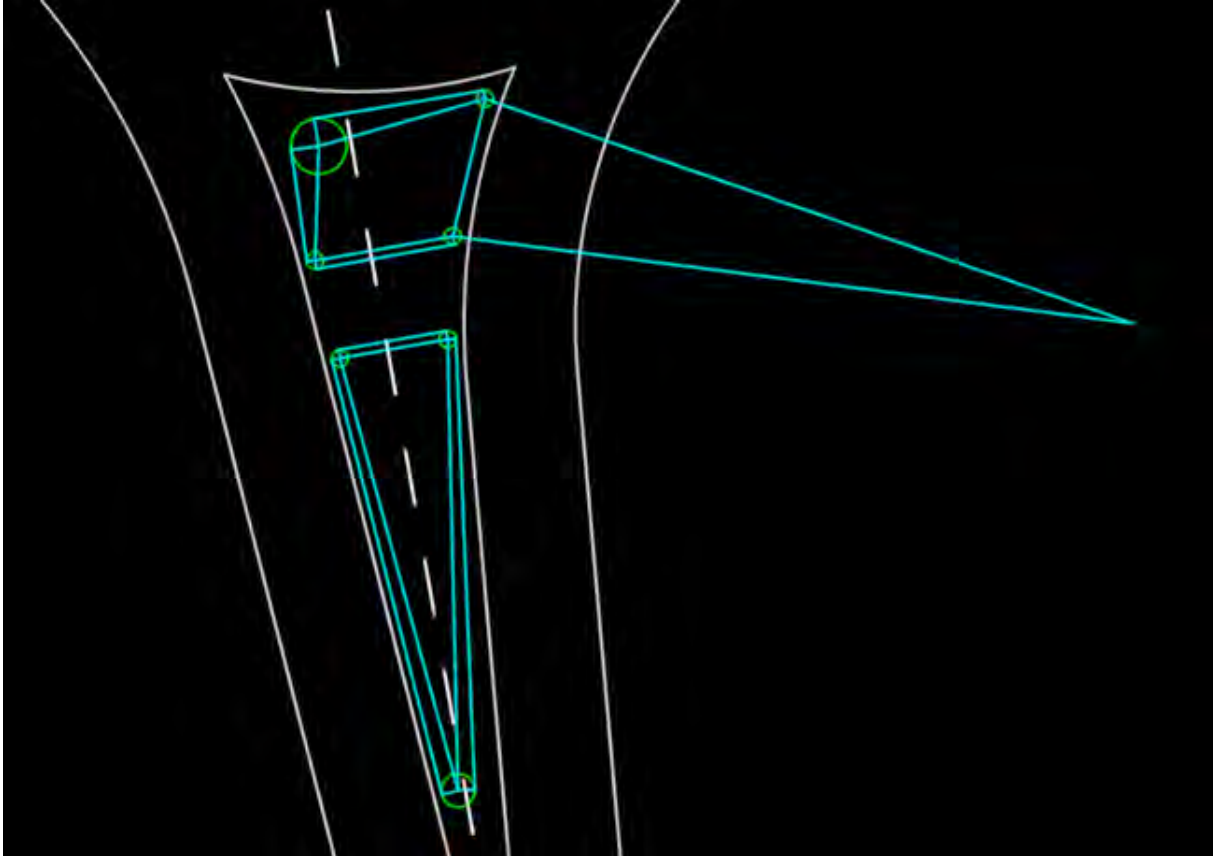
Τοποθετώντας τους κύκλους απομένει η χάραξη των καταλλήλων τμημάτων τα οποία θα αποτελούν κοινές εφαπτομένες μεταξύ των διαδοχικών κύκλων



Σχήμα 3.3-5: Τοποθέτηση κύκλων.

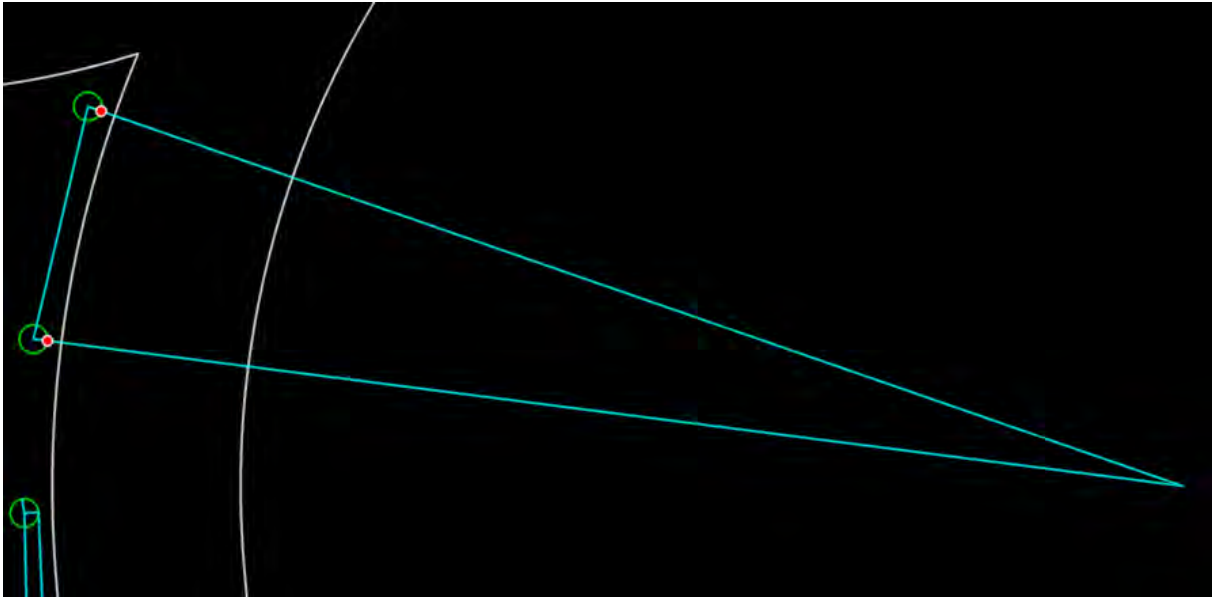
Πάλι πλέον έχουμε να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα χάραξης κοινού εφαπτόμενου τμήματος μεταξύ δυο κύκλων.

Χρησιμοποιώντας τον τύπο της προηγούμενης παραγράφου στήνουμε την επίλυση ως εξής:



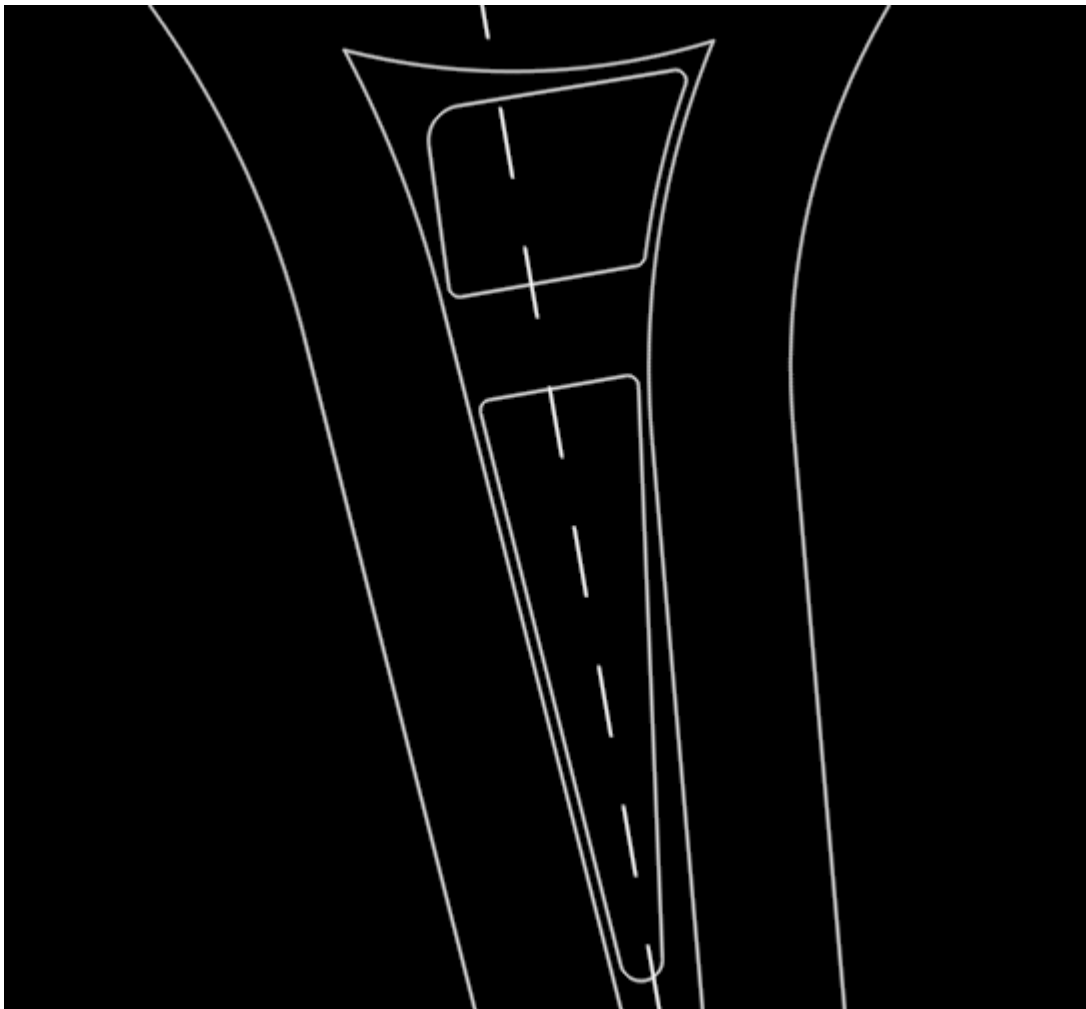
Σχήμα 3.3-6: Τοποθέτηση ευθυγράμμων τμημάτων.

