



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Διπλωματική Εργασία

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΙΚΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

Αντιγόνη Βενιζέλου

Επιβλέπων: Αθανάσιος Θεοφιλάτος

Βόλος, Οκτώβριος, 2024

© 2024 Βενιζέλου Αντιγόνη

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932 Άρθρο 202 Παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Αθανάσιος Θεοφιλάτος

(Επιβλέπων) Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Γεώργιος Καλιαμπέτσος

(Επιβλέπων) Επιστημονικός Συνεργάτης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Απόστολος Αναγνωστόπουλο

Εντεταλμένος Διδάσκων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των προπτυχιακών σπουδών μου στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και ολοκληρώθηκε τον Οκτώβριο του 2024. Η ενασχόληση με το αντικείμενο και η μελέτη που ακολούθησε αποτέλεσαν για μένα πολύτιμη πηγή γνώσεων. Η ολοκλήρωση της μελέτης αποδείχθηκε χρονοβόρα διαδικασία, καθώς απαιτούσε ακρίβεια και προσοχή στην παρατήρηση του αντικειμένου της μελέτης.

Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ειδικότερα, θεωρώ χρέος μου να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ Γεώργιο Καλιαμπέτσο του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, για την πολύτιμη συνδρομή και τις χρήσιμες παρατηρήσεις του.

Επιπλέον, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην ομάδα του Anadelta Tessera για τις τεχνικές γνώσεις και την αδιάκοπη βοήθειά που μας προσέφεραν. Η συνεργασία και η εξειδίκευσή τους συνέβαλαν τα μέγιστα στην επιτυχή υλοποίηση αυτής της εργασίας.

Βόλος, Οκτώβριος 2024

Αντιγόνη Βενιζέλου

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΙΚΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

Βενιζέλου Αντιγόνη

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2024

Επιβλέπων: Αθανάσιος Θεοφιλάτος

Περίληψη

Η διπλωματική εργασία ασχολείται με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και την εφαρμογή γεωμετρικών χαρακτηριστικών κυκλικών κόμβων, με βάση τα Βρετανικά Πρότυπα Σχεδιασμού και τα Ελληνικά (ΟΜΟΕ-K3). Στο πρώτο στάδιο, έγινε εισαγωγή αντιπροσωπευτικών παραδειγμάτων στο λογισμικό Anadelta Tessera για να αναλυθούν οι παράμετροι όπως η διάμετρος του δακτυλίου και τα πλάτη των λωρίδων, που αποτελούν κρίσιμα στοιχεία για αυτό προσαρμόστηκαν βάσει των προτύπων για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των κόμβων.

Ακολούθησε η εισαγωγή υφιστάμενων κυκλικών κόμβων από το οδικό δίκτυο της Κύπρου. Στη περίπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον δυνατότητες του λογισμικού, όπως η προσαρμογή των καμπυλών των κλάδων πρόσβασης και οι διαπλάτυνσεις των οδοστρωμάτων και των νησίδων. Αυτά τα χαρακτηριστικά επιδρούν άμεσα στην οδική ασφάλεια και λειτουργικότητα των κόμβων.

Η χρήση του λογισμικού στην ανάλυση των κυκλικών κόμβων ανέδειξε τη σημαντική συμβολή του, τόσο στην ευκολία σχεδιασμού της Οριζοντιογραφίας όσο και στη δυνατότητα συνέχισης της μελέτης στο επίπεδο της Μηκοτομής και των Διατομών. Συνολικά, η μελέτη αποδεικνύει πως η χρήση του εξειδικευμένου λογισμικού και των εργαλείων στη μελέτη κυκλικών κόμβων όχι μόνο απλοποιεί τη διαδικασία σχεδίασης αλλά και επιτρέπει την ακριβέστερη ανάλυση των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών, με γνώμονα την ασφάλεια και την αποδοτικότητα του οδικού δικτύου.

DESIGN AND ASSESSMENT OF ROUNDABOUTS

Antigoni Venizelou

University of Thessaly, Department of Civil Engineering, 2024

Supervisor: Athanasios Theofilatos

Abstract

The thesis deals with the literature review and the application of geometric characteristics of circular nodes, based on the British Design Standards and the Greek (OMOE-K3). In the first stage, representative examples were imported into Anadelta Tessera software to analyse parameters such as ring diameter and lane widths, which are critical elements for this were adjusted based on the standards to optimise node performance. This was followed by the importation of existing roundabouts from the road network of Cyprus. In this case, additional software features were used, such as the adaptation of the curves of the access branches and the widening of pavements and islands. These features have a direct impact on the road safety and functionality of the junctions. The use of the software in the analysis of the roundabouts has shown its significant contribution both in the ease of designing the Horizontal Plan and in the possibility of continuing the study at the level of the Plan and Cross-section. Overall, the study demonstrates that the use of specialized software and tools in the design of roundabouts not only simplifies the design process but also allows for a more accurate analysis of the geometric and functional characteristics, with a view to the safety and efficiency of the road network.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	14
1.1 Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας	14
1.1.1 Γενικά	14
1.1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	14
1.2 Δομή Διπλωματικής Εργασίας	14
Κεφάλαιο 2 Βασικές αρχές σχεδιασμού κυκλικών κόμβων	18
2.1 Γενικά	18
2.2 Κυριότερα Χαρακτηριστικά των Κυκλικών Κόμβων.....	18
2.3 Χαρακτηριστικά Στοιχεία Κόμβου Κυκλικής Κίνησης.....	19
2.4 Συνθήκες Εφαρμογής Κυκλικών Κόμβων	20
Κεφάλαιο 3 Αγγλικές Προδιαγραφές.....	22
3.1 Τύποι κυκλικών κόμβων.....	22
3.1.1 Κανονικοί κυκλικοί κόμβοι.....	22
3.1.2 Συμπαγείς Κυκλικοί Κόμβοι	23
3.1.3 Μίνι κυκλικοί κόμβοι.....	23
3.1.4 Σηματοδοτούμενοι κυκλικοί κόμβοι.....	24
3.2 Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά	24
3.2.1 Κεντρική Περιοχή.....	24
3.2.2 Κυκλοφοριακό Οδόστρωμα	25
3.2.3 Κεντρική Νησίδα	26
3.2.4 Όχημα Σχεδιασμού	27
3.2.5 Διαχωριστική Νησίδα	28
3.2.6 Είσοδοι.....	29
3.2.7 Πλάτος εισόδου	29
3.2.8 Ευθυγράμμιση των λωρίδων εισόδου	30
3.2.9 Πλάτος εξόδου.....	33
3.2.10 Ακτίνα εξόδου	35
Κεφάλαιο 4 Σχέδιο Ελληνικών Προδιαγραφών	38
4.1 Τύποι Κυκλικών κόμβων.....	38
4.1.1 Κομβίδια Κυκλικής Κίνησης.....	38
4.1.2 Αστικοί συνεπτυγμένοι	41
4.1.3 Αστικοί 1 λωρίδας	41
4.1.4 Αστικοί 2 λωρίδων.....	42
4.1.5 Υπεραστικοί 1 λωρίδας.....	42
4.1.6 Υπεραστικοί 2 λωρίδων	42
4.2 Διαδικασία Επιλογής ως Λύσης της Μορφής K3.....	42
4.3 Βήματα Σχεδιασμού Κόμβων Κυκλικής Κίνησης.....	43
4.4 Γεωμετρικός Σχεδιασμός.....	45
4.4.1 Στοιχεία Σχεδιασμού.....	45
4.4.2 Πλάτος Δακτυλίου	49
4.4.3 Αριθμός Λωρίδων Δακτυλίου Κυκλοφορίας και Εισόδων/Εξόδων	50
4.4.4 Διάταξη Κλάδων Πρόσβασης.....	52
4.4.5 Είσοδοι Δακτυλίου Κυκλοφορίας.....	54

4.4.6 Έξοδοι Δακτυλίου Κυκλοφορίας.....	56
Κεφάλαιο 5 Λογισμικό Anadelta Tessera.....	60
5.1 Λειτουργίες του λογισμικού Anadelta Tessera.....	60
5.2 Σχεδιαστικά Πρότυπα και Ανάλυση.....	61
Κεφάλαιο 6 Σχεδίαση με τη χρήση λογισμικού.....	62
6.1 Γενικά	62
6.2 Κανονικοί Κυκλικοί Κόμβοι.....	62
6.3 Εναλλακτικός Σχεδιασμός Πρόσβασης	67
6.4 Συμπαγής Κυκλικός Κόμβος	71
6.5 Λωρίδα Βραδυπορίας	73
Κεφάλαιο 7 Σχεδίαση Πραγματικών Κυκλικών Κόμβων	76
7.1 Γενικά	76
7.2 Κυκλικός Κόμβος στο Ακάκι.....	76
7.3 Κυκλικός Κόμβος Θεόκτιστου	80
Κεφάλαιο 8 Κυκλικοί Κόμβοι Βάσει των ΟΜΟΕ Κ3.....	84
8.1 Γενικά	84
8.2 Σπειροειδής Κ3 (Turbo).....	84
8.3 Ειδική Διαμόρφωση Κόμβων Κυκλικής Κίνησης	88
8.4 Προσβάσεις Καμπυλών Κλάδων	90
8.5 Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου	95
Κεφάλαιο 9 Παρατηρήσεις-Συμπεράσματα	99
Κεφάλαιο 10 Βιβλιογραφία	100

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3-1: Απαιτούμενα πλάτη στροφής για μικρότερους κανονικούς ή συμπαγείς κυκλικούς κόμβους.....	28
Πίνακας 4-1: Χαρακτηριστικές διαστάσεις για εφαρμογή κυκλικής νησίδας.....	39
Πίνακας 4-2: Συνιστώμενη διάμετρος κύκλου εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου	45
Πίνακας 4-3: Τυπικά πεδία τιμών σχεδιασμού γεωμετρικών παραμέτρων	46
Πίνακας 4-4: Μέγεθος ακτίνων συντομότερης διαδρομής και ταχύτητες	47
Πίνακας 4-5: Διαστάσεις γεωμετρικών παραμέτρων σχεδιασμού σε K3	48
Πίνακας 4-6 : Συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού ανάλογα της κατηγορίας του K356	

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 3-1: Κανονικός Κόμβος.....	22
Σχήμα 3-2: Συμπαγής κυκλικός κόμβος σε αστική περιοχή.....	23
Σχήμα 3-3: Διάμετρος εγγεγραμμένου κύκλου σε κανονικό ή συμπαγή κυκλικό κόμβο με συμμετρικό περίγραμμα	25
Σχήμα 3-4: Μισό πλάτος προσέγγισης και πλάτος εισόδου	29
Σχήμα 3-5: Ακτίνα οριογραμμής εισόδου	31
Σχήμα 3-6: Προσδιορισμός της ακτίνας διαδρομής εισόδου για διαμπερή κίνηση σε κυκλικό κόμβο με 4 βραχίονες.....	32
Σχήμα 3-7: Προσδιορισμός της ακτίνας διαδρομής εισόδου για την αριστερή στροφή όταν η προσέγγιση καμπυλώνει προς τα αριστερά	33
Σχήμα 3-8: Μετατόπιση των Ανατολικών-Δυτικών κλάδων για την αύξηση της εκτροπής.....	34
Σχήμα 3-9:: Τυπική έξοδος μονής λωρίδας κυκλοφορίας σε κανονικό κυκλικό κόμβο με μεγάλη νησίδα διαχωρισμού.....	35
Σχήμα 4-1: Κατασκευή κυκλικής νησίδας σε υφιστάμενο οδόστρωμα	39
Σχήμα 4-2: Αρχικά στάδια διαδικασίας απόφασης επιλογής κατασκευής ενός K3	43
Σχήμα 4-3: Βήματα σχεδιασμού κόμβου κυκλικής κίνησης	44
Σχήμα 4-4: Γεωμετρικοί παράμετροι σχεδιασμού	45
Σχήμα 4-5: Μέθοδος ελέγχου επικάλυψης πορείας	47
Σχήμα 4-6: Απαιτούμενος αριθμός λωρίδων δακτυλίου κυκλοφορίας	52
Σχήμα 4-7: Τυπική μορφή εισόδου	54

Σχήμα 4-8: Ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα ή τόξο μεγάλης ακτίνας μεταξύ εισόδου και δακτυλίου	55
Σχήμα 4-9: Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου για μείωση ταχύτητας.....	55
Σχήμα 4-10: Άξονας οδού εξόδου διερχόμενος από το κέντρο του κόμβου.....	57
Σχήμα 4-11: Άξονας οδού εξόδου διερχόμενου από τα αριστερά του κέντρου του κόμβου	58
Σχήμα 6-1: Κανονικός Κόμβος.....	62
Σχήμα 6-2: Σκαρίφημα Κόμβου.....	63
Σχήμα 6-3 :Τελική Μορφή Κανονικού Κυκλικού Κόμβου.....	66
Σχήμα 6-4: Κυκλικός κόμβος ξεχωριστές προσβάσεις	67
Σχήμα 6-5: Τελική Μορφή Κόμβου με Διαχωρισμένες Προσβάσεις	70
Σχήμα 6-6: Συμπαγείς Κόμβος	71
Σχήμα 6-7: Μοντελοποίηση Συμπαγείς Κυκλικός Κόμβος.....	72
Σχήμα 6-8:Λωρίδα Βραδυπορίας	73
Σχήμα 6-9:Τελικό σχήμα Λωρίδας Βραδυπορίας.....	75
Σχήμα 7-1: Τελική μορφή Κόμβου στο Ακάκι	79
Σχήμα 7-2: Μοντελοποίηση Κόμβου Θεόκτιστου	82
Σχήμα 8-1: Τελικό σχήμα Σπειροειδή	86
Σχήμα 8-2: Τελική Μορφή Σπειροειδή Με Οριζόντια Διαγράμμιση	87
Σχήμα 8-3:Μοντέλο Ειδικής Περίπτωσης Κ3	90
Σχήμα 8-4 : Τελική Μορφή Κόμβου Προσβάσεων Καμπυλών Κλάδων.....	92
Σχήμα 8-5: Διορθωμένες Γωνίες Εισόδου.....	94
Σχήμα 8-6: Μοντελοποίηση Θλάσης Κλάδου Εισόδου	97

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 3-1: Όχημα Σχεδιασμού.....	27
Εικόνα 4-1: Κόμβος κυκλικής κίνησης σε υφιστάμενη διασταύρωση με υπερυψωμένη κεντρική νησίδα.....	38
Εικόνα 4-2: Κομβίδια με κεντρική νησίδα πλήρως διελεύσιμη από φορτηγά	41
Εικόνα 4-3: Το φαινόμενο της μορφής "ύβου καμήλας" στον δακτύλιο κυκλοφορίας	50
Εικόνα 4-4: Άξονας οδού πρόσβασης σε ευθεία με το κέντρο του κόμβου.....	53
Εικόνα 4-5: Άξονας οδού πρόσβασης αριστερά από το κέντρο του κόμβου	53

Εικόνα 4-6: Άξονας οδού πρόσβασης δεξιά από το κέντρο του κόμβου	53
Εικόνα 4-7: Παράδειγμα διαμόρφωσης εισόδου για διέλευση μεγάλων φορτηγών	56
Εικόνα 6-1: Ιδιότητες Κόμβου	63
Εικόνα 6-2: Διόρθωση Δακτυλίου	64
Εικόνα 6-3: Προδιαγραφές Προσβάσεων	64
Εικόνα 6-4: Ένωση Κυκλικού Δρόμου και Προσβάσεων	65
Εικόνα 6-5: Μια Ακτίνα και Δύο Κλωθοειδής στην Είσοδο	66
Εικόνα 6-6: Προδιάγραφες Εξόδου 3ου Τεταρτημρίου	66
Εικόνα 6-7: Διαφορές Τρόπου Σχεδιάσεις	67
Εικόνα 6-8: Ακτίνες Κάδου Εισόδου	68
Εικόνα 6-9: Ακτίνα Κλάδου Εξόδου	68
Εικόνα 6-10: Ακτίνα Στροφής Πρόσβασης Δρόμου Διπλής Κατεύθυνσης	69
Εικόνα 6-11: Πλάτη Δρόμου Διπλής Κατεύθυνσης	69
Εικόνα 6-12: Πλάτος Δρόμου Μονής Κατεύθυνσης	70
Εικόνα 6-13: Δακτύλιος Κυκλοφορίας Συμπαγούς Κόμβου	71
Εικόνα 6-14 : Ακτίνες Στροφών και Πλάτος Λωρίδων	72
Εικόνα 6-15: Πλάτος Λωρίδας Βραδυπορίας	74
Εικόνα 6-16: Ακτίνες Στροφών Κόμβου Βραδυπορίας	74
Εικόνα 6-17: Όχημα Σχεδιασμού	75
Εικόνα 7-1: Χάρτης Κυκλικού Κόμβου στο Ακάκι	76
Εικόνα 7-2 : Εισαγωγή KML	77
Εικόνα 7-3: Δακτύλιος Κόμβου στο Ακάκι	78
Εικόνα 7-4: Πλάτη Δρόμων στο Ακάκι	78
Εικόνα 7-5: : Διαπλάτυνση Εισόδου στο Κυκλικό Κόμβο στο Ακάκι	79
Εικόνα 7-6: Κόμβος Θεόκτιστου	80
Εικόνα 7-7: Διόρθωση Δακτυλίου Θεόκτιστου	80
Εικόνα 7-8: Πλάτη Δρόμων Θεόκτιστου	80
Εικόνα 7-9: Διαπλάτυνσεις δρόμων Θεόκτιστου	81
Εικόνα 7-10 : Ακτίνες Στροφών Θεόκτιστου	81
Εικόνα 8-1: Διάταξη Σπειροειδή Δακτυλίου Κυκλοφορίας (turbo-K3)	84
Εικόνα 8-2: "Ευθεία και Ακτίνα" στην Είσοδο του Κόμβου	85
Εικόνα 8-3: "Μία Ακτίνα" στην Έξοδο του Κόμβου	85