Για το κοινό εφαπτόμενο τόξο μεταξύ των δύο πράσινων κύκλων φέρνουμε διακέντρους και βρίσκουμε τα σημεία επαφής (εμφανίζονται στο παρακάτω σχήμα με κόκκινο).



Σχήμα 3.3-7: Τοποθέτηση εφαπτόμενου τόξου.

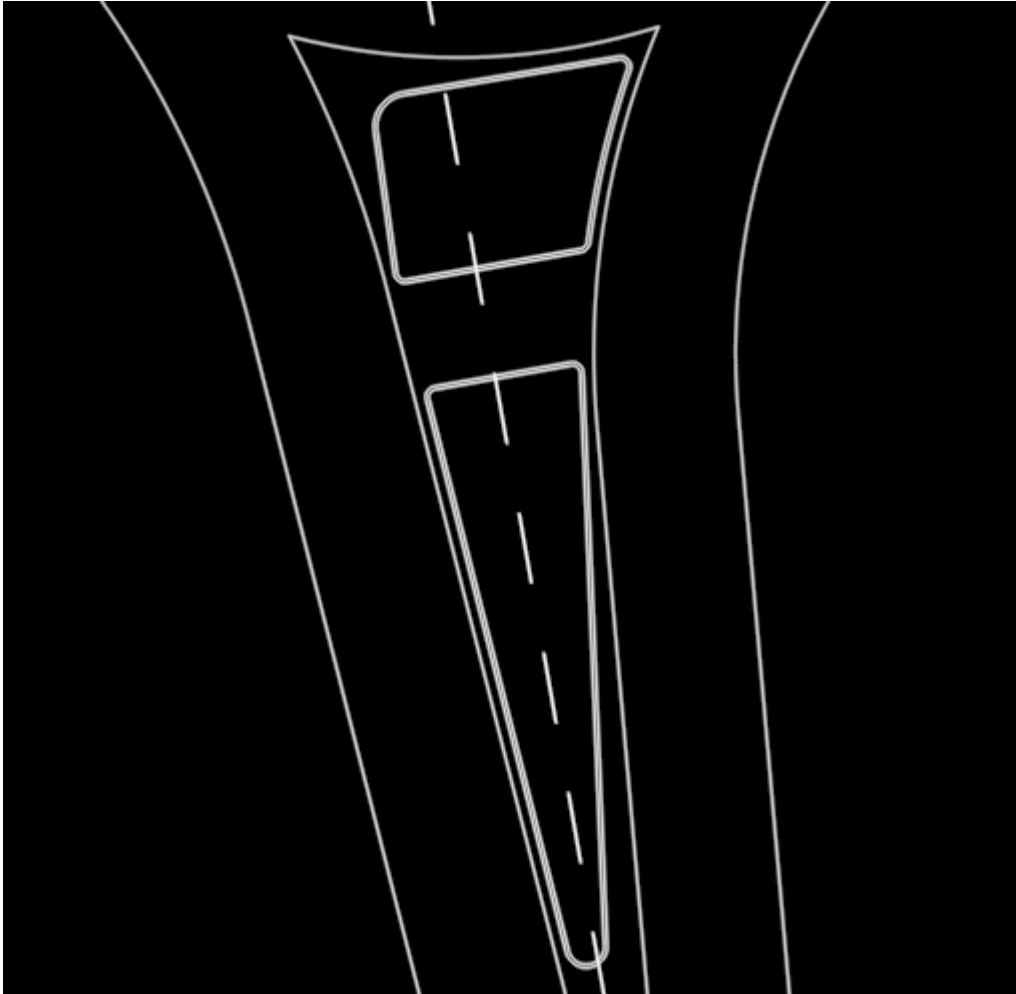
Επομένως με την ένωση των εφαπτόμενων τμημάτων και του εφαπτόμενου τόξου καταλήξαμε στον σχεδιασμό της νησίδας έκκεντρου κόμβου.



Σχήμα 3.3-8:Τελική μορφή.

Θεωρείται ορθή προσέγγιση σχεδιασμού καθώς πληρούνται όλα όσα επιτάσσουν τα σχέδια ΟΜΟΕ και έχουν μορφή η οποία συναντάται και στην πραγματικότητα.

Μειώνοντας τα τόξα κατά 0.1m παίρνουμε και την μετάθεση της νησίδας δημιουργώντας το κράσπεδο.



Σχήμα 3.3-9: Τελική μορφή μαζί με μετάθεση 0.1m της νησίδας.

Κεφάλαιο 4 Άλλες προδιαγραφές Κ3

4.1 Γενικά

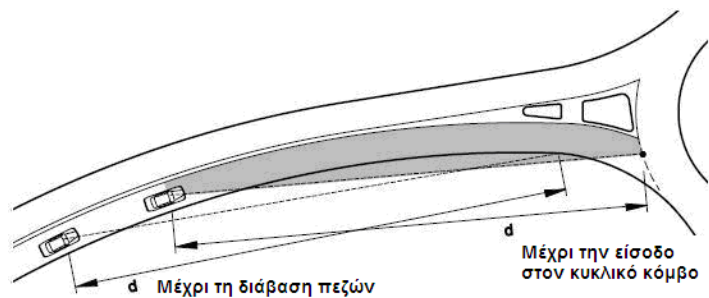
Στην σχεδίαση ενός Κ3 μεγάλο ρολό έχει η μετέπειτα χρησιμοποίηση του κόμβου από τους χρήστες. Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετηθούν : το στοιχείο της ορατότητας από πλευράς των οδηγών, ο οδοφωτισμός του κόμβου, η χρησιμοποίηση του από πεζούς – μη μηχανοκίνητα οχήματα – ΑΜΕΑ αλλά και η αισθητική – τοπιοτεχνία του κόμβου. Έστω και ένα από αυτά τα στοιχεία να μην ικανοποιείται μπορεί να αλλάξει τον αρχικό σχεδιασμό του κόμβου.

4.2 Ορατότητα

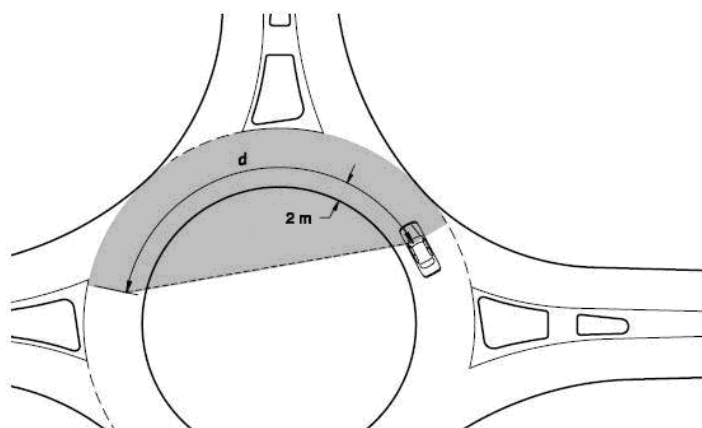
Οι οδηγοί θα πρέπει (με την κατάλληλη σήμανση και τη δυνατότητα κατόπτευσης) να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τη διάταξη του ακολουθεί στην πορεία τους, να εκτιμήσουν πιθανές αιτίες για στάση, να αποφασίσουν το χειρισμό που θα πραγματοποιήσουν και να εκτελέσουν την απόφασή τους. Για αυτή τη διαδικασία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

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

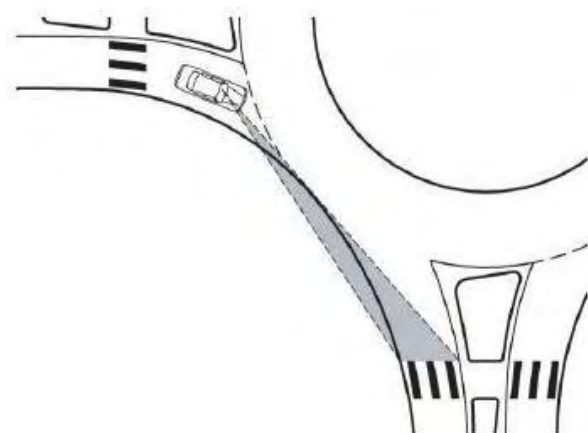
- κατά την προσέγγιση του κόμβου (βλ. Σχήμα 4.2-1)
- κατά την κυκλική πορεία επί του δακτυλίου (βλ. Σχήμα 4.2-2)
- κατά την προσέγγιση της διάβασης πεζών στην έξοδο (βλ. Σχήμα 4.2-3)



Σχήμα 4.2-1: Μήκη ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον Κ3



Σχήμα 4.2-2: Μήκος ορατότητας για στάση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας



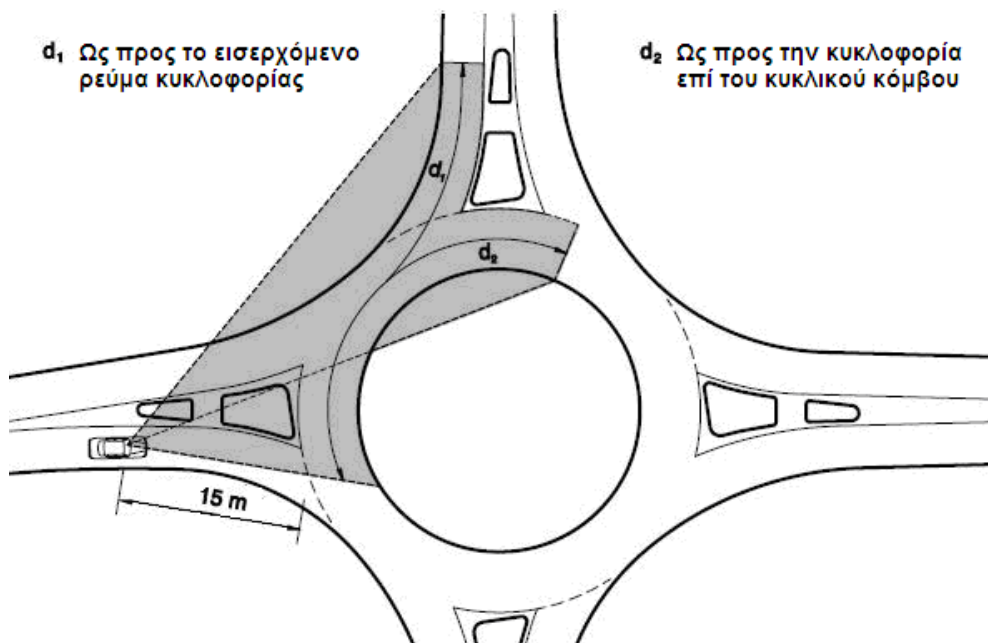
Σχήμα 4.2-3: Μήκος ορατότητας για στάση μέχρι τη διάβαση πεζών της εξόδου

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

Ταχύτητα (km/h)	15	25	30	40	50
Απόσταση Ορατότητας (m)	20	30	40	50	60

Πίνακας 4.2-1: Απόσταση ορατότητας ανάλογα της ταχύτητας κίνησης

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



Σχήμα 4.2-4: Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας

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

Το μήκος των τόξων d_1 και d_2 , (βλ. Σχήμα 4.2-4), υπολογίζεται με βάση τις ταχύτητες κίνησης των επερχόμενων οχημάτων, από τις ακόλουθες εξισώσεις:

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

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

[Εξισώσεις 4.2-1]

Όπου:

d_1 [m] : μήκος ορατότητας για το σκέλος εισόδου

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

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

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

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

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

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

Με την παραδοχή χρονικού διακένου 5 s και τη χρήση των προηγούμενων εξισώσεων 4.2-1 υπολογισμού προκύπτουν οι ακόλουθοι πίνακες για τα μήκη των σκελών των τριγώνων ορατότητας.

Ταχύτητα επερχόμενης κυκλοφορίας (km/h)	20	25	30	35	40
Απόσταση Ορατότητας (m)	28	35	42	49	56

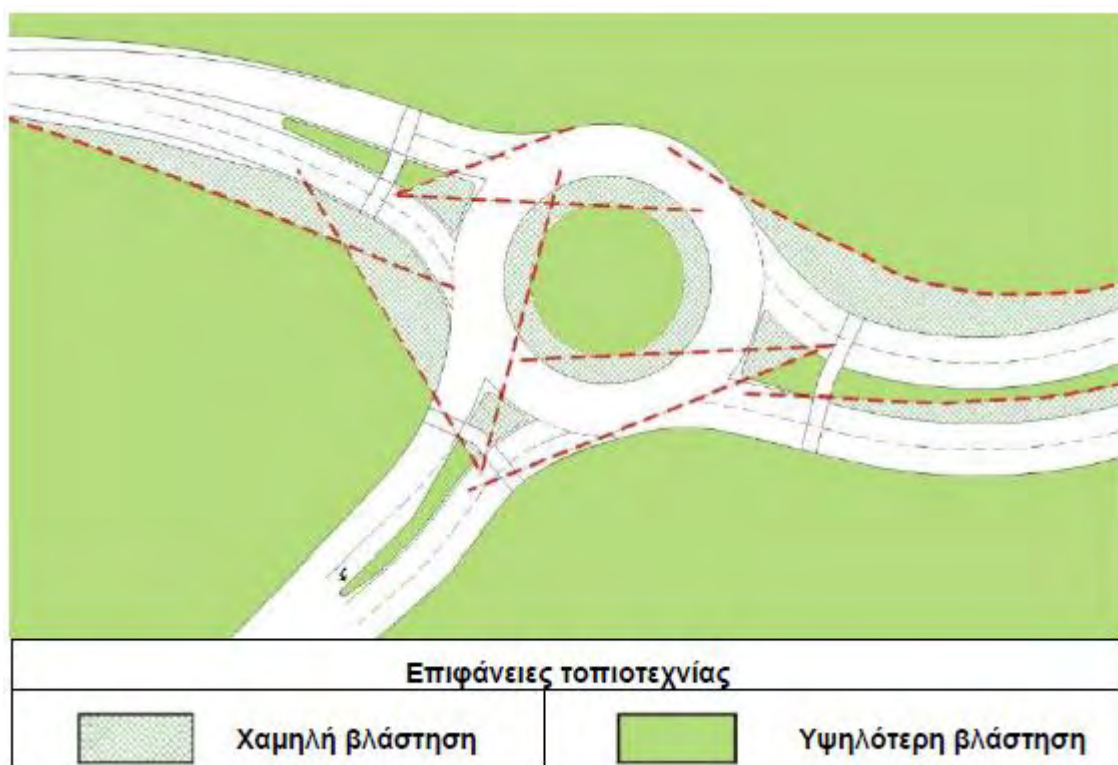
Πίνακας 4.2-2: Ελάχιστα μήκη πλευρών τριγώνων ορατότητας.

Στο τέλος του υπολογισμού όλων των απαραίτητων αποστάσεων και επιφανειών ορατότητας θα πρέπει να διαμορφωθεί ένα ενιαίο σχέδιο σύνθεσής τους. Έτσι προκύπτει ένα σχεδιάγραμμα των επιφανειών στις οποίες υπάρχει δυνατότητα διαμόρφωσης περιβάλλοντος με χαμηλά ή και υψηλά οπτικά εμπόδια, όπως φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 4.2-5.

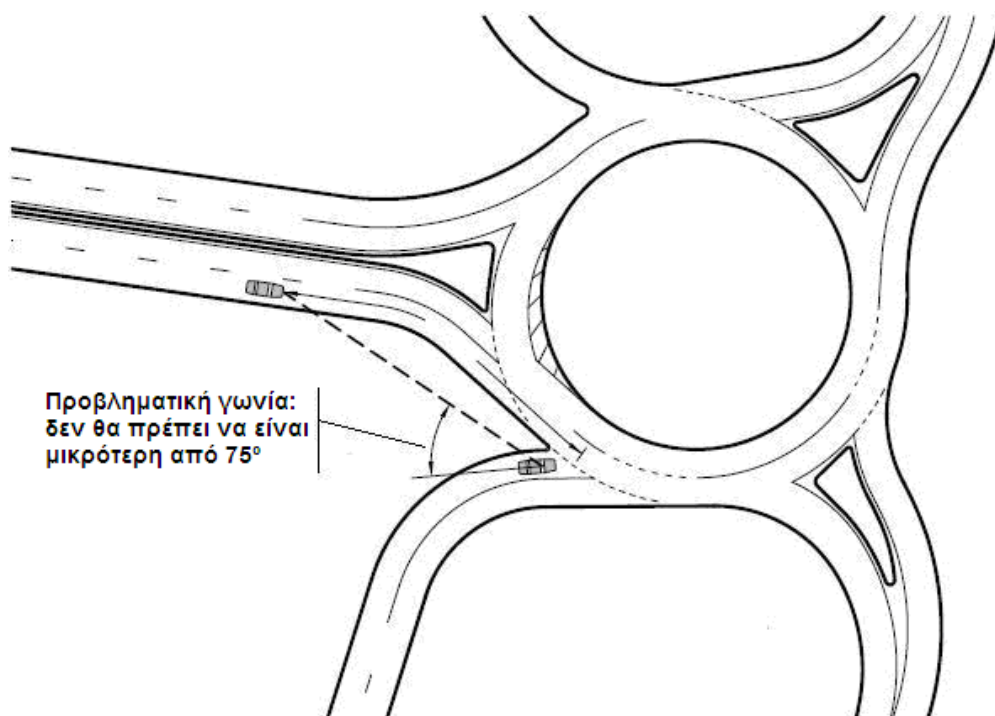
Η γωνία εισόδου στον Κ3 θα πρέπει να διαμορφώνεται κατάλληλα και για λόγους ορατότητας, πέραν των αναγκών για ρύθμιση της ταχύτητας, άνεση και ασφάλεια στην κίνηση. Οι πολύ μικρές γωνίες δυσκολεύουν τους οδηγούς, επειδή χρειάζεται να στρέψουν πολύ την κεφαλή τους για να κατοπτρεύσουν τα οχήματα που εισέρχονται από την αμέσως επόμενη πρόσβαση. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι ο οδηγός μπορεί να κατοπτρεύσει (χωρίς υπερβολική προσπάθεια) πεδίο γωνίας μέχρι 112° , που σχηματίζεται από τον άξονα του οχήματος προς τα αριστερά του. Μια προβληματική και μια διορθωμένη περίπτωση Κ3 ως προς τη γωνία πρόσβασης απεικονίζονται στα επόμενα Σχήματα 4.2-6 και 4.2-7.