Εικόνα 8-4: Τυπική οριζόντια σήμανση με βέλη χρήσης λωρίδων	86
Εικόνα 8-5: Ειδική Περίπτωση Κόμβου.....	88
Εικόνα 8-6: Πλάτη Λωρίδων Ειδικών Κόμβων.....	89
Εικόνα 8-7: Καμπύλη Συναρμογής Εισόδου	89
Εικόνα 8-8: Ακτίνα Εξόδου.....	89
Εικόνα 8-9 : Παράδειγμα Καμπύλων Κλάδων	90
Εικόνα 8-10: Καμπύλη Συναρμογής Εισόδου	91
Εικόνα 8-11: Γωνία Εξόδου Με τρείς Ακτίνες.....	91
Εικόνα 8-12 : Διορθωμένη γωνία εισόδου ($>75^\circ$).....	92
Εικόνα 8-13: Διορθωμένη Γωνιά Εισόδου ($>75^\circ$)	93
Εικόνα 8-14: Διορθωμένη Γωνιά Εξόδου ($>75^\circ$).....	93
Εικόνα 8-15: Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου	95
Εικόνα 8-16: Εκτροπή Δόμου Για την Δημιουργία Θλάσης	95
Εικόνα 8-17: Μέση Ακτίνα.....	96
Εικόνα 8-18: Μεγάλη Ακτίνα και Διαχωριστική Νησίδα	96

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας

1.1.1 Γενικά

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία στοχεύει στη μελέτη των πρότυπων σχεδίασης κυκλικών κόμβων, εστιάζοντας στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των Αγγλικών και Ελληνικών προδιαγραφών. Αρχικά, επιδιώκεται η αναλυτική παρουσίαση των δύο προδιαγραφών, με σκοπό την κατανόηση των κοινών σημείων και των διαφορών που διαμορφώνουν την προσέγγιση στο σχεδιασμό κυκλικών κόμβων. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας το λογισμικό Anadelta Tessera, δημιουργούνται μοντέλα κυκλικών κόμβων που βασίζονται σε αυτά τα πρότυπα. Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει την αξιολόγηση των σχεδίων για την αποδοτικότητα και τη λειτουργικότητα των κυκλικών κόμβων, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων που θα συμβάλλουν στη βελτίωση των σχεδιαστικών πρακτικών τόσο βάσει θεωρητικών προτύπων όσο και πρακτικών παραδειγμάτων.

1.1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Κύριος στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση και η σύγκριση των Αγγλικών και Ελληνικών προδιαγραφών για το σχεδιασμό κυκλικών κόμβων, με στόχο την κατανόηση των βασικών αρχών και των διαφορών που επηρεάζουν τη σχεδίαση και λειτουργία αυτών των κόμβων. Επιπλέον αναπτύχθηκαν θεωρητικά μοντέλα χρησιμοποιώντας το λογισμικό Anadelta Tessera, βασισμένα στις προδιαγραφές, για την διερεύνηση των γεωμετρικών προδιαγραφών. Πιο συγκεκριμένα για να συγκριθούν σωστά τα μοντέλα, έγινε ανάλυση πραγματικών μοντέλων κυκλικών κόμβων από το οδικό δίκτυο της Κύπρου μέσω του Google Earth. Παράλληλα παρουσιάζονται αναλυτικά βήματα για την χάραξη μοντέλων στο λογισμικό Anadelta Tessera.

Στο πλαίσιο της εργασίας, αξιολογήθηκαν τα σχέδια των κόμβων, τόσο θεωρητικά όσο και πρακτικά, με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων για την λειτουργικότητα και την αποδοτικότητα των σχεδιαστικών προσεγγίσεων.

Με την επίτευξη αυτών των στόχων, η εργασία επιδιώκει να προσφέρει πολύτιμα στοιχεία για τη βελτίωση του σχεδιασμού κυκλικών κόμβων, συμβάλλοντας στη βελτιστοποίηση της κυκλοφοριακής ροής και της ασφάλειας στους δρόμους.

1.2 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Στο δεύτερο κεφάλαιο, πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση των βασικών αρχών σχεδιασμού των κυκλικών κόμβων. Αρχικά, αναλύονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των κυκλικών κόμβων, όπως η κεντρική νησίδα και ο δακτύλιος κυκλοφορίας, τα οποία αποτελούν κρίσιμα στοιχεία για την ομαλή και ασφαλή ροή της κυκλοφορίας. Επιπλέον, εξετάζονται οι κατάλληλες συνθήκες για την εφαρμογή των κυκλικών κόμβων, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως ο όγκος της κυκλοφορίας, η γεωμετρία των οδών και οι απαιτήσεις ασφάλειας. Τέλος, τονίζεται η σημασία των κυκλικών κόμβων στην αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας και στη μείωση των

ατυχημάτων, γεγονός που καθιστά τη χρησιμότητά για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό του οδικού δικτύου.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι Αγγλικές προδιαγραφές σχεδιασμού κυκλικών κόμβων. Αρχικά, γίνεται αναφορά στους διάφορους τύπους κυκλικών κόμβων που περιλαμβάνονται στα Αγγλικά πρότυπα, καθώς και στις συνθήκες και παραμέτρους που καθορίζουν την επιλογή του κατάλληλου τύπου κόμβου. Στη συνέχεια, αναλύονται τα βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κυκλικών κόμβων, όπως η κεντρική περιοχή και η διαμόρφωσή της, το όχημα σχεδιασμού που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων του κόμβου, καθώς και τα πλάτη των εισόδων και των εξόδων. Η ανάλυση αυτή αποσκοπεί στη διερεύνηση της αποδοτικότητας των γεωμετρικών διατάξεων που εφαρμόζονται στους κυκλικούς κόμβους σύμφωνα με τις Αγγλικές προδιαγραφές.

Στο τέταρτο κεφάλαιο ακολουθεί η ίδια προσέγγιση με το τρίτο κεφάλαιο, αλλά παρουσιάζεται το Σχέδιο Ελληνικών Προδιαγραφών για τους κυκλικούς κόμβους. Σύμφωνα με τα ελληνικά δεδομένα, οι κόμβοι κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το μέγεθος και το περιβάλλον στο οποίο κατασκευάζονται, και διακρίνονται σε έξι βασικές κατηγορίες. Αυτές οι κατηγορίες αναλύονται διεξοδικά, ενώ παρουσιάζεται και η διαδικασία επιλογής της κατάλληλης μορφής κόμβου, με ιδιαίτερη έμφαση στη μορφή K3. Επιπλέον, επεξηγούνται τα βασικά βήματα σχεδιασμού των κόμβων, τα οποία ακολουθούνται για την εφαρμογή αυτής της λύσης. Παράλληλα, γίνεται αναφορά στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κόμβων, όπως στο προηγούμενο κεφάλαιο, με σκοπό τη σύγκριση και την αξιολόγηση των διαφορών μεταξύ των Αγγλικών και Ελληνικών προτύπων..

Στο πέμπτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται μια συνοπτική παρουσίαση του λογισμικού Οδοποιίας Anadelta Tessera, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την αποτύπωση των κυκλικών κόμβων που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Το λογισμικό αυτό επιτρέπει τη δημιουργία ακριβών μοντέλων κυκλικών κόμβων, αξιοποιώντας τα δεδομένα που προέκυψαν από τις Αγγλικές και Ελληνικές προδιαγραφές.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρέχεται η τεχνική περιγραφή της εργασίας, με λεπτομερή αναφορά στα βήματα και τις ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν για τη χάραξη των θεωρητικών κόμβων βάσει των Αγγλικών προδιαγραφών. Συγκεκριμένα, περιγράφεται η διαδικασία σχεδίασης διαφόρων τύπων κόμβων, όπως ο κανονικός κυκλικός κόμβος και ο συμπαγής κόμβος. Επιπλέον, εξετάστηκε και σχεδιάστηκε ένας εναλλακτικός τύπος κόμβου, ο οποίος περιλαμβάνει μια ιδιαίτερη λωρίδα, γνωστή ως «Λωρίδα βραδυπορίας», που εξυπηρετεί την ασφαλή μείωση ταχύτητας των οχημάτων. Η τεχνική περιγραφή καλύπτει όλες τις παραμέτρους σχεδίασης και τις γεωμετρικές διαμορφώσεις που εφαρμόστηκαν για την ολοκλήρωση των θεωρητικών μοντέλων.

Στο έβδομο κεφάλαιο, περιγράφεται η διαδικασία σχεδίασης πραγματικών κυκλικών κόμβων, οι οποίοι αποτυπώθηκαν με τη βοήθεια του Google Earth. Η χρήση αυτού του εργαλείου επέτρεψε τη συλλογή ακριβών δεδομένων για το οδικό δίκτυο της Κύπρου και τη μεταφορά των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των κόμβων στο λογισμικό για ανάλυση. Μέσω αυτής της διαδικασίας, πραγματοποιήθηκε λεπτομερής ανάλυση της

γεωμετρίας των κόμβων, επιτρέποντας τη σύγκριση των πραγματικών κόμβων με τα θεωρητικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Αυτή η ανάλυση παρέχει χρήσιμα στοιχεία για την αξιολόγηση της λειτουργικότητας των κόμβων στην πράξη.

Στο όγδοο κεφάλαιο, ακολουθείται η ίδια διαδικασία με αυτήν του έκτου κεφαλαίου, αλλά αυτή τη φορά εφαρμόζονται οι θεωρητικοί κόμβοι που προκύπτουν από τις Ελληνικές Οδηγίες Μελέτης. Οι κόμβοι που αναλύθηκαν περιλαμβάνουν σπειροειδείς διαμορφώσεις σε δύο παραλλαγές, καθώς και ορισμένες ειδικές περιπτώσεις που αφορούν σύνθετες επιφάνειες ορατότητας. Αυτές οι διαμορφώσεις εξετάζονται για να αξιολογηθεί η γεωμετρία τους και να αναλυθούν οι συνθήκες λειτουργίας τους, παρέχοντας συγκριτικά δεδομένα με τις αντίστοιχες προδιαγραφές των Αγγλικών προτύπων.

Στο ένατο κεφάλαιο, γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των συμπερασμάτων της μελέτης.

Κεφάλαιο 2 Βασικές αρχές σχεδιασμού κυκλικών κόμβων

2.1 Γενικά

Οι κυκλικοί κόμβοι, γνωστοί και ως roundabouts, σχεδιάζονται με βασικό στόχο την αύξηση της ασφάλειας και τη βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής. Η υιοθέτηση των κυκλικών κόμβων έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθώς αντικαθιστούν σταδιακά τους σηματοδοτούμενους ισόπεδους κόμβους. Ο σχεδιασμός τους συμβάλλει στη μείωση της ταχύτητας των οχημάτων κατά την είσοδό τους στο δακτύλιο κυκλοφορίας, κάτι που περιορίζει τη ροή κυκλοφορίας και, παράλληλα, αυξάνει την ασφάλεια. Σύμφωνα με στατιστικά δεδομένα, το ποσοστό θανατηφόρων ατυχημάτων σε κυκλικούς κόμβους ανέρχεται σε μόλις 0,35%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για όλες τις άλλες διασταυρώσεις φτάνει το 0,88%. Επιπλέον, το 2,2% των ατυχημάτων που συμβαίνουν σε ευθείες οδούς είναι θανατηφόρα. Τα δεδομένα αυτά καταδεικνύουν την αποτελεσματικότητα των κυκλικών κόμβων στη μείωση της σοβαρότητας των ατυχημάτων και την ενίσχυση της συνολικής οδικής ασφάλειας.

2.2 Κυριότερα Χαρακτηριστικά των Κυκλικών Κόμβων

Οι κυκλικοί κόμβοι αποτελούν τη σύγχρονη και αποτελεσματική λύση για τη διαχείριση της κυκλοφορίας, εξασφαλίζοντας σημαντικά πλεονεκτήματα στη βελτίωση της ροής των οχημάτων και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ο προσεκτικός σχεδιασμός επιτρέπει έτσι την ομαλή κυκλοφορία, μειώνει τη συμφόρηση και βελτιστοποιεί τη χρήση του χώρου. Από την άλλη πλευρά, εξασφαλίζει υψηλό επίπεδο ασφάλειας, καθιστώντας τους κυκλικούς κόμβους μια εξαιρετικά αποτελεσματική επιλογή για την οργάνωση της κυκλοφορίας σε αστικές και υπεραστικές περιοχές. Τα χαρακτηριστικά του κυκλικού κόμβου είναι τα εξής:

Ροή Κυκλοφορίας: Οι κυκλικοί κόμβοι επιτρέπουν μια πιο συνεχή ροή της κυκλοφορίας σε σχέση με τα σηματοδοτούμενα σταυροδρόμια. Σε όλες τις εισόδους δίνεται προτεραιότητα στα οχήματα που κινούνται στο δακτύλιο κυκλοφορίας, έτσι η συνεχής ροή μειώνει τις καθυστερήσεις και βελτιώνει τη συνολική αποδοτικότητα της κυκλοφορίας. Τα οχήματα μπορούν να εισέρχονται και να εξέρχονται από τον κόμβο χωρίς να χρειάζεται να σταματήσουν εντελώς, κάτι που βοηθά στη μείωση της συμφόρησης. Η στάθμευση απαγορεύεται σε όλο το δακτύλιο κυκλοφορίας.

Περιβαλλοντικά Οφέλη: Η βελτιωμένη ροή κυκλοφορίας στους κυκλικούς κόμβους συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και των εκπομπών ρύπων. Τα οχήματα δεν χρειάζεται να σταματούν και να ξεκινούν συχνά, γεγονός που μειώνει την κατανάλωση καυσίμων και τις εκπομπές CO₂. Αυτό προσφέρει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη, ειδικά σε περιοχές με μεγάλη κυκλοφορία.

Γεωμετρική Προσέγγιση : Οι κυκλικοί κόμβοι μπορεί να έχουν μία ή περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας. Οι κόμβοι μιας λωρίδας είναι πιο απλοί και ασφαλείς, κατάλληλοι για περιοχές με χαμηλότερη κυκλοφορία όπως οι αστικές περιοχές. Οι κόμβοι πολλαπλών λωρίδων επιτρέπουν τη διαχείριση μεγαλύτερης κυκλοφορίας αλλά απαιτούν πιο προσεκτικό σχεδιασμό και σήμανση για να αποφεύγονται οι συγκρούσεις. Η ακτίνα του κόμβου επηρεάζει την ταχύτητα των οχημάτων, με μικρότερες ακτίνες

να μειώνουν τις ταχύτητες και να αυξάνουν την ασφάλεια. Ο κλάδος εισόδου κάμπτεται καταλλήλα με τριγωνικές νησίδες διαχωρισμού, ώστε τα οχήματα να εισέρχονται στο κόμβο με μικρή γωνιά. Γενικά ο κόμβος σχεδιάζεται για να δέχεται τους οδηγούς με χαμηλές και ομοιόμορφες ταχύτητες σε όλες τις κινήσεις του.

Ορατότητα και Σήμανση: Ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό των κυκλικών κόμβων είναι η εξασφάλιση καλής ορατότητας για τους οδηγούς. Η καλή ορατότητα επιτρέπει στους οδηγούς να βλέπουν τα οχήματα που κυκλοφορούν ήδη στον κόμβο και να εκτιμούν σωστά τον χρόνο και την ταχύτητα για την ασφαλή είσοδο. Επιπλέον, η σωστή σήμανση είναι απαραίτητη για να ενημερώνει τους οδηγούς για την κατεύθυνση της κυκλοφορίας και τις προτεραιότητες.