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

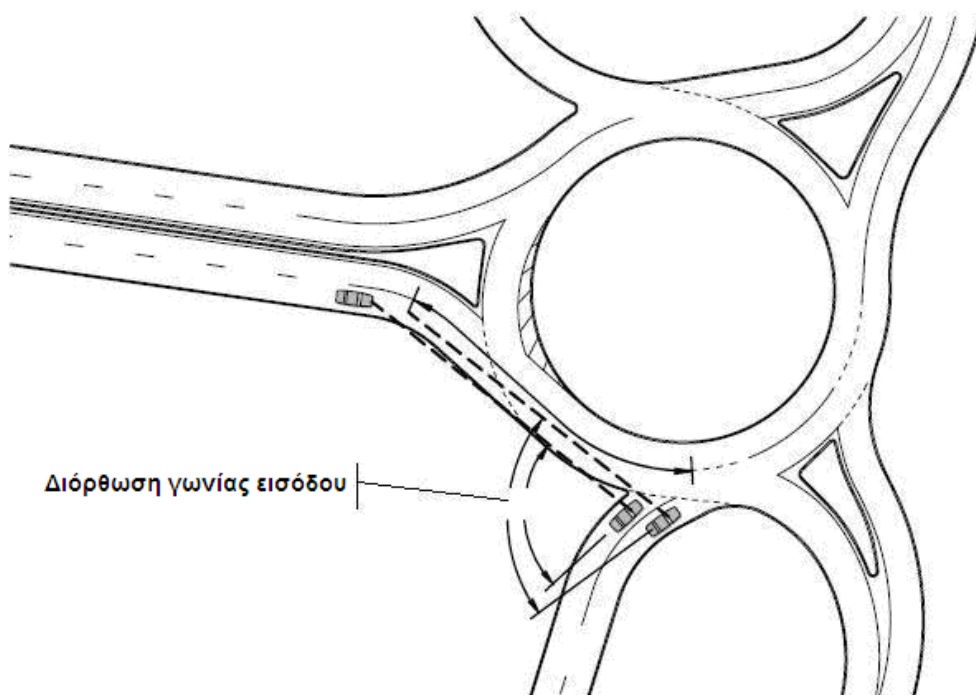
Η τοποθέτηση πινακίδων P-1 του ΚΟΚ δεν απαλλάσσει από την υποχρέωση (το Μελετητή και την Υπηρεσία) για τη διάθεση επαρκούς ελεύθερης ζώνης, ώστε να υπάρχει η ελάχιστη απαιτούμενη ορατότητα, προκειμένου να καλύπτεται και η περίπτωση κατά την οποία ένας οδηγός παραβιάζει τις ρυθμιστικές πινακίδες.



Σχήμα 4.2-5: Παράδειγμα σύνθεσης επιφανειών ορατότητας σε Κ3



Σχήμα 4.2-6: Προβληματική γωνία εισόδου (<75°)

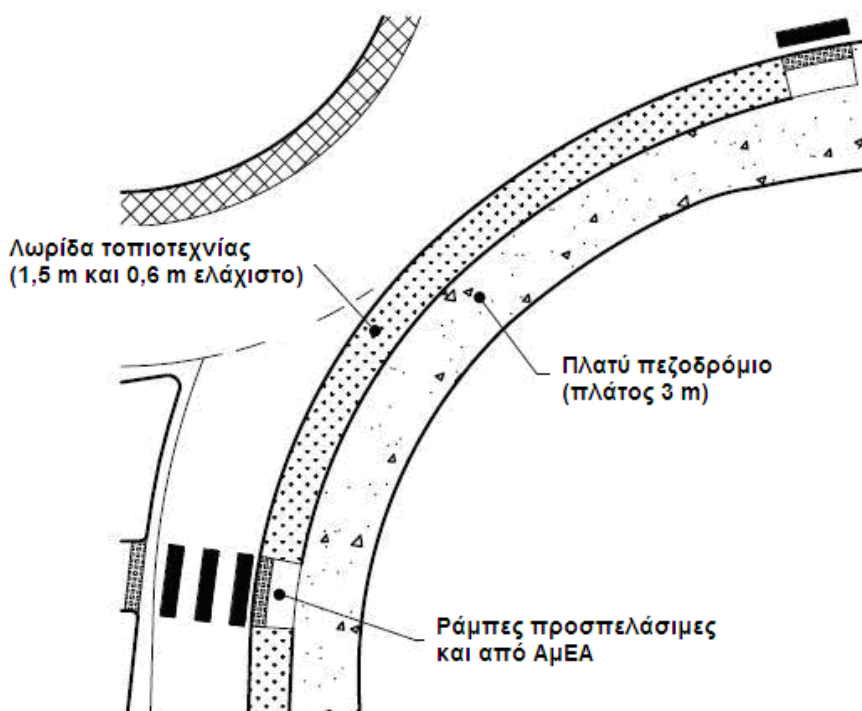


Σχήμα 4.2-7: Διορθωμένη γωνία εισόδου (>75°)

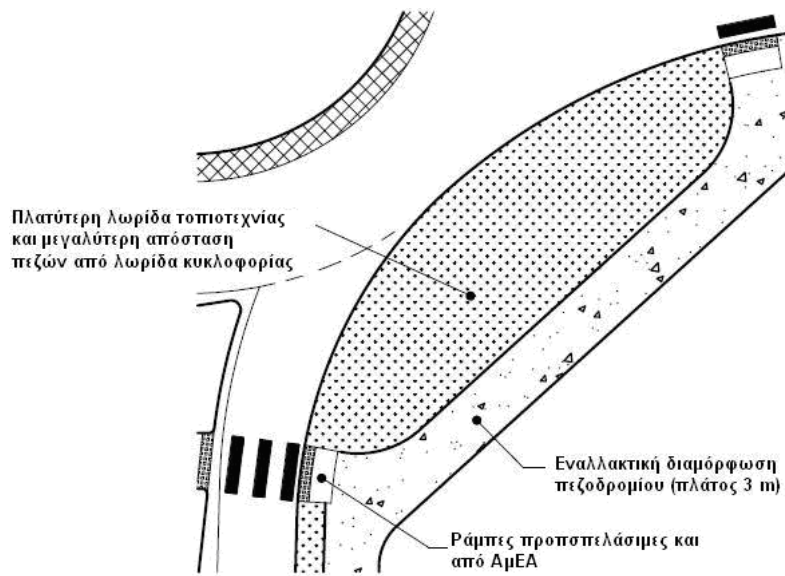
4.3 Πεζοδιαβάσεις

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

Το πεζοδρόμιο θα πρέπει να έχει πλάτος τουλάχιστον 3,0 m και να απέχει από το άκρο του οδοστρώματος του δακτυλίου κυκλοφορίας τουλάχιστον 0,6 m, ή καλύτερα περισσότερο από 1,5 m (βλ. επόμενα Σχήματα 4.3-1, 4.3-2 και Εικόνα 4.3-1).



Σχήμα 4.3-1: Διαμόρφωση πεζοδρομίου στην περίμετρο του Κ3 (προτιμότερη είναι αυτή του επόμενου σχήματος)



Σχήμα 4.3-2: Διαμορφώσεις πεζοδρομίου με μεγαλύτερες διαστάσεις στην περιφέρεια του Κ3 (προτιμώμενη διαμόρφωση, εφόσον υπάρχει χώρος)



Εικόνα 4.3-1: Λωρίδα τοπιοτεχνίας μεταξύ λωρίδας κυκλοφορίας και περιμετρικού πεζοδρομίου

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

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

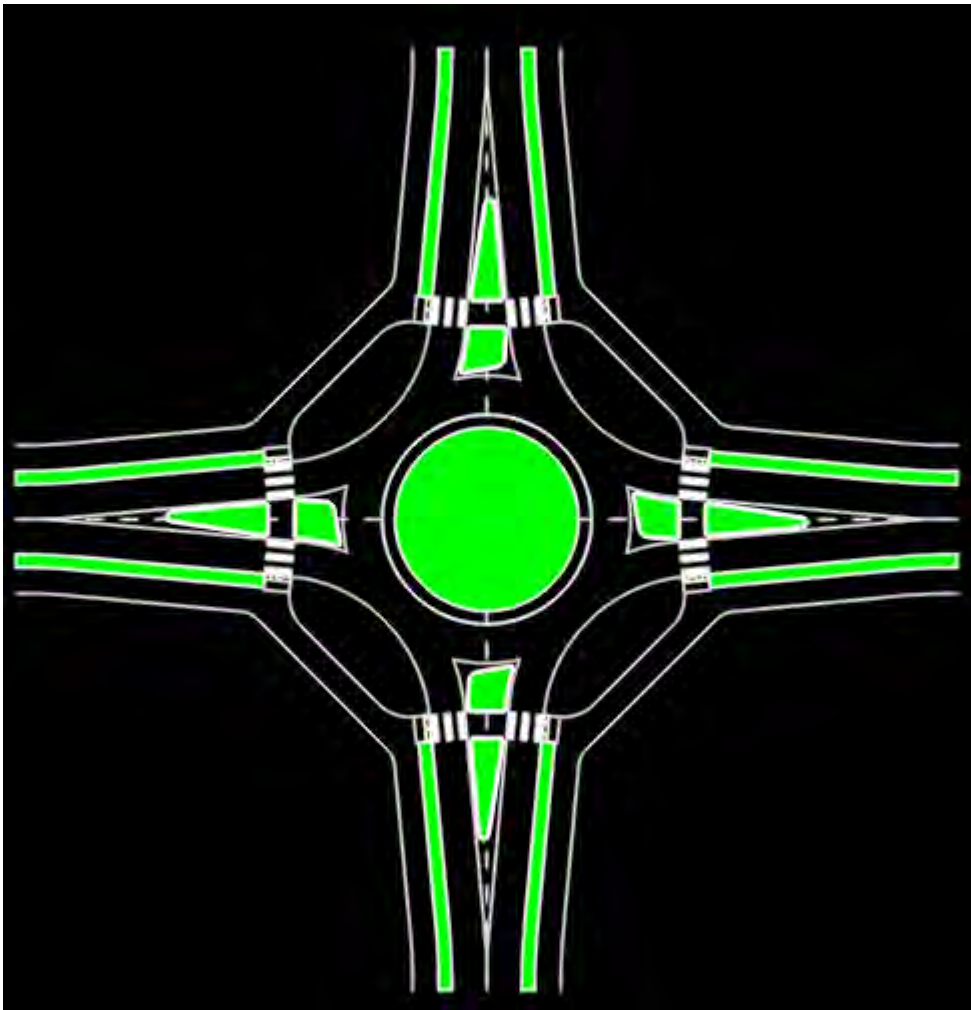


Σχήμα 4.3-3: Πεζοδιαβάσεις κάθετες στις οριογραμμές του κλάδου (επιτυγχάνουν μικρότερη διανυόμενη απόσταση από τον πεζό επί του οδοστρώματος, προτιμώμενη διάταξη).

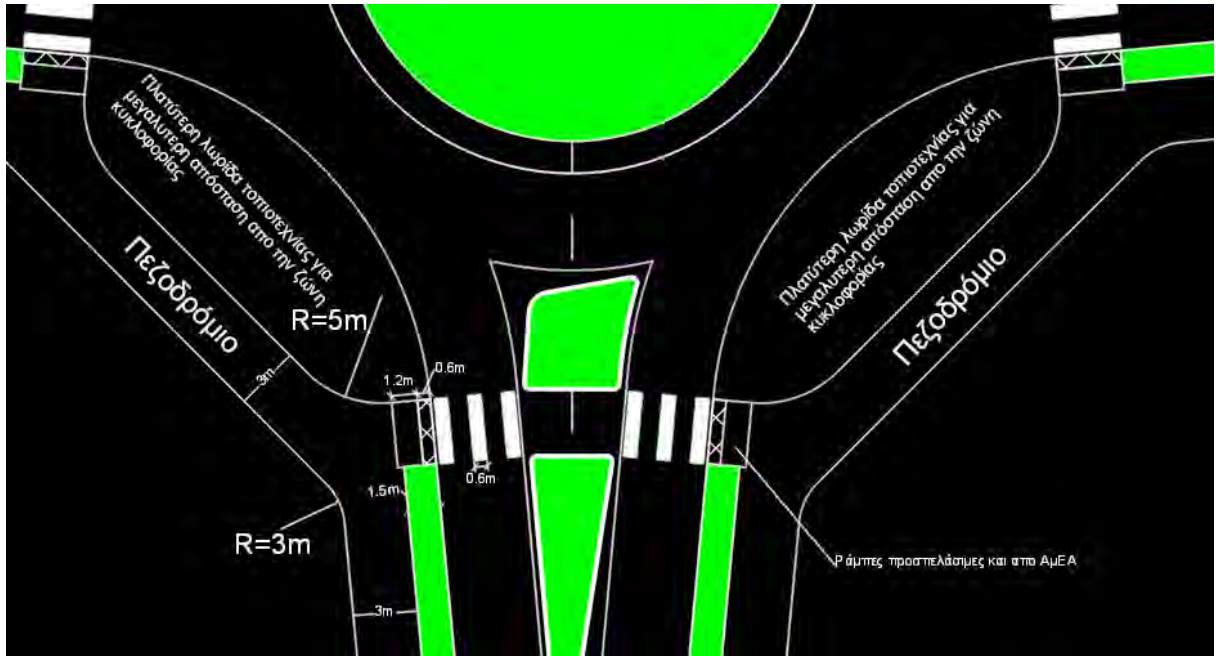


Σχήμα 4.3-4: Πεζοδιαβάσεις ευθυγραμμισμένες κάθετα στον κεντρικό άξονα του κλάδου (μη προτιμώμενη διάταξη).

Κρίναμε ότι μπορούμε με βάση όσα παραθέσαμε παραπάνω να δώσουμε μια πρόταση σχεδιασμού πεζοδιάβασης και την εφαρμόσαμε στον κόμβο που επεξεργαστήκαμε. Στο σχέδιο διακρίνονται εμφανώς, πέραν των γεωμετρικών μεγεθών που χρησιμοποιήσαμε και που βοηθούν σαν οδηγός για μια ορθολογική σχεδίαση, ότι οι πεζοδιαβάσεις είναι κάθετες στις οριογραμμές του κλάδου, ότι υπάρχει πλατύτερη λωρίδα τοπιτοτεχνίας για μεγαλύτερη απόσταση του πεζοδρομίου από τον δακτύλιο κυκλοφορίας, καθώς και τοποθέτηση ράμπας για ΑμεΕΑ.



Σχήμα 4.3-5: Διαμόρφωση κόμβου με εφαρμογή πεζοδιαβάσεων και πεζοδρομίων.



Σχήμα 4.3-6: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν

4.4 Οδοφωτισμός σε Κ3

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

Γενικά, συνιστώνται τα ακόλουθα:

- Ο συνολικός φωτισμός του κόμβου θα πρέπει να είναι περίπου ίσος με το άθροισμα των επιπέδων φωτισμού των συμβαλλουσών οδών
- Αν δεν υπάρχει συνεχής φωτισμός στις οδούς πρόσβασης θα πρέπει να παρέχεται κατά μήκος αυτών μεταβατικός φωτισμός για να επιτρέπει την ομαλή προσαρμογή του οδηγού κατά την πρόσβαση στον Κ3
- Η διασφάλιση επαρκούς φωτισμού στην κορυφή της νησίδας διαχωρισμού, σε όλα τα σημεία εμπλοκής, όπου η κυκλοφορία εισέρχεται στο ρεύμα κυκλικής κίνησης και σε όλα τα σημεία όπου η κυκλοφορία αποχωρίζεται προς την έξοδο
- Η διασφάλιση επαρκούς φωτισμού στις πεζοδιαβάσεις και στις τυχόν περιοχές συγχώνευσης των ποδηλάτων με την κυκλοφορία των οχημάτων
- Η λήψη προληπτικών μέτρων, ώστε να μην προκαλείται όχληση από το φωτισμό σε γειτνιάζουσες ιδιοκτησίες
- Η διασφάλιση επαρκούς φωτισμού των υπερυψωμένων νησίδων.

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

Λειτουργική κατάταξη συμβαλλομένων οδών	Μέσο επίπεδο φωτισμού στο οδόστρωμα, ανάλογα με την κατηγορία περιοχής πεζών						
	Υψηλή		Μέση		Χαμηλή		Εμέση/Εελάχιστη
	cd/m2	Lux	cd/m2	Lux	cd/m2	Lux	
Κύρια/Κύρια	3,4	34,0	2,6	26,0	1,8	18,0	3:1
Κύρια/Συλλεκτήρια	2,9	29,0	2,2	22,0	1,5	15,0	3:1
Κύρια/Τοπική	2,6	26,0	2,0	20,0	1,3	13,0	3:1
Συλλεκτήρια/Συλλεκτήρια	2,4	24,0	1,8	18,0	1,2	12,0	4:1
Συλλεκτήρια/Τοπική	2,1	21,0	1,6	16,0	1,0	10,0	4:1
Τοπική/Τοπική	1,8	18,0	1,4	14,0	0,8	8,0	6:1

Πίνακας 4.4-1: Επίπεδα φωτισμού ανάλογα της κατάταξης συμβαλλομένων οδών και κατηγορίας περιοχής πεζών.