Χώρος και Σχεδιασμός: Αν και οι κυκλικοί κόμβοι απαιτούν περισσότερο χώρο από τα παραδοσιακά σταυροδρόμια, ο σχεδιασμός τους χρησιμοποιεί αυτόν τον χώρο για την εξασφάλιση της ασφάλειας και της ομαλής ροής της κυκλοφορίας. Οι κυκλικοί κόμβοι περιλαμβάνουν επίσης χαρακτηριστικά όπως διαβάσεις πεζών και ποδηλατοδρόμους, εξασφαλίζοντας την ασφάλεια και την προσβασιμότητα όλων των χρηστών του δρόμου.

2.3 Χαρακτηριστικά Στοιχεία Κόμβου Κυκλικής Κίνησης

Οι κυκλικοί κόμβοι σχεδιάζονται με συγκεκριμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, τα οποία γενικά δεν συναντώνται σε άλλες διαμορφώσεις ισόπεδων διαβάσεων. Λόγω αυτών των ειδικών γεωμετρικών χαρακτηριστικών, η ροή της κυκλοφορίας είναι ομαλή και διατηρείται η ασφαλής διαχείριση της κυκλοφορίας. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι τα εξής:

Κεντρική νησίδα κόμβου κυκλικής κίνησης, του κυκλικού κόμβου είναι μια επιφάνεια στο κέντρο του κόμβου η οποία είναι υπερυψωμένη. Γύρο από αυτήν διεξάγεται η κυκλοφορία.

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

Νησίδα διαχωρισμού, τοποθετείται σε κάθε είσοδο και είναι μια υπερυψωμένη επιφάνεια με κράσπεδα ή, εναλλακτικά, η επιφάνεια του δρόμου της πρόσβασης με οριζόντια σήμανση που υποδεικνύει αποκλειστική περιοχή. Στόχος της είναι να ξεχωρίζει την εισερχόμενη από την εξερχόμενη κυκλοφορία, να καθοδηγεί και να επιβραδύνει τα οχήματα που εισέρχονται, καθώς και να προσφέρει ασφαλή χώρο για τους πεζούς που διασχίζουν τον δρόμο, συνήθως σε δύο φάσεις.

Δακτύλιος κυκλοφορίας, είναι το τμήμα του οδοστρώματος στο οποίο τα οχήματα κινούνται είτε αριστερόστροφα είτε δεξιόστροφα, περιμετρικά της κεντρικής κυκλικής νησίδας ενός κόμβου.

Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας, κατασκευάζεται όταν είναι απαραίτητη για τη διέλευση βαρέων οχημάτων, τοποθετημένη στην περίμετρο της κεντρικής νησίδας. Αυτή η διαμόρφωση δεν είναι απαραίτητη σε όλους τους κυκλικούς κόμβους, αλλά

εξαρτάται από το μέγεθος της ακτίνας της κεντρικής νησίδας και τα χαρακτηριστικά του οχήματος για το οποίο σχεδιάζεται.

Οριογραμμή εισόδου, είναι μια διαγράμμιση (οριζόντια σήμανση) που τοποθετείται κάθετα στο οδόστρωμα της πρόσβασης και καθορίζει το σημείο όπου τα οχήματα εισέρχονται στον δακτύλιο κυκλοφορίας. Συνήθως τοποθετείται στην εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου και σηματοδοτεί τα σημεία στα οποία αναμένεται να συναντηθούν τα οχήματα που εισέρχονται με αυτά που κινούνται ήδη μέσα στον δακτύλιο. Σε γενικές γραμμές, τα οχήματα που κινούνται εντός του δακτυλίου έχουν προτεραιότητα, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά βάσει της εκάστοτε κυκλοφοριακής ανάλυσης.

Εγκάρσιες Πεζοδιαβάσεις, είναι απαραίτητες κυρίως σε αστικές περιοχές, ώστε να διευκολύνουν τη διέλευση πεζών, συμπεριλαμβανομένων ατόμων με αναπηρία (ΑμεΑ), κάθετα σε κάθε οδική πρόσβαση του κόμβου. Αυτές τοποθετούνται κάθετα στη νησίδα διαχωρισμού, όπου οι πεζοί προστατεύονται και τους παρέχεται η δυνατότητα να σταματήσουν προσωρινά πριν διασχίσουν το οδόστρωμα της αντίθετης κατεύθυνσης.

2.4 Συνθήκες Εφαρμογής Κυκλικών Κόμβων

Οι κυκλικοί κόμβοι έχουν αναδειχθεί ως μια ευέλικτη και αποδοτική λύση στη διαχείριση της κυκλοφορίας, κατάλληλη για ποικίλες συνθήκες και περιβάλλοντα. Η εφαρμογή τους είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν συντρέχουν οι παρακάτω συνθήκες.

Κυκλοφοριακός Όγκος: Οι κυκλικοί κόμβοι είναι αποτελεσματικοί για περιοχές με μέτρια προς υψηλή πυκνότητα κυκλοφορίας, όπου η συνεχής ροή μπορεί να μειώσει τη συμφόρηση και να βελτιώσει την κυκλοφορία. Σε περιοχές με πολύ υψηλή πυκνότητα κυκλοφορίας, οι κυκλικοί κόμβοι μπορεί να απαιτούν προσεκτικότερο σχεδιασμό, όπως η χρήση περισσότερων λωρίδων κυκλοφορίας για να διαχειριστούν την αυξημένη ροή οχημάτων.

Οδικά Δίκτυα και Διασταυρώσεις: Οι κυκλικοί κόμβοι είναι κατάλληλοι για διασταυρώσεις όπου συγκλίνουν πολλές οδικές αρτηρίες, όπως αστικές και προαστιακές περιοχές. Είναι επίσης αποτελεσματικοί σε σημεία όπου η παραδοσιακή σηματοδότηση και τα σήματα προτεραιότητας δεν είναι αρκετά για τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Οι κυκλικοί κόμβοι μπορούν να μειώσουν τα σημεία σύγκρουσης και να βελτιώσουν την ασφάλεια στις διασταυρώσεις.

Χωροταξικός Σχεδιασμός: Η ύπαρξη επαρκούς χώρου είναι κρίσιμη για την εγκατάσταση ενός κυκλικού κόμβου. Ο χώρος πρέπει να είναι αρκετός ώστε να φιλοξενήσει την κυκλική νησίδα στο κέντρο και τις λωρίδες κυκλοφορίας γύρω από αυτή. Στις αστικές περιοχές όπου χώρος είναι περιορισμένος μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικροί κόμβοι (mini roundabouts), για να βελτιώσουν την κυκλοφορία χωρίς να ευρύνουν τις αναπλάσεις. Οι μικροί κυκλικοί κόμβοι απαιτούν

λιγότερο χώρο από τους μεγαλύτερους, ενώ εξακολουθούν να προσφέρουν τα πλεονεκτήματα της ομαλής ροής και της βελτιωμένης ασφάλειας.

Πεζοί και Ποδηλάτες: Η σχεδίαση των κυκλικών κόμβων παρέχει ασφάλεια τόσο στους οδηγούς όσο και στους πεζούς και τους ποδηλάτες. Οι πεζοί και οι ποδηλάτες πρέπει να διέρχονται με ασφάλεια στον κόμβο μέσω διαβάσεων και ποδηλατοδρόμων. Συχνά, οι διαβάσεις πεζών τοποθετούνται σε απόσταση από την κυκλική νησίδα για να ελαχιστοποιείται η αλληλεπίδραση με τα οχήματα. Η χαμηλή ταχύτητα των οχημάτων μέσα στον κόμβο μειώνει τον κίνδυνο ατυχημάτων με πεζούς και ποδηλάτες.

Περιβαλλοντικές Συνθήκες: Σε περιοχές όπου η μείωση των εκπομπών ρύπων είναι κρίσιμη, οι κυκλικοί κόμβοι προσφέρουν ένα πλεονέκτημα λόγω της συνεχούς ροής κυκλοφορίας που μειώνει τη συχνότητα σταματήματος και εκκίνησης των οχημάτων. Αυτό οδηγεί σε χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων και μειωμένες εκπομπές CO₂, συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος.

Κόστους και Συντήρηση: Το κόστος κατασκευής ενός κυκλικού κόμβου μπορεί να είναι υψηλότερο από άλλες λύσεις, αλλά τα πλεονεκτήματα στη μακροπρόθεσμη λειτουργία και η μειωμένη ανάγκη για συντήρηση μπορούν να επιβαρύνουν το αρχικό κόστος. Οι κυκλικοί κόμβοι συχνά απαιτούν λιγότερη συντήρηση σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σηματοδοτούμενα σταυροδρόμια, καθώς δεν εξαρτώνται από φανάρια και ηλεκτρικό εξοπλισμό. Αυτό τους καθιστά μια οικονομική επιλογή για περιοχές όπου η διατήρηση και η συντήρηση των υποδομών κυκλοφορίας είναι σημαντικοί παράγοντες. Η τακτική συντήρηση είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ασφάλειας και της λειτουργικότητας του κόμβου.

Συνοψίζοντας, οι κυκλικοί κόμβοι μπορούν να εφαρμοστούν σε ποικίλες συνθήκες, από αστικές περιοχές με περιορισμένο χώρο έως διασταυρώσεις υψηλής κυκλοφορίας και περιοχές με περιβαλλοντικές ανησυχίες. Ο σωστός σχεδιασμός και η εφαρμογή των κυκλικών κόμβων μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την κυκλοφοριακή ροή και την ασφάλεια σε διάφορα περιβάλλοντα.

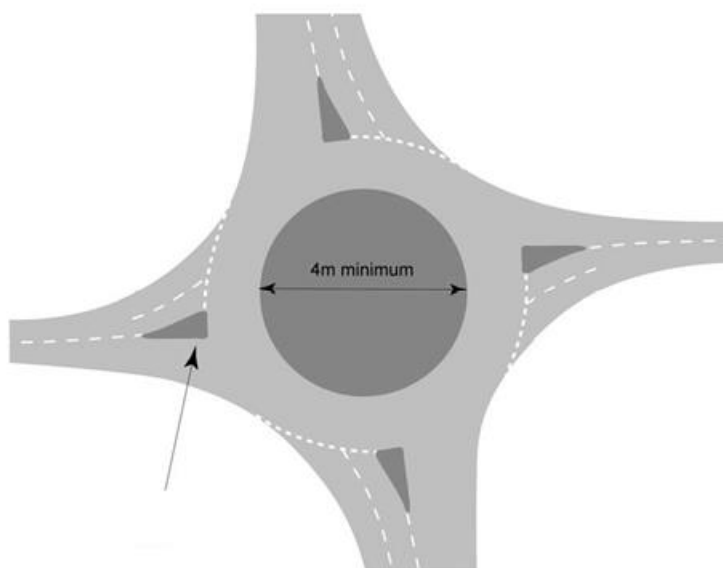
Κεφάλαιο 3 Αγγλικές Προδιάγραφες

3.1 Τύποι κυκλικών κόμβων

3.1.1 Κανονικοί κυκλικοί κόμβοι

Οι τυπικοί κυκλικοί κόμβοι διακρίνονται για το μεγάλο μέγεθός τους σε σχέση άλλους, και είναι σχεδιασμένοι να διαχειρίζονται υψηλότερους όγκους κυκλοφορίας, προσφέροντας ταυτόχρονα βελτιωμένη ασφάλεια και ομαλότητα στη ροή της κυκλοφορίας. Ένας κανονικός κυκλικός κόμβος διαθέτει κεντρική νησίδα με διάμετρο τουλάχιστον 4 μέτρων. Οι προσβάσεις του ενδέχεται να περιλαμβάνουν δρόμους διπλού ή μονού οδοστρώματος. Συνήθως, ένας κανονικός κυκλικός κόμβος έχει διευρυμένες εισόδους και εξόδους, επιτρέποντας τη διέλευση δύο ή τριών οχημάτων ταυτόχρονα σε έναν δεδομένο βραχίονα του κόμβου. Για τον λόγο αυτό, το κυκλοφοριακό οδόστρωμα του κυκλικού κόμβου πρέπει να είναι αρκετά ευρύ, ώστε να επιτρέπει την παράλληλη κίνηση δύο ή τριών οχημάτων στον ίδιο κυκλικό κόμβο. Επίσης, η χρήση των κανονικών κυκλικών κόμβων συναντάται κυρίως σε περιφερειακές οδούς όπου το όριο ταχύτητας ανέρχεται σε 50 mph ή μεγαλύτερο.

Σε περίπτωση που ένας κανονικός κυκλικός κόμβος διαθέτει περισσότερους από τέσσερις βραχίονες, το μέγεθός του αυξάνεται, αυξάνοντας παράλληλα και την πιθανότητα ανάπτυξης υψηλότερων κυκλοφοριακών ταχυτήτων. Σε τέτοιες περιπτώσεις, ένας διπλός κυκλικός κόμβος ή ένας σηματοδοτούμενος κυκλικός κόμβος αποτελεί πιθανή λύση για την αποτελεσματικότερη διαχείριση της κυκλοφορίας.

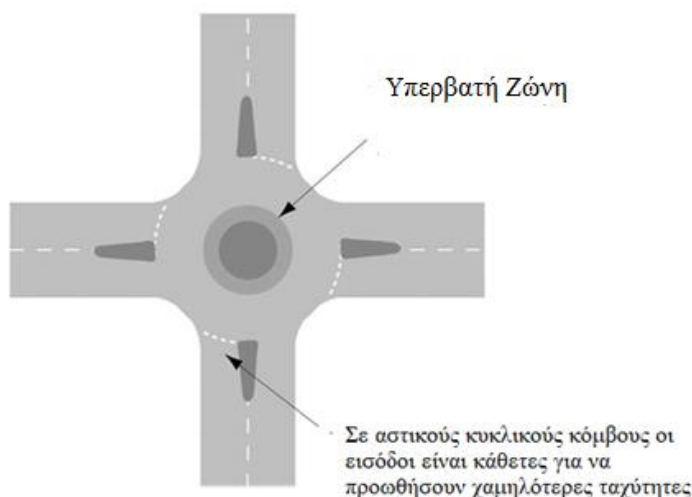


Σχήμα 3-1: Κανονικός Κόμβος

3.1.2 Συμπαγείς Κυκλικοί Κόμβοι

Ένας συμπαγής κυκλικός κόμβος (Σχήμα 3-2) διαθέτει εισόδους και εξόδους μίας λωρίδας σε κάθε βραχίονα. Το πλάτος του κυκλικού οδοστρώματος είναι τέτοιο ώστε να μην επιτρέπεται η ταυτόχρονη διέλευση δύο οχημάτων. Σε οδούς με όριο ταχύτητας 40 μίλια/ώρα ή λιγότερο, και εντός απόστασης 100 μέτρων από τη γραμμή παραχώρησης για όλες τις προσβάσεις, οι συμπαγείς κυκλικοί κόμβοι μπορούν να διαθέτουν χαμηλές τιμές ακτίνων εισόδου και εξόδου, σε συνδυασμό με υψηλές τιμές εκτροπής εισόδου. Αν και η χωρητικότητά τους είναι μικρότερη σε σύγκριση με τους κανονικούς κυκλικούς κόμβους, οι συμπαγείς κόμβοι είναι ιδιαιτέρως κατάλληλοι όταν υπάρχει ανάγκη εξυπηρέτησης πεζών και ποδηλατών. Οι μη διαμορφωμένες εισοδοί και εξοδοί παρέχουν στον σχεδιαστή μεγαλύτερη ευελιξία ως προς τη χωροθέτηση των διαβάσεων πεζών.

Σε οδούς με όρια ταχύτητας άνω των 40 μιλίων/ώρα, ο σχεδιασμός των συμπαγών κυκλικών κόμβων είναι παρόμοιος με αυτόν των κανονικών κυκλικών κόμβων, με τη διαφορά ότι διατηρούνται οι εισοδοί και εξοδοί μιας λωρίδας και μέσα στον δακτύλιο.