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

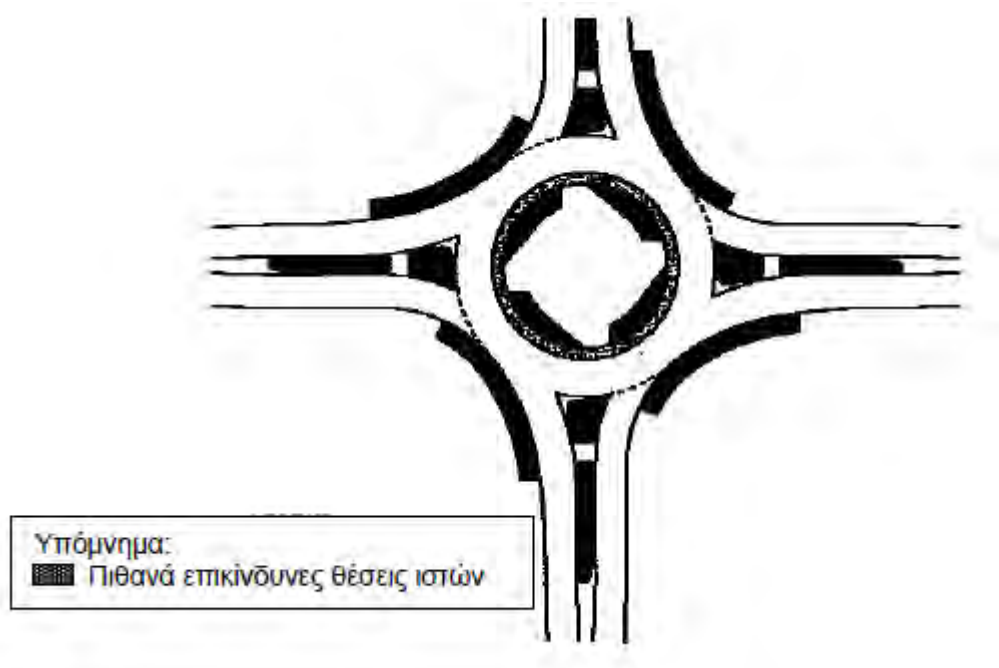
Πίνακας 4.4-2: Κατηγορίες περιοχών πεζών.

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

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

Πίνακας 4.4-3: Τύποι στύλων φωτισμού, ισχύς και ύψος κεφαλής.(HPS: Υψηλής Πίεσης Νατρίου).

Οι στύλοι οδοφωτισμού μπορεί να τοποθετούνται κυρίως στην περίμετρο ή το κέντρο το κόμβου, εκτός των κρίσιμων επιφανειών που δείχνονται στο Σχήμα 4.4-1. Οι απαιτούμενοι ιστοί γύρω από το δακτύλιο κυκλοφορίας πρέπει να τοποθετούνται στα 3,0 m από την περίμετρο. Για παράδειγμα, σε περίμετρο διαμέτρου 58 m, εγκατάσταση 4 φωτιστικών τύπου Cobra, με λαμπτήρες HPS 400 W και ύψος ανάρτησης 12 m, αποδίδουν μέση τιμή φωτισμού 26 Lux με ομοιομορφία 3:1.

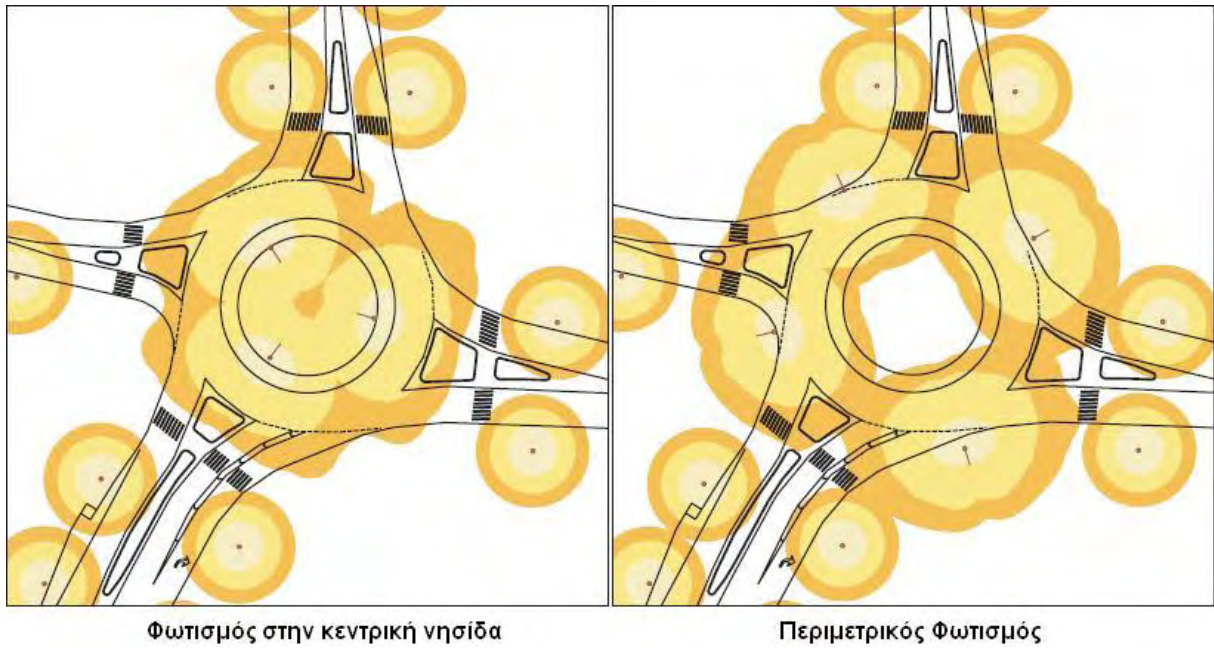


Σχήμα 4.4-1: Κρίσιμες επιφάνειες για τοποθέτηση ιστών οδοφωτισμού (οι στύλοι πρέπει να τοποθετούνται πίσω από αυτές)

Διάταξη	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Περιμετρικός Φωτισμός	<ul style="list-style-type: none"> • Καλύτερος φωτισμός στις κρίσιμες περιοχές διάβασης πεζών και ποδηλατών • Συνέχεια φωτισμού στις λωρίδες κυκλοφορίας και καλή οπτική καθοδήγηση στο δακτύλιο κυκλοφορίας • Οι προειδοποιητικές πινακίδες εισόδου εμφανίζονται καθαρά, καθώς φωτίζονται από μπροστά • Η συντήρηση των εγκαταστάσεων είναι ευκολότερη, λόγω της θέσης τους πίσω από τα κράσπεδα. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ο φωτισμός είναι ασθενέστερος στην κεντρική νησίδα, γεγονός που μπορεί να περιορίζει την αναγνώριση του κόμβου από μακριά • Απαιτούνται περισσότεροι στύλοι οδοφωτισμού για να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο φωτισμού με μια κεντρική διάταξη • Ενδεχομένως να απαιτηθεί η τοποθέτηση στύλων οδοφωτισμού σε κρίσιμες περιοχές εμπλοκών

Κεντρικός Φωτισμός	<ul style="list-style-type: none"> • Ευνοείται η αναγνώριση του κόμβου από μακριά • Απαιτούνται γενικά λιγότεροι στύλοι οδοφωτισμού για να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο μιας περιμετρικής διάταξης • Η θέση του στύλου οδοφωτισμού στην κεντρική νησίδα βρίσκεται μακριά από κρίσιμες περιοχές εμπλοκής, με εξαίρεση τους κόμβους μικρής διαμέτρου • Οι πινακίδες σήμανσης εξόδου εμφανίζονται καθαρά, καθώς φωτίζονται από μπροστά 	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν μπορεί να επιτευχθεί ικανοποιητικός φωτισμός, χωρίς τη χρήση επιπλέον φωτισμού στους κλάδους προσέγγισης • Ο φωτισμός είναι ασθενέστερος σε κρίσιμες περιοχές διάβασης πεζών και ποδηλατών • Οι πινακίδες στις εισόδους φωτίζονται από πίσω και δεν προβάλλουν καθαρά • Απαιτείται κατασκευή διαδρόμου πρόσβασης στη βάση του κεντρικού στύλου για λόγους συντήρησης • Υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος λόγω θάμβωσης • Ο κεντρικός στύλος επηρεάζει την τοπιοτεχνία της κεντρικής νησίδας • Ίσως είναι ακατάλληλη η τοποθέτηση υψηλών στύλων σε αστικές περιοχές, ειδικά όταν μπορεί • να ενοχλούνται εγγύς κατοικίες
--------------------	---	---

Μια φωτομετρική απεικόνιση των δύο διατάξεων παρουσιάζεται στο επόμενο Σχήμα 4.4-2. Οι έγχρωμες περιοχές υποδεικνύουν τις φωτιζόμενες επιφάνειες πέριξ των στύλων οδοφωτισμού.



Σχήμα 4.4-2: Φωτομετρική απεικόνιση επιφανειών ανάλογα με διάταξη στύλων.

4.5 Αισθητική

Η κατασκευή των Κ3 συνδέεται, τόσο με τη βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών και της οδικής ασφάλειας, όσο και με την αισθητική αναβάθμιση της περιοχής. Η δημιουργία ελεύθερων χώρων για τοπιοτεχνία είναι από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρέχουν οι Κ3 στην προαγωγή της αισθητικής. Οι περιοχές που προσφέρονται για τοπιοτεχνία παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.5-1.

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

Η τοπιοτεχνία θα πρέπει να γίνεται με τρόπο που να μην εμποδίζει την ορατότητα για τα οχήματα, τους ποδηλάτες και τους πεζούς. Ενδεικτικά, στο επόμενο Σχήμα 2.5-2, παρουσιάζεται μια τομή κατά τη διάμετρο της κεντρικής νησίδας, ενώ πραγματικά παραδείγματα παρουσιάζονται στις επόμενες εικόνες.