Σχήμα 3-2: Συμπαγής κυκλικός κόμβος σε αστική περιοχή

3.1.3 Μίνι κυκλικοί κόμβοι

Οι μικροί κυκλικοί κόμβοι, γνωστοί και ως mini roundabouts, είναι ιδιαίτερα διαδεδομένοι στις αστικές περιοχές όπου ο διαθέσιμος χώρος είναι περιορισμένος. Αυτοί οι κόμβοι συνήθως αποτελούνται από ένα μικρό κεντρικό νησί, το οποίο μπορεί να είναι υπερυψωμένο ή ακόμα και επίπεδο, επιτρέποντας τη διέλευση μεγάλων οχημάτων όπως λεωφορεία και φορτηγά. Οι μικροί κυκλικοί κόμβοι είναι κατάλληλοι

για περιοχές με όριο ταχύτητας 30 μίλια/ώρα ή λιγότερο και όπου η ταχύτητα κυκλοφορίας είναι μικρότερη από 35 μίλια/ώρα ή σε απόσταση 70 μέτρων από την προτεινόμενη γραμμή παραχώρησης σε όλες τις προσβάσεις. Οι διαστάσεις του κεντρικού νησιού και των λωρίδων κυκλοφορίας είναι μικρότερες σε σύγκριση με τους τυπικούς κυκλικούς κόμβους. Το κεντρικό νησί έχει συνήθως διάμετρο μικρότερη από 4 μέτρα. Οι μικροί κυκλικοί κόμβοι αναγκάζουν τους οδηγούς να μειώσουν την ταχύτητα, κάτι που μειώνει την πιθανότητα ατυχημάτων. Ακόμα επιτρέπει τη συνεχή ροή της κυκλοφορίας, μειώνοντας τις καθυστερήσεις. Το βασικό πλεονέκτημα των μικρών κυκλικών κόμβων είναι το κόστος κατασκευάσεις τους και η συντήρηση, τα οποία είναι χαμηλά. Βασικό πρόβλημα των κόμβων αυτών είναι όταν οι κυκλοφοριακές ροές είναι χαμηλές, όπου οι οδηγοί δεν μπορούν να προβλέψουν τη σύγκρουση με άλλους χρήστες της οδού, με αποτέλεσμα να προσεγγίζουν τη διασταύρωση με ακατάλληλες ταχύτητες. Η ανεπαρκής ορατότητα μπορεί να προκαλέσει προβλήματα σε περιοχές με περιορισμένο πεδίο, όπως σε γωνιακές διασταυρώσεις όπου κτίρια ή βλάστηση περιορίζουν την ορατότητα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι οδηγοί ενδέχεται να μην έχουν αρκετό χρόνο για να αντιδράσουν σωστά, αυξάνοντας τον κίνδυνο ατυχημάτων. Η κατάσταση αυτή μπορεί να επιδεινωθεί περαιτέρω από την έλλειψη σωστής σήμανσης ή φωτισμού.

3.1.4 Σηματοδοτούμενοι κυκλικοί κόμβοι

Ένας σηματοδοτούμενος κυκλικός κόμβος διαθέτει σηματοδότες σε μία ή περισσότερες από τις προσβάσεις και στο αντίστοιχο σημείο του ίδιου του κυκλικού οδοστρώματος. Η εγκατάσταση σηματοδοτών, με συνεχή ή μερική λειτουργία, σε ορισμένα ή όλα τα σημεία εισόδου μπορεί να είναι κατάλληλη όταν ένας κυκλικός κόμβος δεν αυτορυθμίζεται φυσικά. Αυτό μπορεί να συμβαίνει για ένα συνδυασμό λόγων όπως αύξηση της κυκλοφοριακής ροής, υψηλές κυκλοφοριακές ταχύτητες και σημαντικά διαφορετικές ροές κατά την ώρα αιχμής. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να είναι δυνατόν να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα με κατάλληλες αλλαγές στη διάταξη και αυτό θα πρέπει να ελέγχεται με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού πριν από την εγκατάσταση σηματοδοτών, καθώς αυτό μπορεί να είναι φθηνότερο και αποτελεσματικότερο.

Η επιλογή του τύπου του κυκλικού κόμβου διέπεται από ένα συνδυασμό παραγόντων όπως: το όριο ταχύτητας στις οδούς προσέγγισης, το επίπεδο της κυκλοφοριακής ροής και το επίπεδο της ροής μη μηχανοκίνητων χρηστών και άλλοι περιορισμοί όπως η κατάληψη γης.

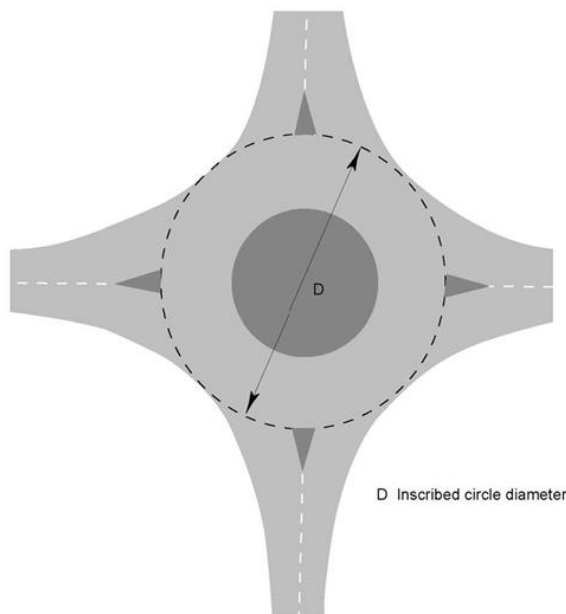
3.2 Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

3.2.1 Κεντρική Περιοχή

Η διάμετρος εγγεγραμμένου κύκλου (D) ενός κυκλικού κόμβου αναφέρεται στη διάμετρο του μεγαλύτερου κύκλου που μπορεί να τοποθετηθεί εντός του περιγράμματος του κόμβου. Η διάμετρος του εγγεγραμμένου κύκλου ενός κανονικού

κυκλικού κόμβου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 100 μέτρα. Μεγαλύτερες διαμέτροι μπορούν να οδηγήσουν τα οχήματα σε ταχύτητες που υπερβαίνουν τα 30 μίλια/ώρα, γεγονός που μπορεί να επιβαρύνει την ομαλή λειτουργία της κυκλοφορίας. Σε υφιστάμενους κυκλικούς κόμβους με διαχωριστική γραμμή, η διάμετρος του εγγεγραμμένου κύκλου συνήθως υπερβαίνει τα 100 μέτρα, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει υψηλές ταχύτητες κυκλοφορίας και να δημιουργήσει λειτουργικές δυσκολίες. Οι μελετητές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη αυτές τις παραμέτρους κατά τον σχεδιασμό νέων κυκλικών κόμβων με διαχωρισμένη κυκλοφοριακή νησίδα και, εάν χρειαστεί, να εξετάσουν μέτρα αντιμετώπισης.

Η ελάχιστη επιτρεπτή διάμετρος του εγγεγραμμένου κύκλου για έναν κανονικό ή συμπαγή κυκλικό κόμβο είναι 28 μέτρα, που αποτελεί τη μικρότερη διάμετρο η οποία μπορεί να φιλοξενήσει τη διαδρομή του «οχήματος σχεδιασμού». Εάν η διάμετρος του εγγεγραμμένου κύκλου κυμαίνεται μεταξύ 28 και 36 μέτρων, θα πρέπει να εξεταστεί η πιθανότητα χρήσης συμπαγούς κυκλικού κόμβου, εφόσον οι κυκλοφοριακές ροές μπορούν να εξυπηρετηθούν αποτελεσματικά.



Σχήμα 3-3: Διάμετρος
εγγεγραμμένου κύκλου σε
κανονικό ή συμπαγή κυκλικό
κόμβο με συμμετρικό
περίγραμμα

3.2.2 Κυκλοφοριακό Οδόστρωμα

Το κυκλοφοριακό οδόστρωμα των κανονικών ή συμπαγών κυκλικών κόμβων πρέπει, κατά κανόνα, να είναι κυκλικό και σταθερού πλάτους. Ωστόσο, σε πιο σύνθετους κυκλικούς κόμβους, όπως εκείνους που χρησιμοποιούν σπειροειδή σήμανση, το πλάτος του οδοστρώματος θα πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα με την κυκλοφοριακή ζήτηση. Οι στενές στροφές πρέπει να αποφεύγονται, καθώς ενδέχεται να αυξήσουν την πιθανότητα αποκόλλησης φορτίων από μεγάλα φορτηγά οχήματα, ενώ μπορούν επίσης

να προκαλέσουν ατυχήματα απώλειας ελέγχου, ιδιαίτερα για τα μηχανοκίνητα δίκυκλα.

Το πλάτος οδοστρώματος του δακτυλίου πρέπει να είναι μεταξύ 1,0 και 1,2 φορές το μέγιστο πλάτος εισόδου, εξαιρουμένης της υπερβατής ζώνης. Στους κανονικούς κόμβους και στους κυκλικούς κόμβους όπου οι οδοί που διασταυρώνονται βρίσκονται σε διαφορετικό υψόμετρο, το πλάτος του κυκλικού οδοστρώματος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 15 μέτρα. Στους συμπαγείς κυκλικούς κόμβους, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 6 μέτρα, αν και μπορεί να απαιτείται πρόσθετη περιοχή υπέρβασης για μικρές τιμές της διαμέτρου του εγγεγραμμένου κύκλου, ανάλογα με τους τύπους των οχημάτων που χρησιμοποιούν τον κυκλικό κόμβο .

Για μεγαλύτερους κυκλικούς κόμβους, το πλάτος του κυκλικού οδοστρώματος μπορεί να μειωθεί με την επέκταση της διαχωριστικής νησίδας, κατά προτίμηση με τη χρήση πεζοδρομίων, αν και μπορεί να επιτευχθεί με διαγραμμίσεις. Αυτή η μέθοδος μείωσης του κυκλοφοριακού πλάτους μπορεί επίσης να υιοθετηθεί ως προσωρινό μέτρο κατά τα πρώτα χρόνια ενός σχεδίου. Ταυτόχρονα, η λωρίδα εισόδου εκτός δρόμου μπορεί να τεθεί εκτός χρήσης, π.χ. με τη χρήση χρωματιστού ή δομημένου οδοστρώματος ή διαγραμμισμένης σήμανσης.

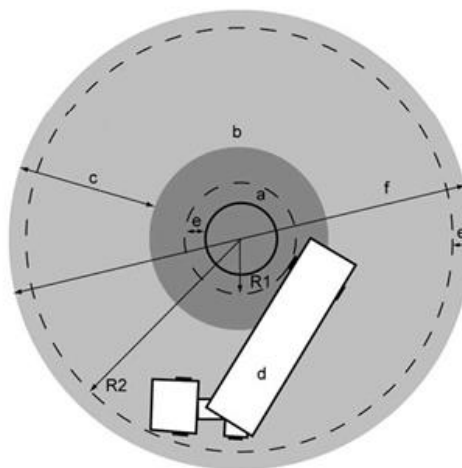
Για τους μικρότερους κυκλικούς κόμβους, η αύξηση του μεγέθους της κεντρικής νησίδας είναι η καταλληλότερη μέθοδος προσωρινής μείωσης του κυκλοφοριακού οδοστρώματος, κατά προτίμηση με φυσικά μέσα, αλλά εναλλακτικά με χρωματιστό οδόστρωμα ή διαγραμμισμένη σήμανση.

3.2.3 Κεντρική Νησίδα

Η κεντρική νησίδα θα πρέπει να έχει κυκλικό σχήμα και να έχει διάμετρο τουλάχιστον 4 μέτρων. Οι μίνι κυκλικοί κόμβοι διαθέτουν κεντρική διαγράμμιση χωρίς νησίδες. Με διάμετρο έως 4 μέτρα, που μπορούν να παρακαμφθούν όταν αυτό είναι αναγκαίο. Οι διαστάσεις του εγγεγραμμένου κύκλου, το πλάτος του κυκλικού οδοστρώματος και η διάμετρος της κεντρικής νησίδας είναι αλληλένδετα, δηλαδή, μόλις καθοριστούν δύο από αυτά τα μεγέθη, τα υπόλοιπα προσδιορίζονται αυτόματα.

3.2.4 Όχημα Σχεδιασμού

Το όχημα σχεδιασμού αποτελεί ένα αρθρωτό όχημα με μονό άξονα στο πίσω μέρος του ρυμουλκούμενου και έχει μήκους 15,5 μέτρων. Οι απαιτήσεις χώρου στροφής αυτού του οχήματος σε κυκλικό κόμβο με διάμετρο εγγεγραμμένου κύκλου μεταξύ 28 και 36 μέτρων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3-1. Παρόλο που αυτός ο τύπος οχήματος δεν είναι συνηθισμένος στους δρόμους, οι απαιτήσεις του για στροφή είναι μεγαλύτερες από εκείνες όλων των άλλων οχημάτων εντός των συνήθων μέγιστων διαστάσεων που επιτρέπονται από τους ισχύοντες κανονισμούς κατασκευής και χρήσης οχημάτων ή που είναι πιθανό να επιτραπούν στο εγγύς μέλλον. Οι απαιτήσεις για άλλα οχήματα (συμπεριλαμβανομένου ενός άκαμπτου οχήματος μήκους 11 μέτρων, ενός πούλμαν μήκους 12 μέτρων, ενός λεωφορείου 15 μέτρων, ενός συνδυασμού έλξης-ρυμουλκούμενου 18,35 μέτρων και ενός αρθρωτού οχήματος 16,5 μέτρων) είναι λιγότερο επαχθείς. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η διαδρομή σάρωσης για το όχημα σχεδιασμού μπορεί να προσκρούει ελαφρώς (έως και 0,3 m) είτε στο εσωτερικό είτε στο εξωτερικό περιθώριο ελεύθερου χώρου 1 m. Δεδομένης της αναμενόμενης συχνότητας αυτού του τύπου οχήματος, αυτό δεν θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό και οι διαστάσεις δεν θα πρέπει να αυξηθούν ανάλογα.



Εικόνα 3-1: Όχημα Σχεδιασμού

- a) Κεντρική νησίδα
- b) Κεντρική περιοχή παράκαμψης, όπου προβλέπεται
- c) Υπολειπόμενο πλάτος κυκλικού οδοστρώματος = 1,0-1,2 x μέγιστο πλάτος εισόδου
- d) Όχημα Σχεδιασμού
- e) Ελάχιστη απόσταση 1m
- f) Διάμετρος κύκλου

Πίνακας 3-1:Απαιτούμενα πλάτη στροφής για μικρότερους κανονικούς ή συμπαγείς κυκλικούς κόμβους

Διάμετρος Κεντρικής Νησίδας	R1 (m)	R2 (m)	Ελάχιστη Διάμετρος Κύκλου
4.0	3.0	13.0	28.0
6.0	4.0	13.4	28.8
8.0	5.0	13.9	29.8
10.0	6.0	14.4	30.8
12.0	7.0	15.0	32.0
14.0	8.0	15.6	33.2
16.0	9.0	16.3	34.6
18.0	10.0	17.0	36.0

Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τα ελαφρά οχήματα συναντούν επαρκή εκτροπή εισόδου σε Συμπαγή ή μικρούς Κανονικά κυκλικούς κόμβους, μπορεί να είναι απαραίτητη μια περιοχή υπέρβασης (δηλαδή μια υπερυψωμένη περιοχή χαμηλού προφίλ γύρω από την κεντρική νησίδα) . Θα πρέπει να μπορεί να τοποθετηθεί από τα ρυμουλκούμενα μεγάλων φορτηγών οχημάτων, αλλά να μην είναι ελκυστική για τα αυτοκίνητα, π.χ. με κλίση και/ή επιφάνεια με υφή.

3.2.5 Διαχωριστική Νησίδα

Σε κάθε βραχίονα τοποθετούνται νησίδες διαχωρισμού, οι οποίες διαμορφώνονται ώστε να διαχωρίζουν και να καθοδηγούν την κυκλοφορία που εισέρχεται και εξέρχεται από τον κυκλικό κόμβο.

Οι διαχωριστικές νησίδες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να επεκτείνουν μια νησίδα στην προσέγγιση, την έξοδο ή την κυκλική οδό . Οι διαχωριστικές νησίδες με κορνίζα μπορούν να λειτουργήσουν ως καταφύγια πεζών, υπό την προϋπόθεση ότι είναι αρκετά μεγάλες ώστε να παρέχουν επαρκή ασφαλή χώρο στάσης για τους συνοδευόμενους χρήστες αναπηρικών αμαξιών και τους πεζούς με καροτσάκια ή ποδήλατα. Οι πινακίδες και άλλος παρόδιος εξοπλισμός μπορούν να τοποθετηθούν σε νησίδες με πεζοδρόμιο, εφόσον υπάρχει επαρκής χώρος για τη διατήρηση των απαιτούμενων αποστάσεων.

3.2.6 Είσοδοι

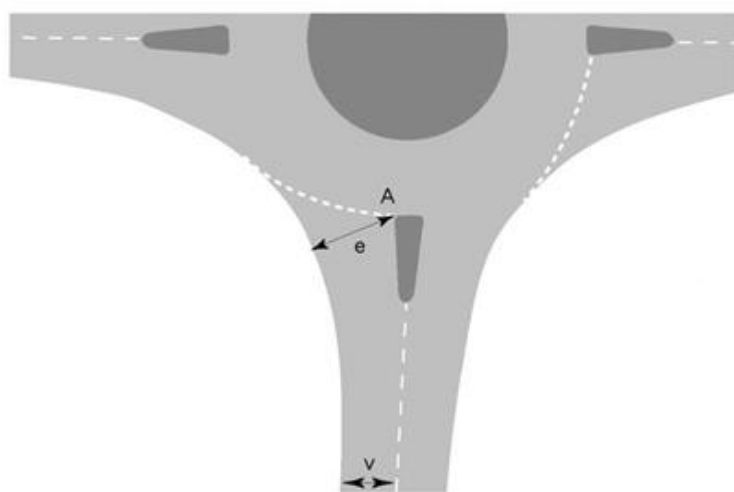
Για την επιλογή ενός ασφαλούς και επαρκούς σχεδιασμού εισόδου πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορες παράμετροι. Αυτές οι παράμετροι περιλαμβάνουν το πλάτος της εισόδου, τη διαπλάτυνση της εισόδου και τη γωνία εισόδου. Οι παράμετροι αυτές θα αναλυθούν παρακάτω.