Εικόνες 2.5-1: Παραδείγματα τοπιοτεχνίας σε Κ3

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

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα

5.1 Συμπεράσματα εργασίας

Στην παρούσα διπλωματική εργασία ‘Σχεδιασμός νησίδων προσαρμογής σε κυκλικούς κόμβους’ έγινε μια προσπάθεια εμβάθυνσης στην φιλοσοφία με την οποία μπορούν να σχεδιαστούν νησίδες πρόσβασης σε Κ3 με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Μελετήθηκαν γενικά τα χαρακτηριστικά και οι ιδιαιτερότητες των Κ3 με σκοπό να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα. Αναφέρθηκαν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Κ3 έναντι των συμβατικών ισόπεδων κόμβων, η καταλληλότητα εφαρμογής τους καθώς και διάφοροι τύποι Κ3. Παρουσιάστηκε επιγραμματικά η πορεία σχεδιασμού ενός Κ3 και μελετήθηκαν οι είσοδοι και έξοδοι των κλάδων του κόμβου.

Παρουσιάστηκε μια συγκεκριμένη προσέγγιση σχεδιασμού μιας νησίδας σε αξονικό κόμβο με αναλυτική επίλυση όλων των γεωμετρικών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν και έγινε και το ίδιο και σε έκκεντρο. Επίσης δόθηκε μια πρόταση για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή πεζοδιαβάσεων και πεζοδρόμησης του κόμβου με βάση τα κριτήρια ασφαλείας που ορίζονται στο σχέδιο ΟΜΟΕ.

Μέσα από αυτή την διαδικασία προέκυψαν πολύτιμα συμπεράσματα:

Για τους κυκλικούς κόμβους,

- Η παραχώρηση προτεραιότητας για όλες τις προσβάσεις μπορεί να μειώσει την προχώρηση της κυκλοφορίας για προσβάσεις υψηλών κόμβων.
- Δεν είναι κατάλληλοι για οδούς με πάρα πολύ μεγάλους φόρτους.
- Με την χρήση τους γίνεται γενική βελτίωση της οδικής ασφαλείας.

Για νησίδες πρόσβασης

- Οι διαστάσεις σχεδιασμού που δίνονται είναι λειτουργικές.
- Το σχέδιο ΟΜΟΕ χρειάζεται μια περισσότερο λεπτομερή καθοδήγηση για τον σχεδιασμό νησίδων
- Η παρούσα εργασία αποτελεί μια αρκετά καλή προσέγγιση για τον σχεδιασμό.

Για πεζοδιαβάσεις

- Με την παρουσία πεζοδιαβάσεων μπορεί να μειωθεί η κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου.
- Βελτιώνει την ασφάλεια των πεζών.

Ορατότητα

Με την σωστή γεωμετρική προσέγγιση του κόμβου και την λεπτομερή χρησιμοποίηση της τοπιοτεχνίας επιτυγχάνεται ο επιθυμητός έλεγχος της ορατότητας.

Αισθητική- Τοπιοτεχνία

- Βελτίωση οδικής ασφάλειας
- Ρύθμιση ορατότητας
- Δίνει το χαρακτήρα τοπόσημου στο έργο.

5.2 Πεδία μελλοντικής έρευνας

Νέα πεδία για μελλοντική έρευνα που δεν αναπτύχθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία είναι τα εξής.

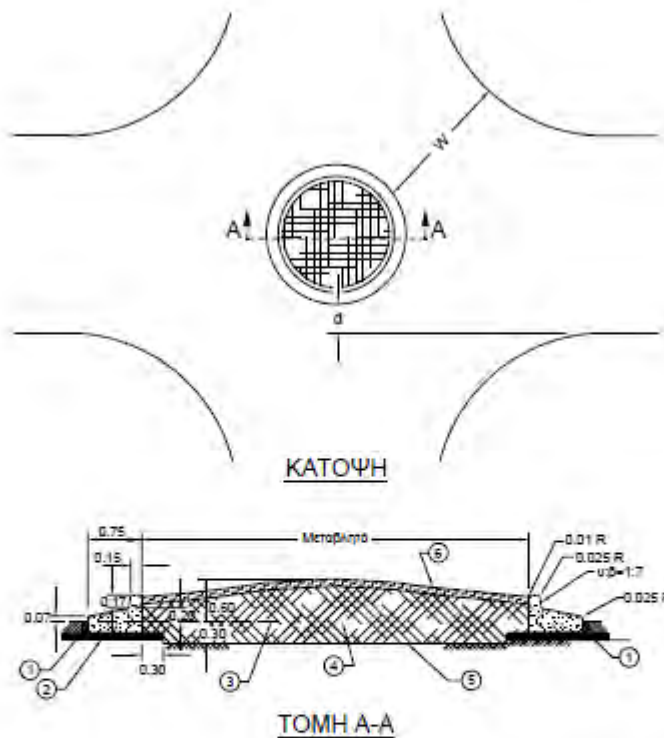
- Διαμόρφωση κόμβων κυκλικής κίνησης σε ανισόπεδου κόμβους
- Οδική ασφάλεια σε Κ3
- Κυκλοφοριακή σήμανση σε Κ3

Βιβλιογραφία

- Σχέδιο ΟΜΟΕ Κ3
- Διπλωματική εργασία του Λ. Υφαντή με τίτλο 'Γεωμετρική διερεύνηση κόμβων κυκλικής κίνησης'.
- Roundabouts: an Informational Guide, US Department of Transportation
- Florida Roundabout Guide, Florida Department of Transportation
- Geometric Design of Roundabouts, The Highways Agency-The Scottish Office Development Department-The Welsh Office-The Department of the Environment for Northern Ireland

Παράρτημα

Στο παράρτημα εμφανίζονται γενικότερες πληροφορίες για τους κόμβους κυκλικής κίνησης.

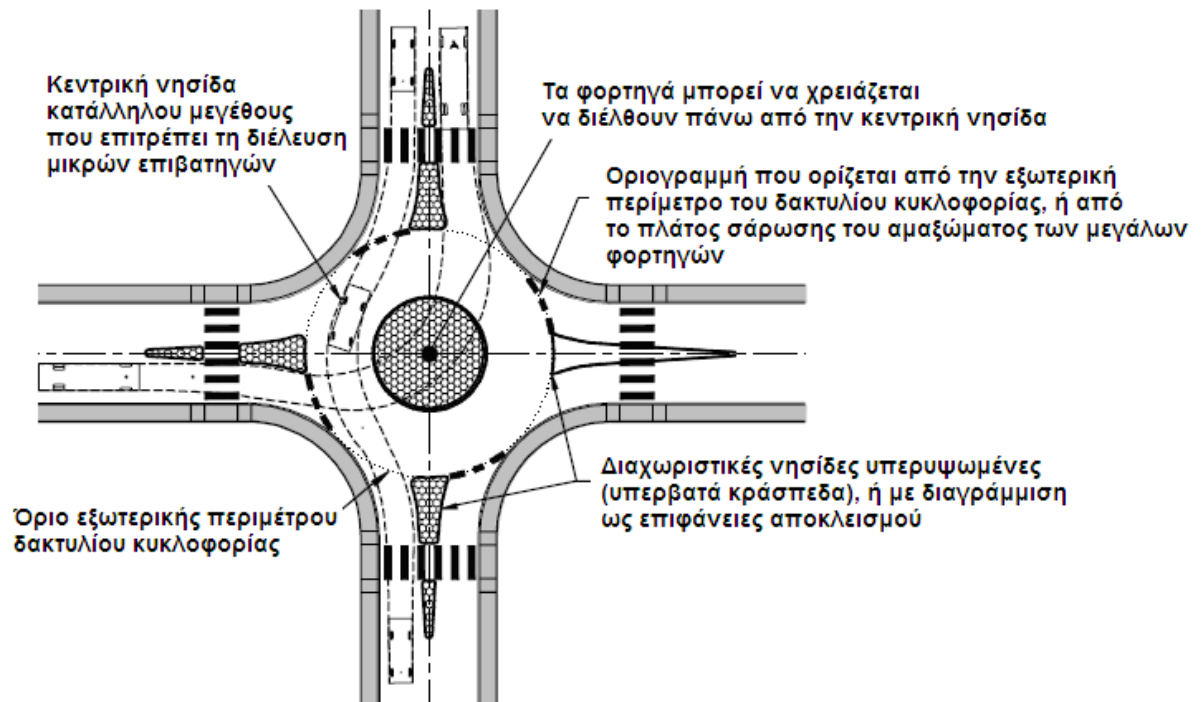


Υπόμνημα:

Στοιχεία κατασκευής
1. Αρμός κοπής ασφαλτικού
2. Οδοστρωσία
3. Στάθμη υψιστάμενης επιφάνειας οδοστρώματος
4. Φυτική γη
5. Πυθμένας εκσκαφής μέχρι το φυσικό έδαφος και κατ' ελάχιστον σε βάθος 0,30 m από την επιφάνεια του οδοστρώματος
6. Χλοοτάπητας

Διαστάσεις	
W [m]	d [m]
min 4,75	max 1,70
5,10	1,50
5,40	1,30
5,70	1,10
6,00	≤0,90