3.2.7 Πλάτος εισόδου

Το πλάτος εισόδου e , αναφέρεται στο πλάτος του οδοστρώματος στο σημείο εισόδου. Υπολογίζεται από το σημείο A στο δεξιό άκρο της γραμμής παραχώρησης κατά μήκος της κάθετης γραμμής προς το εγγύς κράσπεδο (βλέπε Σχήμα 3-4). Για την εκτίμηση της χωρητικότητας, η μέτρηση πρέπει να λαμβάνεται ως το συνολικό πλάτος των λωρίδων που είναι πιθανό να χρησιμοποιούν οι οδηγοί, δηλαδή το πραγματικό πλάτος, το οποίο συνήθως βρίσκεται μεταξύ οποιασδήποτε λευκής επένδυσης ή διαγράμμισης. Όταν η ευθυγράμμιση των λωρίδων εισόδου είναι σωστή, το πλάτος εισόδου και το πραγματικό πλάτος εισόδου είναι το ίδιο.

Το πλάτος της εισόδου είναι βασικός παράγοντας που επηρεάζει τη χωρητικότητα, σε συνδυασμό με το μήκος και την απότομη καμπύλη. Μία ή δύο επιπλέον λωρίδες θα πρέπει να προστεθούν στην προσέγγιση σε έναν κανονικό ή διαχωρισμένο κυκλικό κόμβο. Ωστόσο, κατά γενικό κανόνα, δεν πρέπει να προστίθενται περισσότερες από δύο λωρίδες και καμία είσοδος δεν πρέπει να έχει πλάτος μεγαλύτερο από τέσσερις λωρίδες.

Το μισό πλάτος προσέγγισης v , είναι το πλάτος του οδοστρώματος προσέγγισης, εξαιρουμένων των διαχωριστικών γραμμών, πριν από κάθε άνοιγμα εισόδου. Είναι η μικρότερη απόσταση μεταξύ της διαχωριστικής γραμμής, ή της άκρης της κεντρικής νησίδας σε οδούς με διπλά οδοστρώματα, και της εγγύς πλευράς της οδού. Όπου υπάρχει λευκή περιμετρική γραμμή ή διαγράμμιση των άκρων, η μέτρηση πρέπει να λαμβάνεται μεταξύ των σημάνσεων και όχι από πεζοδρόμιο σε πεζοδρόμιο.



Σχήμα 3-4: Μισό πλάτος προσέγγισης και πλάτος εισόδου

Το πλάτος της λωρίδας στη γραμμή προτεραιότητας (μετρούμενο κατά μήκος του κανονικού προς το εγγύς κράσπεδο, όπως και για το πλάτος εισόδου) δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 3m ή μεγαλύτερο από 4,5m, με την τιμή 4,5m να είναι κατάλληλη για εισόδους με μία λωρίδα και τιμές 3 έως 3,5m για εισόδους με πολλές λωρίδες. Κατά την προσέγγιση ενός οδοστρώματος σε κανονικό κυκλικό κόμβο, το πλάτος εισόδου δεν πρέπει να ξεπερνά τα 10,5 μέτρα. Για την προσέγγιση διπλού οδοστρώματος σε κανονικό κυκλικό κόμβο, το πλάτος εισόδου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 15 μέτρα.

Εάν προβλέπεται διαπλάτυνση, οι κεκλιμένες λωρίδες πρέπει να έχουν ελάχιστο πλάτος 2,5m. Σε μια οδό με μονόδρομο, όπου οι προβλεπόμενες ροές είναι χαμηλές και το αυξημένο πλάτος λωρίδας δεν είναι λειτουργικά απαραίτητο, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ένας συμπαγής κυκλικός κόμβος με εισόδους μίας λωρίδας. Η είσοδος μπορεί να χρειαστεί να κλείσει για την εκτέλεση οποιασδήποτε μορφής συντήρησης, οπότε ο σχεδιασμός της διαχείρισης της κυκλοφορίας για τη συντήρηση θα πρέπει να συζητηθεί σε πρώιμο στάδιο της διαδικασίας σχεδιασμού με τον φορέα οπου ασχολείται με την συντήρηση.

Η διαμόρφωση των λωρίδων εισόδου πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις αναμενόμενες αναλογίες στροφών και την πιθανή προτίμηση της λωρίδας, δεδομένου ότι οι οδηγοί έχουν συχνά την τάση να χρησιμοποιούν την λωρίδα κοντά στη δεξιά άκρη. Η χρήση διακλάδωσης των λωρίδων, όπου η μία λωρίδα επεκτείνεται σε δύο, θα πρέπει να μεγιστοποιεί τη χρήση του πλάτους εισόδου. Δεν συνιστάται η χρήση πολύ μικρών λωρίδων στη δεξιά πλευρά, καθώς τείνουν να χρησιμοποιούνται σπάνια στην πράξη με αποτέλεσμα να συγκεντρώνονται απορρίμματα στο οδόστρωμα και να αποτελούν κίνδυνο για την ασφάλεια, ιδίως για τα δίκυκλα οχήματα.

3.2.8 Ευθυγράμμιση των λωρίδων εισόδου

Η σωστή ευθυγράμμιση των λωρίδων εισόδου είναι απαραίτητη. Εξαιρώντας τους συμπαγείς κυκλικούς κόμβους σε αστικό περιβάλλον, η γραμμή της νησίδας διαχωρισμού (ή της κεντρικής νησίδας στη περίπτωση δρόμου με διπλή κατεύθυνση) πρέπει να ακολουθεί ένα τόξο το οποίο, όταν προεκταθεί προς τα εμπρός, να συναντά την κεντρική νησίδα. Αυτό βοηθά στη μείωση της πιθανότητας οι διαδρομές των οχημάτων να αλληλεπικαλύπτονται.

3.2.8.1 Είσοδοι πολλαπλών λωρίδων

Στις εισόδους πολλαπλών λωρίδων, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι οι είσοδοι χρησιμοποιούνται ισότιμα, ώστε να αποφευχθεί η κατάσταση όπου ορισμένες λωρίδες υπερβαίνουν τη χωρητικότητα και άλλες υπολειτουργούν. Στις διαπλάτυνμένες εισόδους, η ουρά από μια λωρίδα με υπερβολική χρήση μπορεί να εμποδίσει την πρόσβαση σε άλλες λωρίδες.

3.2.8.2 Διεύρυνση Εισόδου

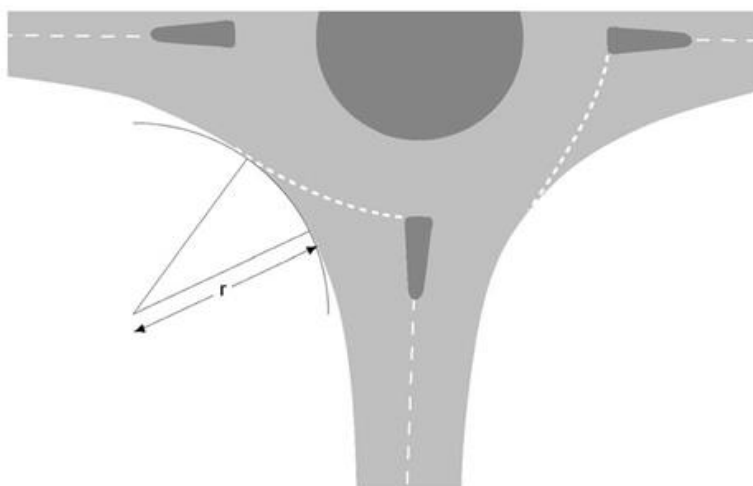
Η διεύρυνση της εισόδου αποτελεί μια τοπική προσαρμογή στο πλάτος της εισόδου. Οι τυπικοί κυκλικοί κόμβοι συχνά περιλαμβάνουν αυτή τη προσαρμογή, με την προσθήκη μίας ή δύο λωρίδων στη γραμμή προτεραιότητας, προκειμένου να αυξηθεί

η χωρητικότητα. Σε συμπαγείς κυκλικούς κόμβους, όπου η είσοδος αποτελείται από μια λωρίδα, πρέπει να υπάρχει μια μικρή διεύρυνση ώστε να μπορέσουν να εξυπηρετήσουν μεγάλα φορτηγά οχήματα. Ακόμα και μια μικρή αύξηση του πλάτους μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της χωρητικότητας.

Η χωρητικότητα μιας εισόδου μπορεί να βελτιωθεί με την αύξηση του μέσου πραγματικού μήκους της διαπλάτυνσης. Ένα ελάχιστο μήκος περίπου 5m σε αστικές περιοχές και 25m σε αγροτικές περιοχές είναι επιθυμητό, αλλά η χωρητικότητα θα είναι ο καθοριστικός παράγοντας.

3.2.8.3 Γωνία εισόδου

Η ακτίνα του κράσπεδου εισόδου, r , αντιστοιχεί στην ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας της γραμμής του εγγύς κράσπεδου μετρούμενη σε απόσταση 25 μέτρων μπροστά από τη γραμμή προτεραιότητας μέχρι 10 μετρά πίσω από αυτή. Αυτή η ακτίνα αναφέρεται στη καλύτερη εφαρμογή κυκλικής καμπύλης σε μήκος 25m. Η ακτίνα του κράσπεδου εισόδου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 10m. Εκτός από τους συμπαγείς κυκλικούς κόμβους, εάν η προσέγγιση προορίζεται για τακτική χρήση από μεγάλα φορτηγά οχήματα, η τιμή δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 20m. Ωστόσο, ακτίνες κράσπεδου εισόδου 100m ή περισσότερο τείνουν να οδηγήσουν σε ανεπαρκή εκτροπή εισόδου. Αν και η χωρητικότητα εισόδου αυτή φτάσει τα 20 μέτρα, οι περαιτέρω αυξήσεις προφέρουν μόνο ελάχιστες βελτιώσεις στη χωρητικότητα. Αντίθετα, η μείωση της ακτίνας του κράσπεδου εισόδου κάτω από 15 μέτρα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της χωρητικότητας.



Σχήμα 3-5: Ακτίνα οριογραμμής εισόδου

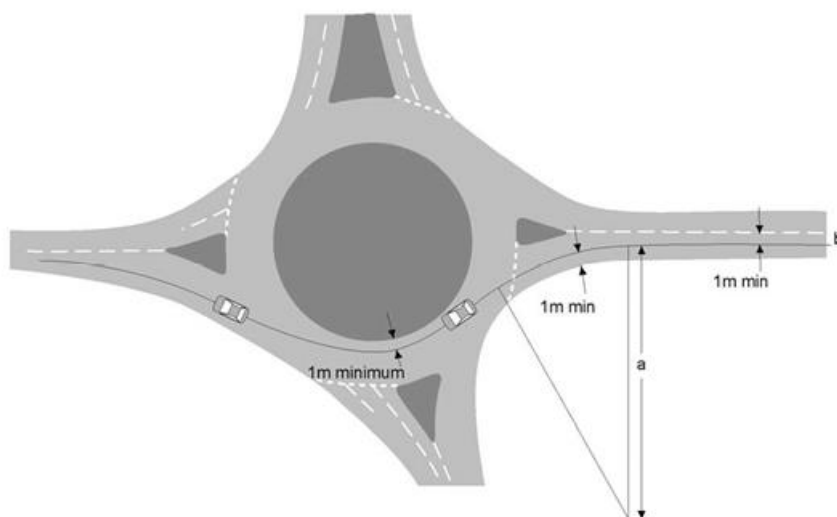
3.2.8.4 Ακτίνα Πορείας Εισόδου

Η ακτίνα της πορείας εισόδου (ή το αντίστροφό της, η καμπυλότητα της διαδρομής εισόδου) είναι ένα μέτρο της εκτροπής προς τα αριστερά που επιβάλλεται στα οχήματα που εισέρχονται σε κυκλικό κόμβο. Είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που καθορίζει την ασφάλεια στους κυκλικούς κόμβους, διότι ρυθμίζει την ταχύτητα των οχημάτων

που διέρχονται από τον κόμβο και το κατά πόσον οι οδηγοί είναι πιθανό να παραχωρήσουν προτεραιότητα στα οχήματα που κυκλοφορούν στην οδό .

Για τον προσδιορισμό της ακτίνας της διαδρομής εισόδου, σχεδιάζεται η ταχύτερη διαδρομή που επιτρέπεται από τη γεωμετρία. Αυτή είναι η ομαλότερη, πιο επίπεδη διαδρομή που μπορεί να ακολουθήσει ένα όχημα μέσω της εισόδου, γύρω από την κεντρική νησίδα και μέσω της εξόδου . Η διαδρομή θεωρείται ότι έχει πλάτος 2 μέτρα, έτσι ώστε το όχημα που την ακολουθεί να διατηρεί απόσταση τουλάχιστον ενός μέτρου μεταξύ της κεντρικής γραμμής της και οποιουδήποτε πεζοδρομίου ή διαγράμμισης. Η διαδρομή ξεκινά 50 μέτρα πριν από τη γραμμή υποχώρησης.

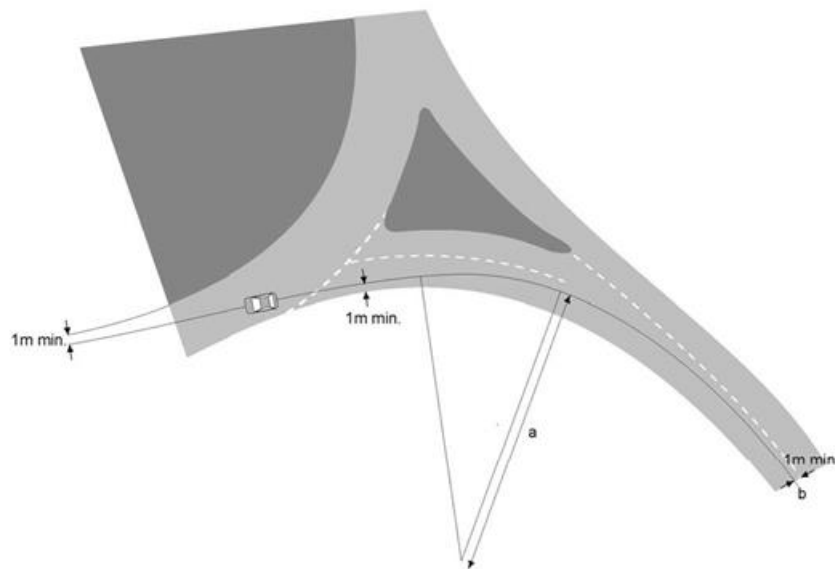
Η μικρότερη ακτίνα αυτής της διαδρομής κατά την είσοδο, η οποία εμφανίζεται κατά τη στροφή προς τα αριστερά πριν από την ένωση με το κυκλοφοριακό οδόστρωμα, ονομάζεται ακτίνα διαδρομής εισόδου. Σημειώνεται ότι αυτή είναι διαφορετική και δεν πρέπει να συγχέεται με την ακτίνα του πεζοδρομίου εισόδου. Η ακτίνα της διαδρομής εισόδου μπορεί να μετρηθεί με την εφαρμογή κατάλληλων προτύπων στην καμπύλη κοντά στη γραμμή. Είναι η ακτίνα της κυκλικής καμπύλης που εφαρμόζει καλύτερα σε μήκος 25 μέτρων.



Σχήμα 3-6: Προσδιορισμός της ακτίνας διαδρομής εισόδου για διαμπερή κίνηση σε κυκλικό κόμβο με 4 βραχίονες

- a) Η ακτίνα του πορείας εισόδου πρέπει να μετράται στη μικρότερη κυκλική καμπύλη που ταιριάζει καλύτερα σε απόσταση 25 μέτρων κατά μήκος της διαδρομής εισόδου προσέγγισης, κοντά στη γραμμή υποχώρησης αλλά όχι περισσότερο από 50 μέτρα πριν από αυτήν.
- b) Σημείο έναρξης 50 μέτρα από τη γραμμή πορείας και τουλάχιστον 1 μέτρο από το εγγύς κράσπεδο ή την κεντρική γραμμή (ή την άκρη του κεντρικού αποθεματικού).

Η ακτίνα της διαδρομής εισόδου πρέπει να ελέγχεται για όλες τις κινήσεις στροφής. Δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 70 μέτρα σε συμπαγείς κυκλικούς κόμβους σε αστικές περιοχές (όπου το όριο ταχύτητας και η ταχύτητα σχεδιασμού σε απόσταση 100 μέτρων από τη γραμμή προτεραιότητας σε οποιαδήποτε προσέγγιση δεν υπερβαίνει τα 40 μίλια/ώρα και τα 70 χιλιόμετρα/ώρα αντίστοιχα). Σε όλους τους άλλους τύπους κυκλικών κόμβων, η ακτίνα διαδρομής εισόδου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 100m. Σε αστικές περιοχές, οι περιορισμοί χώρου, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις στροφής των μεγάλων φορτηγών οχημάτων, μπορεί να επιβάλλουν έναν μικρό κανονικό ή συμπαγή κυκλικό κόμβο, ο οποίος δεν μπορεί να παρέχει επαρκή εκτροπή εισόδου μόνο μέσω της κεντρικής νησίδας. Στην περίπτωση αυτή, η εκτροπή πρέπει να δημιουργείται με τη διεύρυνση των διαχωριστικών νησίδων ή με την παροχή κεντρικής περιοχής παράκαμψης για τα μεγάλα φορτηγά οχήματα. Όταν υπάρχει περιοχή παράκαμψης και είναι αποτελεσματική στην αποτροπή των οδηγών ελαφρών οχημάτων από τη χρήση της, η ακτίνα της διαδρομής εισόδου θα πρέπει να μετράτε σε σχέση με την περίμετρο της περιοχής αυτής και όχι της κεντρικής νησίδας.



Σχήμα 3-7: Προσδιορισμός της ακτίνας διαδρομής εισόδου για την αριστερή στροφή όταν η προσέγγιση καμπυλώνει προς τα αριστερά

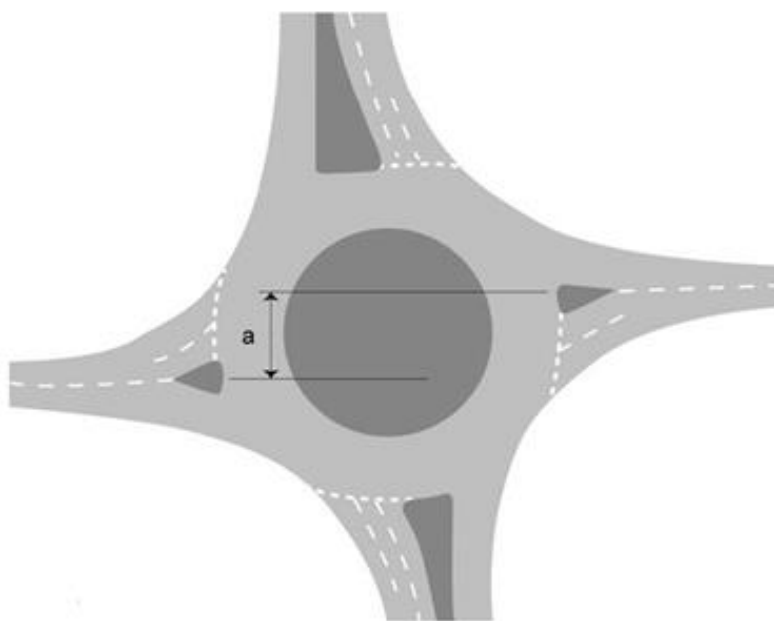
3.2.9 Πλάτος εξόδου

Το πλάτος εξόδου είναι το πλάτος του οδοστρώματος στην έξοδο και μετράτε με παρόμοιο τρόπο με το πλάτος εισόδου. Είναι η απόσταση μεταξύ του εγγύς πεζοδρομίου και της διαχωριστικής νησίδας εξόδου (ή του άκρου οποιασδήποτε διαχωριστικής νησίδας ή κεντρικής εφεδρείας) όπου τέμνεται με το εξωτερικό άκρο του κυκλικού οδοστρώματος. Όπως και με το πλάτος εισόδου, μετράτε κάθετα στο εγγύς πεζοδρόμιο. Οι τιμές είναι συνήθως παρόμοιες ή ελαφρώς μικρότερες από το

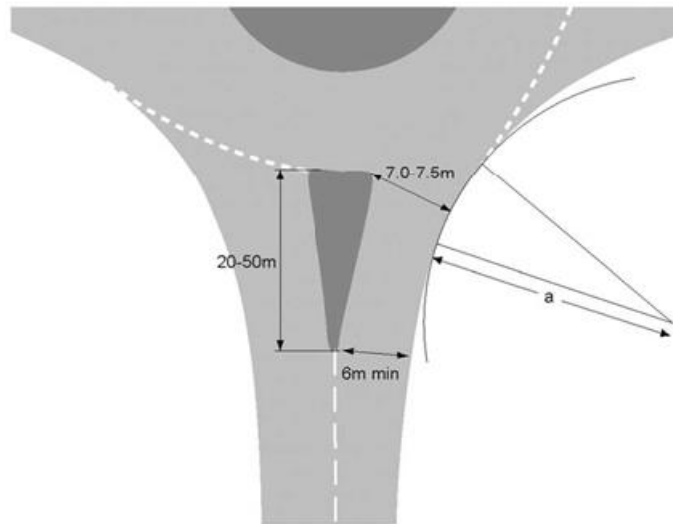
πλάτος εισόδου (οι εξόδοι έχουν μικρότερη διαπλάτυνση). Με εξαίρεση τους συμπαγείς κυκλικούς κόμβους, το πλάτος της εξόδου πρέπει, όπου είναι δυνατόν, να φιλοξενεί μία λωρίδα κυκλοφορίας .

Για παράδειγμα, σε έναν κανονικό κυκλικό κόμβο, εάν είναι ένας μονόδρομος με μεγάλη διαχωριστική νησίδα, το πλάτος της εξόδου πρέπει να είναι μεταξύ 7 και 7,5 μέτρων και η έξοδος πρέπει να μειώνεται σε τουλάχιστον 6 μέτρα, επιτρέποντας στην κυκλοφορία να περάσει ένα ακινητοποιημένο όχημα. Εάν είναι διπλής λωρίδας διπλής κυκλοφορίας, το πλάτος της εξόδου πρέπει να είναι μεταξύ 10m και 11m και η έξοδος πρέπει να μειώνεται σε δύο λωρίδες πλάτους.

Το πλάτος θα πρέπει να μειώνεται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η εισχώρηση των εξερχόμενων οχημάτων στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας στο τέλος της νησίδας διαχωρισμού. Συνήθως το πλάτος μειώνεται με κλίση 1:15 έως 1:20. Όταν η έξοδος βρίσκεται σε ανηφορική κλίση, το πλάτος της εξόδου μπορεί να διατηρηθεί για μια μικρή απόσταση πριν από τη μείωση του πλάτους. Αυτό συμβάλλει στη μείωση της περιοδικής συμφόρησης που προκαλείται από αργά επιταχυνόμενα μεγάλα φορτηγά οχήματα, δίνοντας στους άλλους οδηγούς την ευκαιρία να τα προσπεράσουν. Εάν ο δρόμος εξόδου βρίσκεται σε ανηφορική κλίση σε συνδυασμό με μια ευθυγράμμιση που στρέφεται προς τα αριστερά, μπορεί να είναι απαραίτητο να διατηρηθεί το πλάτος εξόδου σε μεγαλύτερη απόσταση για να εξασφαλιστεί ότι οι ελιγμοί προσπέρασης μπορούν να ολοκληρωθούν πριν από τη σύγκλιση.



Σχήμα 3-8: Μετατόπιση των Ανατολικών-Δυτικών κλάδων για την αύξηση της εκτροπής



Σχήμα 3-9:: Τυπική έξοδος μονής λωρίδας κυκλοφορίας σε κανονικό κυκλικό κόμβο με μεγάλη νησίδα διαχωρισμού

a: Ακτίνα Εξόδου 20-100m

3.2.10 Ακτίνα εξόδου

Η ακτίνα του κράσπεδου εξόδου είναι το ισοδύναμο της ακτίνας του κράσπεδου εισόδου στην έξοδο. Οι τιμές για την ακτίνα του κράσπεδου εξόδου πρέπει να υπερβαίνουν τη μεγαλύτερη ακτίνα εισόδου (εκτός από τους συμπαγείς κυκλικούς κόμβους, όπου πρέπει να είναι ίσες).

Σε έναν συμπαγή κυκλικό κόμβο, η τιμή της ακτίνας του πεζοδρομίου εξόδου πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 15 και 20 μέτρων. Σε άλλους κυκλικούς κόμβους, η ακτίνα του πεζοδρομίου εξόδου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 20m ή μεγαλύτερη από 100m. Μια τιμή 40m είναι επιθυμητή, αλλά για μεγαλύτερους κυκλικούς κόμβους σε δρόμους υψηλής ταχύτητας, μια υψηλότερη τιμή μπορεί να ταιριάζει στη συνολική γεωμετρία του κόμβου. Μια σύνθετη καμπύλη που ξεκινά με ακτίνα 40m και εξελίσσεται σε μεγαλύτερη ακτίνα, έως και 100m, θα προσφέρει συνήθως την καλύτερη λύση. Μεγαλύτερες τιμές ακτίνων εξόδου μπορεί να οδηγήσουν σε υψηλή ταχύτητα εξόδου, η οποία δεν θα είναι κατάλληλη εάν υπάρχει σημαντικός αριθμός ποδηλατών που χρησιμοποιούν τον κόμβο ή εάν οι εγκαταστάσεις διέλευσης πεζών βρίσκονται μετά.

Η μικρότερη δυνατή απόσταση μεταξύ ενός βραχίονα εισόδου και της επόμενης εξόδου διέπτεται από την ελάχιστη ακτίνα εισόδου (10m) και την ελάχιστη ακτίνα εξόδου για τον τύπο του εν λόγω κυκλικού κόμβου (15m σε έναν συμπαγή κυκλικό κόμβο, διαφορετικά 20m).

Εάν ένας κυκλικός κόμβος πρόκειται να τροποποιηθεί ώστε να περιλαμβάνει έναν πρόσθετο βραχίονα, θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε να διασφαλιστεί ότι αυτό δεν επηρεάζει την ασφάλεια στην προηγούμενη είσοδο και την επόμενη έξοδο. Ενδέχεται να είναι απαραίτητος ο επανασχεδιασμός ολόκληρου του κόμβου εάν δεν μπορεί να

επιτευχθεί επαρκής απόσταση και εκτροπή μεταξύ των εισόδων και των παρακείμενων εξόδων.

Οι έξοδοι θα πρέπει να ελέγχονται για να διασφαλίζεται ότι οι διαδρομές των οχημάτων είναι ομαλές και ότι τα οχήματα δεν κατευθύνονται προς τις νησίδες διαχωρισμού. Οι διαχωριστικές νησίδες πρέπει να καταλήγουν σε εφαπτομένη (ή, τουλάχιστον, παράλληλη) με την κεντρική γραμμή και να είναι αρκετά μεγάλες ώστε να εμποδίζουν ένα εξερχόμενο όχημα να διασχίσει την κεντρική γραμμή και να εισέλθει στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας.

Εάν ο μέγιστος όγκος της εξόδου πλησιάζει τη χωρητικότητα του συνδετικού τμήματος, μπορεί να χρειαστούν κεκλιμένες λωρίδες με κλίσεις μεγαλύτερες από 1:20 για τη συγχώνευση της κυκλοφορίας, καθώς η πυκνότητα κυκλοφορίας σε κάθε λωρίδα θα είναι υψηλή. Οι απότομες στροφές σε εξόδους μπορεί να αυξήσουν την πιθανότητα αποκόλλησης φορτίου από μεγάλα φορτηγά οχήματα και να μειώσουν την κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου.

Κεφάλαιο 4 Σχέδιο Ελληνικών Προδιαγραφών

4.1 Τύποι Κυκλικών κόμβων

Σύμφωνα με τα ελληνικά δεδομένα, οι κόμβοι κυκλικής κίνησης διακρίνονται ανάλογα με το μέγεθος και το περιβάλλον κατασκευής τους σε έξι βασικές κατηγορίες, οι οποίες περιγράφονται παρακάτω.

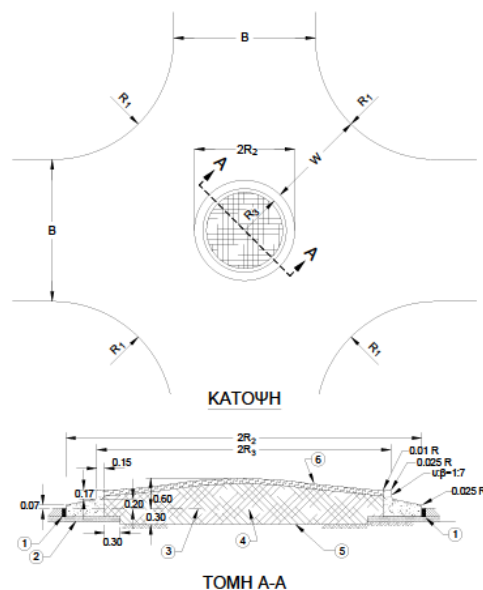
4.1.1 Κομβίδια Κυκλικής Κίνησης

Αυτή η κατηγορία εφαρμόζεται κυρίως σε αστικές περιοχές. Το βασικό της χαρακτηριστικό είναι η πλήρως υπερβατή κεντρική νησίδα, η οποία επιτρέπει τη διέλευση φορτηγών οχημάτων, ακόμα και με δυνατότητα διέλευσης πάνω από αυτήν. Συνήθως, απαιτεί μικρή επιφάνεια και χρησιμοποιείται σε δρόμους όπου οι ταχύτητες δεν ξεπερνούν τα 40 km/h.

Επιλέγεται κυρίως όταν υπάρχουν σοβαροί περιορισμοί χώρου και δεν είναι δυνατή η κατασκευή ενός τυπικού κόμβου κυκλικής κίνησης με μία λωρίδα, ο οποίος να εξυπηρετεί και τα βαρέα οχήματα. Ένα από τα πλεονεκτήματα αυτής της διάταξης είναι η ελάχιστη ανάγκη για χώρο και η δυνατότητα εφαρμογής της με μικρές τροποποιήσεις στις γωνίες μιας υπάρχουσας διασταύρωσης. Τα χαρακτηριστικά μεγέθη για την υλοποίηση αυτών των διατάξεων παρουσιάζονται στην επόμενη Εικόνα 4-1.



Εικόνα 4-1: Κόμβος κυκλικής κίνησης σε υφιστάμενη διασταύρωση με υπερυψωμένη κεντρική νησίδα



Υπόμνημα:

1. Αρμός κοπής ασφαλτικού
2. Οδόστρωμα
3. Στάθμη υφιστάμενης επιφάνειας οδοστρώματος
4. Φυτική γη
5. Πυθμένας εκσκαφής μέχρι το φυτικό έδαφος και σε βάθος <3,30m από την επιφάνεια του οδοστρώματος
6. Χλοοτάπητας

Οι συνιστώμενες διαστάσεις της κυκλικής νησίδας, ανάλογα με τα πλάτη των διασταυρούμενων οδών, αναφέρονται στον επόμενο Πίνακα 4-1.

Σχήμα 4-1: Κατασκευή κυκλικής νησίδας σε υφιστάμενο οδόστρωμα

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

Πίνακας 4-1: Χαρακτηριστικές διαστάσεις για εφαρμογή κυκλικής νησίδας

Τα κύρια ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη περιλαμβάνουν τον δομικό διαχωρισμό της πορείας των οχημάτων, το πλάτος που καλύπτεται από τα αμαξώματα των οχημάτων και την ορατότητα στον κόμβο. Δεδομένου ότι η κεντρική νησίδα πρέπει να είναι πλήρως προσβάσιμη, ο γενικός σχεδιασμός θα πρέπει να διασφαλίζει μια

δομική διαμόρφωση που θα καθοδηγεί φυσιολογικά τους οδηγούς στην κατάλληλη πορεία.

Ο υποβαθμισμένος σχεδιασμός μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τα ακόλουθα:

- Η εκτέλεση αριστερών στροφών μπροστά από την κεντρική νησίδα (βλ. Σχήμα 4-1)
- Η διέλευση πάνω από την κεντρική νησίδα, μη τηρώντας την παραχώρηση προτεραιότητας κατά την είσοδο.
- Η διέλευση από τον κόμβο με υπερβολικές ταχύτητες.

Τα κομβίδια θα πρέπει να σχεδιάζονται όσο το δυνατόν μεγαλύτερα εντός του διαθέσιμου χώρου. Συνήθως, η εξωτερική διάμετρος του δακτυλίου κυκλοφορίας δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 30 μέτρα. Σε περιπτώσεις όπου εφαρμόζεται διάμετρος 30 μέτρων, είναι πιθανό να είναι αρκετά μεγάλη ώστε τα οχήματα σχεδίασης να μπορούν να διέλθουν γύρω από μια υπερυψωμένη κεντρική νησίδα. Αυτή η νησίδα προσφέρει φυσικό δομικό διαχωρισμό στη ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων, γεγονός που σημαίνει ότι ο σχεδιασμός «Κ3 - 1 λωρίδα» είναι επιθυμητός όταν η διάμετρος μπορεί να είναι ≥ 30 μέτρα.