Κατασκευή κυκλικής νησίδας σε υφιστάμενο οδόστρωμα



Βασικά χαρακτηριστικά Κομβιδίου



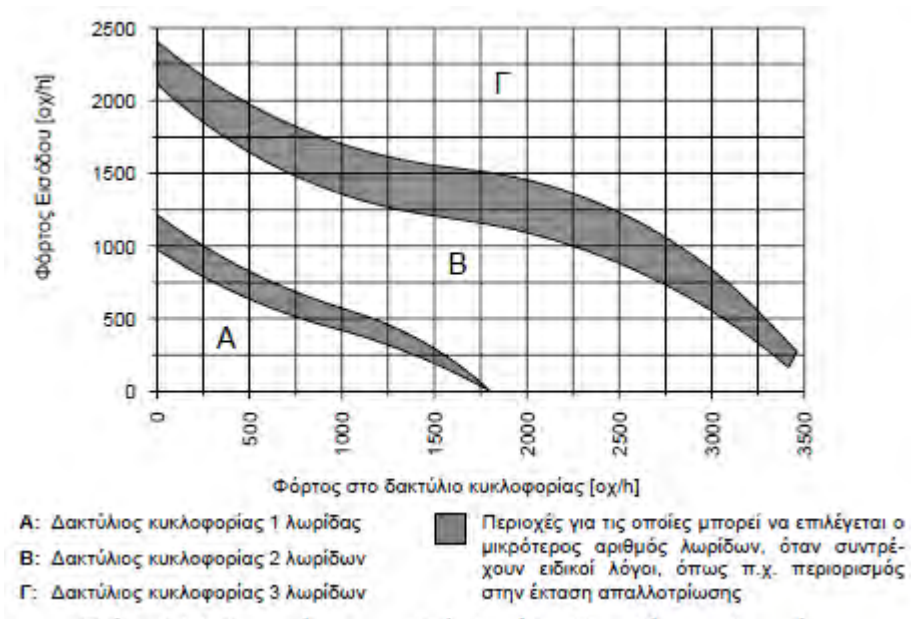
Παράδειγμα Κ3 μορφής διπλής σταγόνας (Indiana, ΗΠΑ)

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

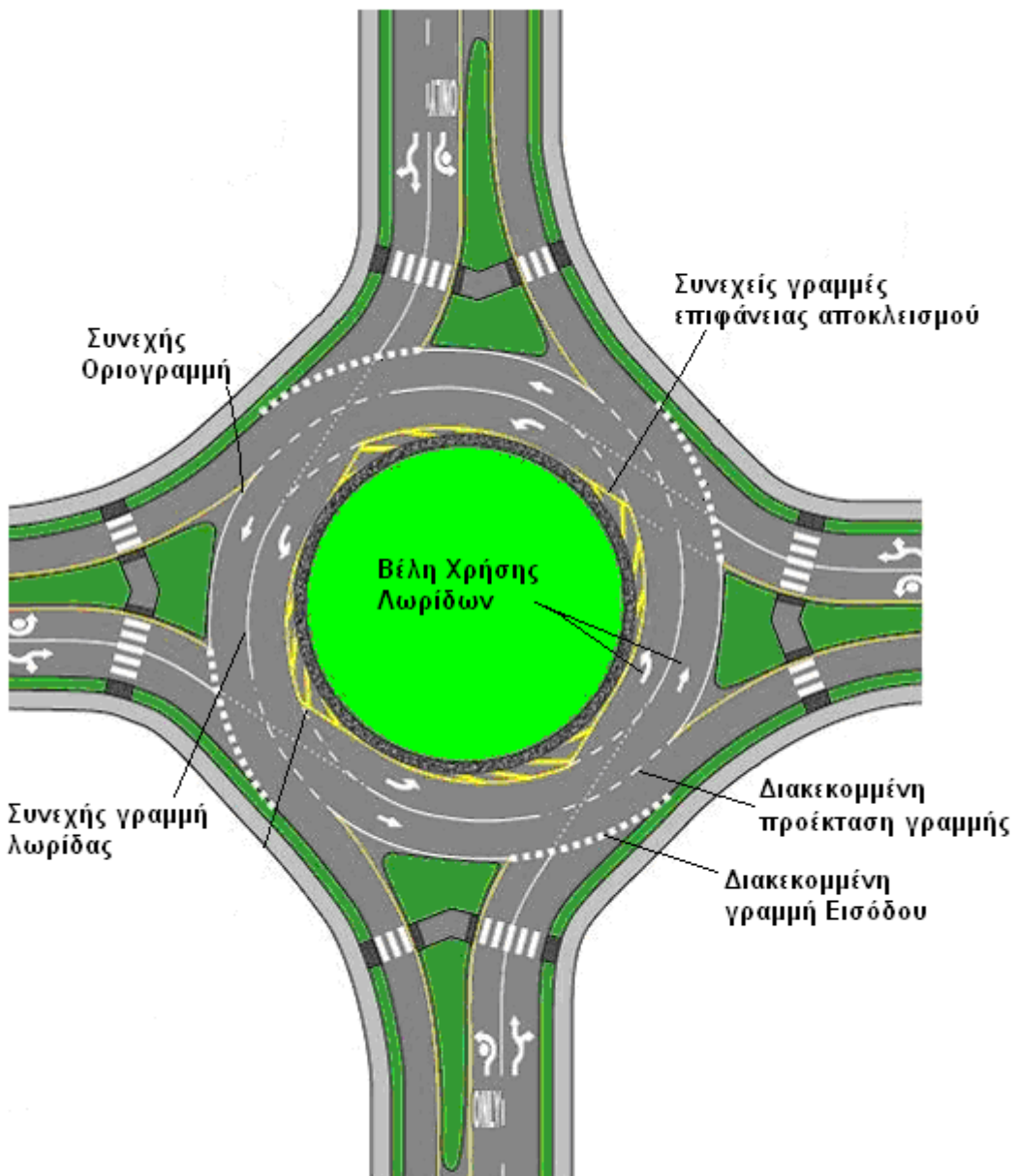


Το φαινόμενο μορφής ύβου καμήλας στο δακτύλιο κυκλοφορίας.

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



Απαιτούμενος αριθμός λωρίδων δακτυλίου κυκλοφορίας.



Υπόδειγμα διάταξης σπειροειδούς δακτυλίου κυκλοφορίας (turbo-K3)

Σημείωση:

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

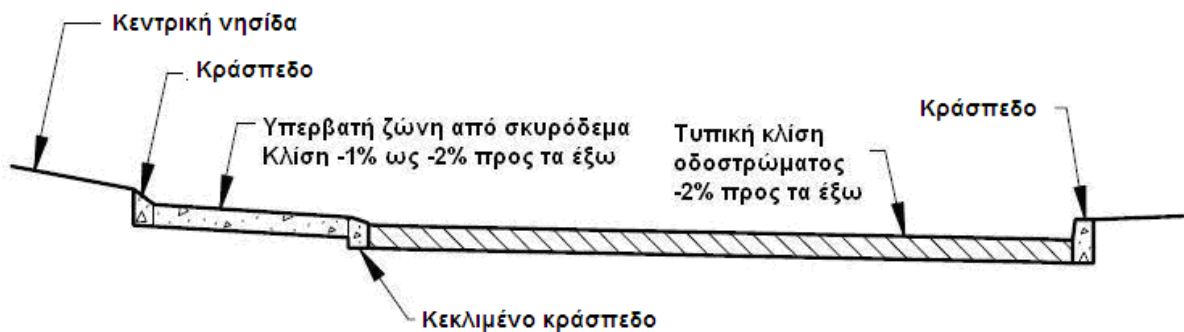
Κράσπεδα

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

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

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

Οδόστρωμα



Μονοκλινές οδόστρωμα, με υπερβατή ζώνη στην κεντρική νησίδα



Δικλινές οδόστρωμα, με υπερβατή ζώνη στην κεντρική νησίδα, εφαρμόζεται σε δακτύλιο με 2 ή 3 λωρίδες κυκλοφορίας.

Απόδειξη τύπου 3.2-1

$$d_1 = \cos \varphi_1 \cdot R_1$$

$$d_2 = \cos \varphi_2 \cdot R_2$$

$$\cos \varphi_1 \cdot R_1 = \cos \varphi_2 \cdot R_2$$

$$(\sin \varphi_1 \cdot R_1)^2 = (\sin \varphi_2 \cdot R_2)^2$$

$$(1 - \cos^2 \varphi_1) \cdot R_1^2 = (1 - \cos^2 \varphi_2) \cdot R_2^2$$

$$R_1^2 - (\cos \varphi_1 \cdot R_1)^2 = R_2^2 - (\cos \varphi_2 \cdot R_2)^2$$

$$\cos \varphi_2 \cdot R_2 = \sqrt{R_2^2 - R_1^2 + \cos^2 \varphi_1 \cdot R_1^2} = d_2$$

$$d = \cos \varphi_1 \cdot R_1 + \sqrt{R_2^2 - R_1^2 + \cos^2 \varphi_1 \cdot R_1^2}$$

$$R_2^2 - R_1^2 + (\cos \varphi_1 \cdot R_1)^2 = d^2 - 2 \cdot d \cdot \cos \varphi_1 \cdot R_1 + (\cos \varphi_1 \cdot R_1)^2$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{d^2 + R_1^2 - R_2^2}{2 \cdot d \cdot R_1}$$