Εικόνα 4-2: Κομβίδια με κεντρική νησίδα πλήρως διελεύσιμη από φορτηγά

4.1.2 Αστικοί συνεπτυγμένοι

Οι αστικοί συνεπτυγμένοι κόμβοι χαρακτηρίζονται από τη σχετικά μικρή διάμετρο της εξωτερικής τους περιμέτρου, συνήθως περίπου 25-30 μέτρα, και την κεντρική νησίδα που δεν είναι υπερβατή. Διαθέτουν μία λωρίδα κυκλοφορίας στον δακτύλιο για κάθε κατεύθυνση στις εισόδους του κόμβου. Για την εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων, μπορεί να είναι αναγκαία μια υπερβατή ζώνη γύρω από την κεντρική νησίδα. Αυτή η κατηγορία επιλέγεται για παρόμοιους λόγους με τους κομβιδίων, αλλά προσφέρει πιο ευνοϊκό περιβάλλον για πεζούς και ποδηλάτες, χάρη στις ήπιες κυκλοφοριακές συνθήκες που επιβάλλει.

4.1.3 Αστικοί 1 λωρίδας

Η κατηγορία των αστικών κόμβων μίας λωρίδας περιλαμβάνει κυκλικούς κόμβους με μία λωρίδα κυκλοφορίας στην περιφερειακή οδό για κάθε κατεύθυνση στις εισόδους του κόμβου. Είναι παρόμοιοι με τους αστικούς συνεπτυγμένους κόμβους, αλλά έχουν μεγαλύτερη εξωτερική διάμετρο (30-40 μέτρα) και μεγαλύτερες ακτίνες καμπυλότητας

στις προσβάσεις πριν από την είσοδο στον κόμβο. Οι διαχωριστικές νησίδες είναι υπερυψωμένες, ενώ περιμετρικά του κεντρικού κόμβου υπάρχει μια ζώνη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διέλευση βαρέων οχημάτων, εάν χρειαστεί. Αυτοί οι κόμβοι επιλέγονται για αστικές περιοχές με υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους, καθώς επιτρέπουν μεγαλύτερες ταχύτητες κυκλοφορίας και αυξημένη χωρητικότητα.

4.1.4 Αστικοί 2 λωρίδων

Οι αστικοί κόμβοι δύο λωρίδων ανήκουν στην κατηγορία των κυκλικών κόμβων σε αστικές περιοχές, όπου τουλάχιστον ένας κλάδος πρόσβασης διαθέτει δύο λωρίδες που οδηγούν στον κυκλικό κόμβο. Η γεωμετρία τους είναι παρόμοια με αυτή των αστικών κόμβων μίας λωρίδας, αλλά απαιτούν μεγαλύτερη έκταση για να υποστηρίξουν δύο λωρίδες κυκλοφορίας εντός του δακτυλίου. Αυτοί οι κόμβοι προτείνονται σε περιπτώσεις όπου οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι υψηλότεροι από εκείνους που δικαιολογούν τις κατώτερες κατηγορίες κόμβων, παρέχοντας μεγαλύτερη χωρητικότητα.

4.1.5 Υπεραστικοί 1 λωρίδας

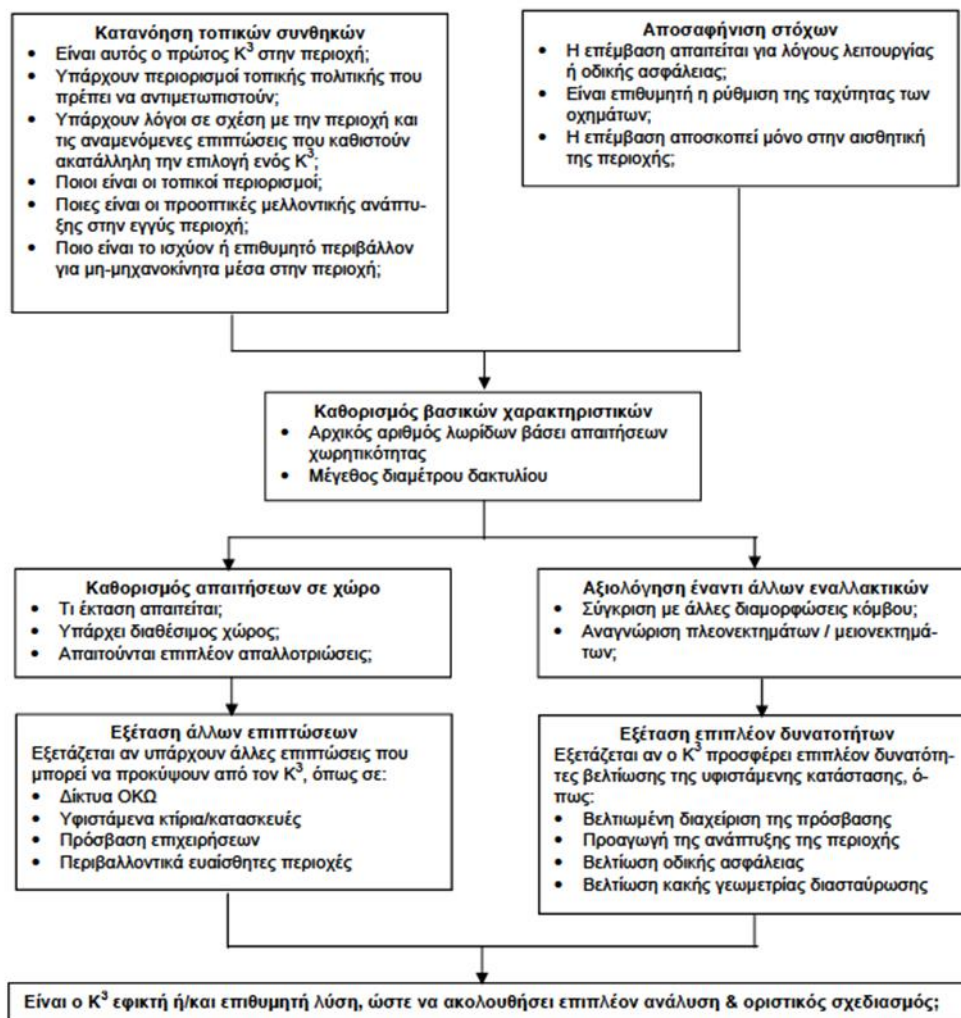
Οι υπεραστικοί κόμβοι μίας λωρίδας έχουν παρόμοιες γεωμετρίες με τους αστικούς κόμβους, αλλά διαθέτουν μεγαλύτερες ακτίνες για να επιτρέπουν υψηλότερες ταχύτητες στον δακτύλιο και στις εξόδους. Συνήθως, δεν υπάρχει υπερβατή ζώνη γύρω από την κεντρική νησίδα, καθώς οι μεγαλύτερες ακτίνες διευκολύνουν την ομαλή κίνηση των βαρέων οχημάτων. Επειδή αυτοί οι κόμβοι τοποθετούνται σε περιοχές όπου οι ταχύτητες κυκλοφορίας είναι συχνά υψηλές, είναι απαραίτητο να διασφαλιστεί η ασφαλής είσοδος στον κόμβο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη μείωση της ταχύτητας των οχημάτων μέσω κατάλληλης σήμανσης ή ειδικών γεωμετρικών χαρακτηριστικών, όπως καμπυλοειδείς εισοδοί.

4.1.6 Υπεραστικοί 2 λωρίδων

Οι υπεραστικοί κόμβοι δύο λωρίδων είναι παρόμοιοι με τους κόμβους μίας λωρίδας, αλλά διαθέτουν δύο λωρίδες κυκλοφορίας στον δακτύλιο και τουλάχιστον μία διακλάδωση πρόσβασης με δύο λωρίδες, ακόμα κι αν αυτή είναι μόνο για ένα μικρό τμήμα πριν την είσοδο στον δακτύλιο. Η διάμετρος της εξωτερικής περιμέτρου είναι συνήθως μεγαλύτερη, και οι ταχύτητες κυκλοφορίας είναι υψηλότερες, διευκολύνοντας τη ροή οχημάτων σε περιοχές με μεγαλύτερους κυκλοφοριακούς φόρτους.

4.2 Διαδικασία Επιλογής ως Λύσης της Μορφής K3

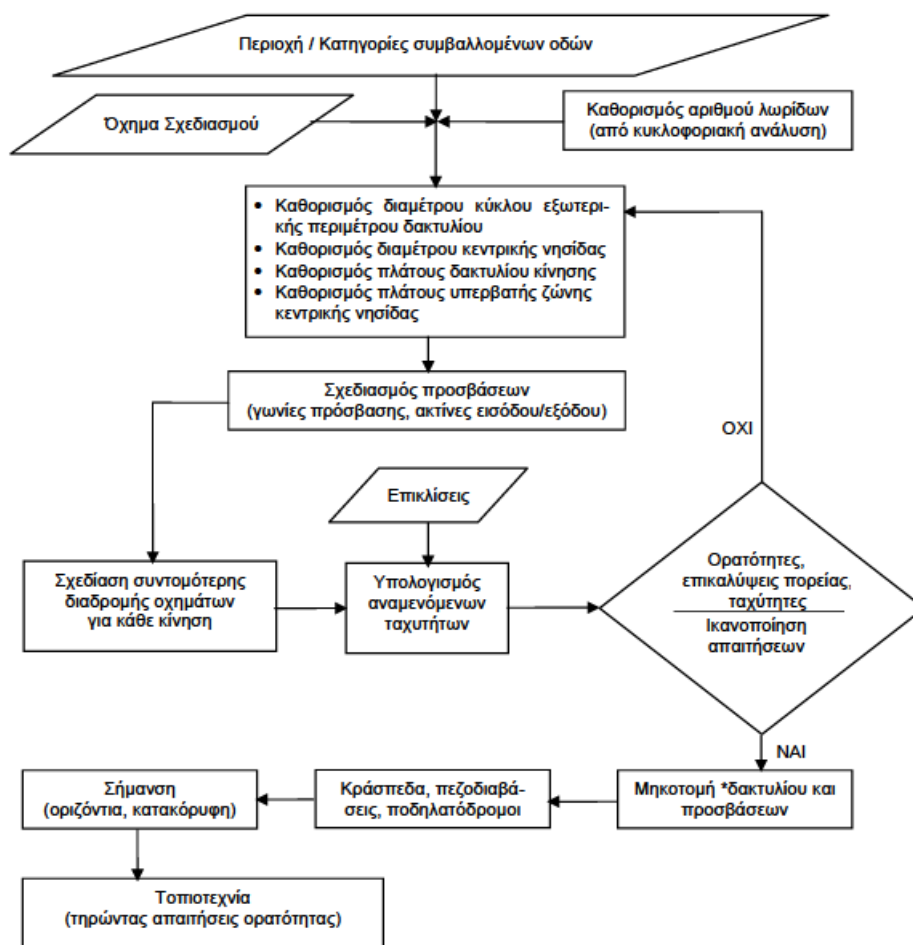
Η διαδικασία επιλογής μιας λύσης τύπου K3 περιλαμβάνει αρκετά στάδια, ξεκινώντας από την αρχική σύλληψη και την αναγνώριση των τοπικών αναγκών και περιορισμών, και φτάνοντας μέχρι την ενδεχόμενη διαπραγματεύση με τους τοπικούς φορείς και τον τελικό σχεδιασμό της λύσης. Ένα τυπικό μοντέλο απόφασης για την επιλογή ή απόρριψη της λύσης K3 σε μια συγκεκριμένη περιοχή, πριν από την εκτέλεση των οριστικών αναλύσεων και την εκπόνηση λεπτομερών μελετών, απεικονίζεται στο διάγραμμα του επόμενου Σχήμα 4-2.



Σχήμα 4-2: Αρχικά στάδια διαδικασίας απόφασης επιλογής κατασκευής ενός K3

4.3 Βήματα Σχεδιασμού Κόμβων Κυκλικής Κίνησης

Αφού ληφθεί η απόφαση για την κατασκευή ενός κόμβου τύπου K3, ακολουθεί η λεπτομερής διαδικασία σχεδιασμού. Ορισμένα στοιχεία του κόμβου θα πρέπει να σχεδιαστούν, και ο σχεδιασμός ενδέχεται να απαιτεί συνεχή επαναπροσδιορισμό μέχρι να επιτευχθεί μια συνολικά αποδεκτή λύση. Αυτή η διαδικασία απεικονίζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Σχήμα 4-3: Βήματα σχεδιασμού κόμβου κυκλικής κίνησης

4.4 Γεωμετρικός Σχεδιασμός

4.4.1 Στοιχεία Σχεδιασμού

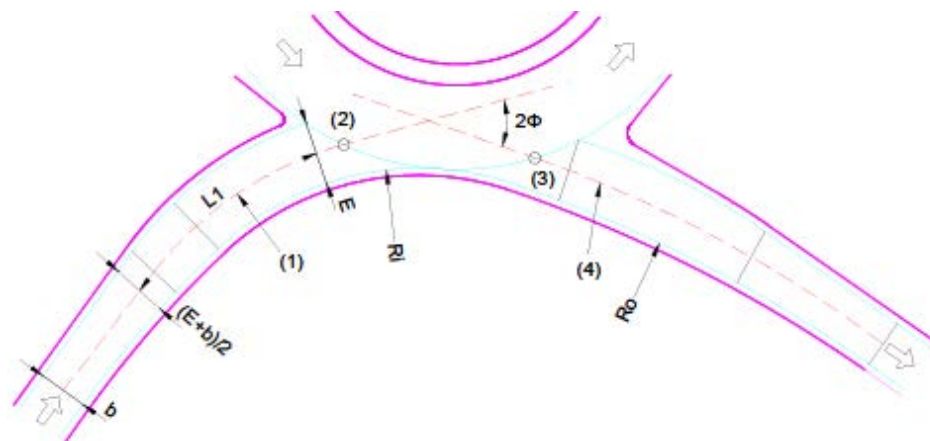
Τα προτεινόμενα μεγέθη διαμέτρου του κύκλου της εξωτερικής περιμέτρου του δακτυλίου κυκλοφορίας, ανάλογα με την περιοχή που εξυπηρετούν οι συμβαλλόμενες οδοί του κόμβου, την κατηγορία του κόμβου και τον αριθμό των λωρίδων του δακτυλίου, αναφέρονται στον επόμενο Πίνακα 4-2, ενώ οι λεπτομερείς διαστάσεις του δακτυλίου αναφέρονται στο Σχήμα 4-4.

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

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

Πίνακας 4-2: Συνιστώμενη διάμετρος κύκλου εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου

*Οι βασικές γεωμετρικές παράμετροι σχεδιασμού Κ3 απεικονίζονται στο Σχήμα 4-4 και περιγράφονται στον επόμενο πίνακα.



Σχήμα 4-4: Γεωμετρικοί παράμετροι σχεδιασμού

V: Κανονικό πλάτος λωρίδας της κανονικής διατομής της οδού πρόσβασης

E: Πλάτος λωρίδας (βλ. Πίνακας 4-3)

L': Το ήμισυ του μήκους ανάπτυξης της διαπλάτυνσης από πλάτος V σε E

Φ: Γωνία εισόδου

(1): Καμπύλη στο μέσον της διαπλατυσμένης λωρίδας εισόδου

(2): Σημείο επαφής επί της καμπύλης εισόδου στη θέση της οριογραμμής. Αρχή της εφαπτομένης προς την εσωτερική περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας σε απόσταση από αυτήν 1,5 m

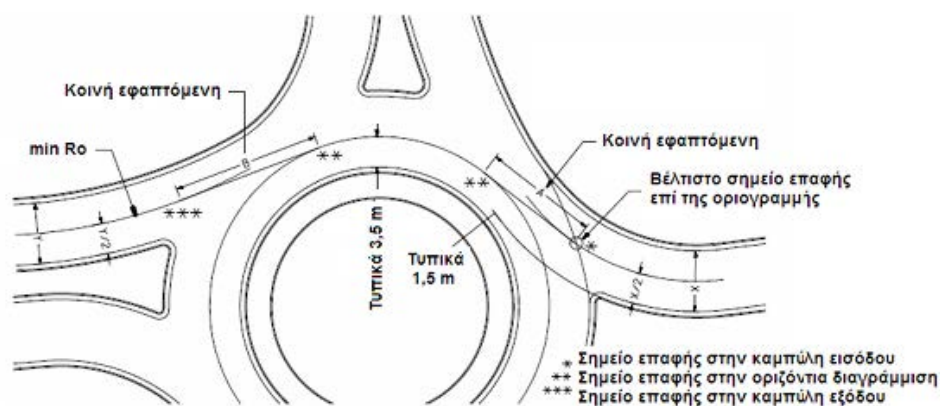
(3): Σημείο επαφής επί της καμπύλης εξόδου στη θέση της οριογραμμής. Αρχή της εφαπτομένης προς την εσωτερική περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας σε απόσταση από αυτήν 1,5 m

(4): Καμπύλη στο μέσον της διαπλατυσμένης λωρίδας εξόδου

Πίνακας 4-3: Τυπικά πεδία τιμών σχεδιασμού γεωμετρικών παραμέτρων

Γεωμετρικές παράμετροι ⁽¹⁾	Αριθμός λωρίδων στην είσοδο		
	1 λωρίδα	2 λωρίδες	3 λωρίδες
Πλάτος εισόδου (E)	5,5-6,7 m	7,3-8,5 m	10,4-12,2 m
Αποτελεσματικό τμήμα μήκους διαπλάτυνσης (L')	50 έως 100 m Εάν χρειάζεται για αυξημένη κυκλοφοριακή ικανότητα		
Ακτίνα εισόδου (Ri)	17-27 m	17-30 m	20-30 m
Γωνία εισόδου (Φ)	16°-30°		
Διάμετρος εξωτερικής περιμέτρου (f)	35-45 m	50-65 m	60-90 m
Πλάτος δακτυλίου κυκλοφορίας (c)	1,0 έως 1,2 φορές του μεγαλύτερου (E)		
Ακτίνα εξόδου (Ro)	Πρέπει να είναι >Ri		

Στην περίπτωση λειτουργίας δυο λωρίδων στο δακτύλιο κυκλοφορίας και στον κλάδο εισόδου, ο έλεγχος για την αποφυγή της επικάλυψης της πορείας εισόδου και εξόδου γίνεται με βάση το επόμενο Σχήμα 4-5.



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

Σχήμα 4-5: Μέθοδος ελέγχου επικάλυψης πορείας

Η καταλληλότητα της γεωμετρίας του K3 ελέγχεται σχεδιάζοντας την πιο σύντομη διαδρομή και υπολογίζοντας τις ταχύτητες σε κάθε μία από τις καμπύλες με ακτίνες R1, R2, R3, R4 και R5. Οι προτεινόμενες τιμές για τις ακτίνες δίνονται στον ακόλουθο πίνακα. Ο έλεγχος πραγματοποιείται υπολογίζοντας τις ταχύτητες που αναπτύσσονται κατά μήκος της συντομότερης διαδρομής, με σκοπό να επιβεβαιωθεί ότι οι ταχύτητες αυτές δεν διαφέρουν μεταξύ τους πάνω από 20 km/h.

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

Πίνακας 4-4: Μέγεθος ακτίνων συντομότερης διαδρομής και ταχύτητες

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

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

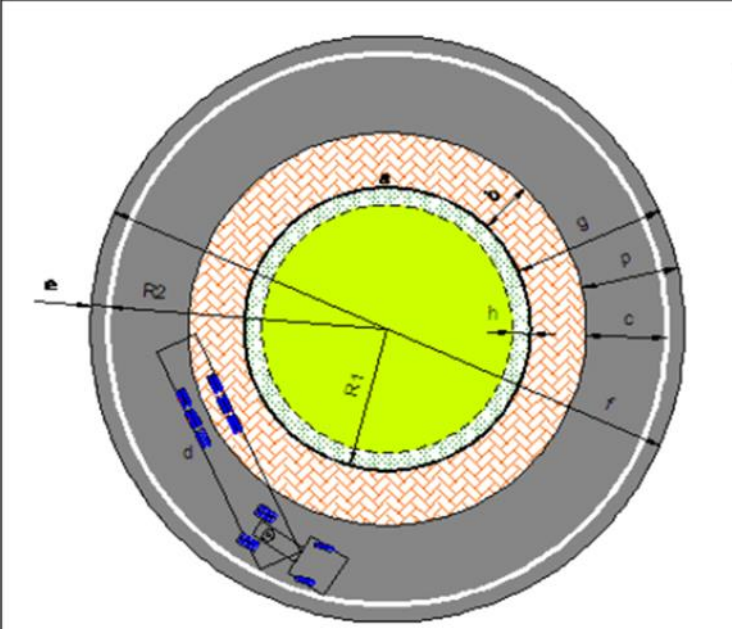
Οι ταχύτητες για κάθε μια από τις καμπύλες που έχουν ακτίνα R1 έως και R5 μπορεί να υπολογίζονται με τις ακόλουθες εξισώσεις:

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

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

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

Πίνακας 4-5: Διαστάσεις γεωμετρικών παραμέτρων σχεδιασμού σε Κ3

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

(1) Το πλάτος υπερβατής ζώνης καλύπτει την εξυπηρέτηση φορτηγού ρυμουλκού με ημιρυμουλκούμενο εκτός από τις επόμενες περιπτώσεις (2) και (3)

(2) Προσφέρεται εξυπηρέτηση μόνο φορτηγού και λεωφορείου, ενώ για εξυπηρέτηση φορτηγού ρυμουλκού με ημιρυμουλκούμενο απαιτείται η κατασκευή πλήρως υπερβατής κεντρικής νησίδας

(3) Εφόσον χρειάζεται να εξυπηρετείται η διέλευση φορτηγού ή και λεωφορείου τότε η κεντρική νησίδα κατασκευάζεται υπερυψωμένη κατά 100 mm πάνω από την επιφάνεια του οδοστρώματος

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

Οι νησίδες διαχωρισμού στις προσβάσεις δεν επιτρέπεται να προβάλλουν μέσα στο πλάτος «g» του δακτυλίου, εφόσον το περιμετρικό ασφαλικό έρεισμα έχει ελάχιστο πλάτος $e=1,0$ m (βλ. προηγούμενο Πίνακας 4-5). Η επιλογή του πλάτους δακτυλίου κυκλοφορίας αναφέρεται ειδικότερα πιο κάτω .

Αφού σχεδιαστούν τα βασικά γεωμετρικά στοιχεία και ελεγχθεί το πλάτος κατάληψης από το όχημα σχεδίασης (χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο λογισμικό), εάν προκύψει η ανάγκη για χρήση υπερβατής ζώνης γύρω από την κεντρική νησίδα, αυτή θα περιορίζεται σε πλάτος από 0,6 έως 4,2 μέτρα. Διαφορετικά, θα επανεξεταστεί ο σχεδιασμός προκειμένου να διασφαλιστεί ο απαραίτητος χώρος για την κίνηση των οχημάτων χωρίς την ανάγκη υπερβατής ζώνης. Η διαδικασία επιλογής ακτίνας εσωτερικής διαμέτρου του δακτυλίου κυκλοφορίας περιλαμβάνει επίσης την εκτίμηση των ταχυτήτων που αναμένεται να αναπτύσσουν τα οχήματα.

4.4.2 Πλάτος Δακτυλίου

Το πλάτος οποιουδήποτε ρείθρου (gutter) στην εσωτερική ή εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου δεν υπολογίζεται στο συνολικό πλάτος του. Σε περιπτώσεις με υψηλή κυκλοφορία οχημάτων, το συνολικό πλάτος του δακτυλίου για δύο λωρίδες θα πρέπει να ελέγχεται με τη χρήση ειδικού λογισμικού. Ο στόχος είναι να επιτραπεί τουλάχιστον στο μεγαλύτερο όχημα σχεδιασμού- συνήθως ένα ημιρυμουλκούμενο - να διέρχεται παράλληλα με ένα μικρό επιβατικό όχημα, χωρίς τα αμαξώματα των δύο οχημάτων να αναμειγνύονται. Αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι το φορτηγό θα πρέπει να παραμένει εντός των γραμμών κυκλοφορίας· είναι πιθανό να είναι αναγκαίο ή επιθυμητό το μπροστινό ή το πίσω μέρος του φορτηγού να υπερβαίνει τις οριογραμμές. Για τον λόγο αυτό, στην περίμετρο του δακτυλίου προβλέπεται ελεύθερη ζώνη πλάτους 1,0 μέτρου (βλ. τη διάσταση στον προηγούμενο Πίνακας 4-5).

Το πλάτος του οδοστρώματος του δακτυλίου κυκλοφορίας για δακτύλιο μίας λωρίδας πρέπει να είναι αρκετό ώστε να εξυπηρετεί λεωφορείο ενιαίου σώματος μήκους 15 μέτρων ή πυροσβεστικό όχημα. Είναι επίσης κρίσιμο η προβλεπόμενη υπερβατή ζώνη της κεντρικής νησίδας να επιτρέπει τη διέλευση ακόμα μεγαλύτερων οχημάτων.

Η εμφάνιση του φαινομένου του "ύβου καμήλας", που συμβαίνει όταν ένα τμήμα του δακτυλίου στην περιφέρειά του μένει ανεκμετάλλευτο, πρέπει να αποφεύγεται (βλ. Εικόνα 4-3). Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται όταν τα ίχνη των οχημάτων που κινούνται κανονικά για να κάνουν δεξιά στροφή προς την έξοδο στο αμέσως επόμενο τμήμα δεν διασχίζουν το ολόκληρο πλάτος του δακτυλίου, αφήνοντας ένα μέρος της επιφάνειας ανενεργό (το οποίο θυμίζει με "ύβο καμήλας" βλ. Εικόνα 4-3). Σε δακτυλίους με δύο ή περισσότερες λωρίδες, αυτό το φαινόμενο οφείλεται σε κακό σχεδιασμό, γεγονός που δημιουργεί κίνδυνο πλαγιομετωπικών συγκρούσεων λόγω της επικάλυψης των τροχιών των οχημάτων που κινούνται παράλληλα.



Εικόνα 4-3: Το φαινόμενο της μορφής "ύβου καμήλας" στον δακτύλιο κυκλοφορίας

4.4.3 Αριθμός Λωρίδων Δακτυλίου Κυκλοφορίας και Εισόδων/Εξόδων

Ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας στο δακτύλιο κυκλοφορίας περιορίζεται στον απολύτως αναγκαίο, λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα και τη μελλοντική ζήτηση, όπως καθορίζεται από τη σχετική λειτουργική ανάλυση. Οι μελετητές των Κ3 πρέπει να αποφεύγουν την προσθήκη επιπλέον λωρίδων που δεν συμβάλλουν σε αύξηση της χωρητικότητας, καθώς αυτό μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού όσον αφορά την οδική ασφάλεια. Ο σχεδιασμός που ενσωματώνει φάσεις υλοποίησης μπορεί να προβλέπει και να φιλοξενεί μελλοντικές επεκτάσεις, εάν προβλέπεται ότι μπορεί να απαιτηθούν περισσότερες λωρίδες στο μέλλον. Η αιτία της μη ισορροπημένης λειτουργίας των υπερβολικών λωρίδων μπορεί να είναι ο κακός γεωμετρικός σχεδιασμός στα σημεία εισόδου και εξόδου ή στις στροφές. Επιπλέον, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες μετά την έξοδο, όπως οι θέσεις επί των σκελών όπου υπάρχει σημαντική κυκλοφορία, η είσοδος/έξοδος από ανισόπεδο κόμβο ή η συμφόρηση από τον επόμενο ισόπεδο κόμβο.

Δεδομένου ότι ο δακτύλιος κυκλοφορίας θα έχει 2 λωρίδες, σε οδούς δύο λωρίδων (μία ανά κατεύθυνση) κατηγορίας ΑΠ και ΒΙV (βλ. ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ) ή ανώτερης, που συνδέονται με τον κόμβο, το οδόστρωμα της εισόδου θα διαμορφώνεται με 2 λωρίδες. Στις εξόδους, το οδόστρωμα μπορεί να έχει μία ή δύο λωρίδες, ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο και τις στρέφουσες κινήσεις.

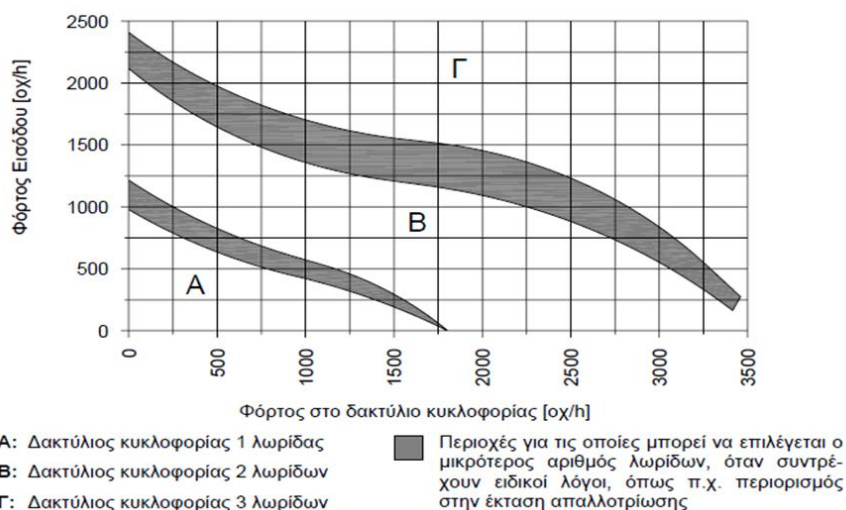
Όταν, λόγω υψηλού φόρτου, η έξοδος από το δακτύλιο προς οδό δύο λωρίδων (μία ανά κατεύθυνση) διαμορφώνεται με δύο λωρίδες, τότε η επιπλέον δεύτερη λωρίδα θα επεκτείνεται σε μήκος 175 μέτρων (με ελάχιστο 120 μέτρα) πέρα από την περιφέρεια του δακτυλίου, πριν συνενωθεί με τη μοναδική λωρίδα της κατεύθυνσης. Στο συγκεκριμένο μήκος περιλαμβάνεται και το μήκος taper των 60 μέτρων (με ελάχιστο 40 μέτρα).

Οι κόμβοι με δακτύλιο μίας λωρίδας χρησιμοποιούνται συνήθως όταν οι συμβαλλόμενες οδοί είναι δύο λωρίδων και ανήκουν σε κατηγορίες χαμηλότερες από ΑΠ και ΒΙΥ. Όταν οι οδοί πρόσβασης στον κόμβο είναι 4-ιχνες ή 6-ιχνες, θα πρέπει να διαμορφώνονται αντίστοιχα με οδόστρωμα 2 ή 3 λωρίδων στην κατεύθυνση εισόδου, όπως και ο δακτύλιος κυκλοφορίας.

Η εφαρμογή ενός κλάδου παράκαμψης του δακτυλίου, που επιτρέπει άμεση δεξιά στροφή από μια είσοδο προς την επόμενη έξοδο, επιλέγεται με βάση τα κριτήρια που αναλύονται παρακάτω.



Ο αριθμός των λωρίδων στον δακτύλιο κυκλοφορίας μπορεί αρχικά να καθοριστεί με βάση το διάγραμμα του επόμενου σχήματος, το οποίο εξαρτάται από τον συνδυασμό των φορτίων στις εισόδους και στον ίδιο τον δακτύλιο. Το παρακάτω διάγραμμα βασίζεται σε έναν αποδεκτό βαθμό κορεσμού.

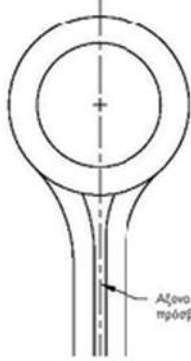


Σχήμα 4-6: Απαιτούμενος αριθμός λωρίδων δακτυλίου κυκλοφορίας

4.4.4 Διάταξη Κλάδων Πρόσβασης

Η διάταξη των κλάδων πρόσβασης (τα σκέλη του κόμβου) παίζει 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 όταν ο άξονας της οδού πρόσβασης στον κόμβο είναι σε ευθεία γραμμή με το κέντρο του κόμβου. Η εξέταση εναλλακτικών διατάξεων θα γίνει αφού διαπιστωθεί ότι αυτή η περίπτωση δεν είναι η προτιμότερη για συγκεκριμένους λόγους.

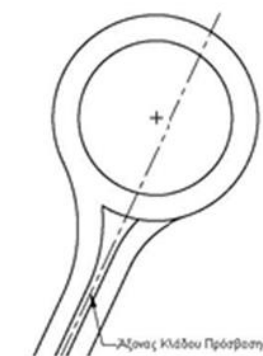
Γενικά, υπάρχουν τρεις τύπους διάταξης του κάθε σκέλους σε σχέση με το κέντρο του κόμβου, οι οποίοι απεικονίζονται στις επόμενες εικόνες. Η περιγραφή των διατάξεων αναφέρεται μόνο στη σχετική θέση του άξονα του κλάδου πρόσβασης. Τα μειονεκτήματα κάθε διάταξης μπορεί να μετριαστούν μέσω παραλλαγών στη γεωμετρία των κλάδων και κατάλληλης διαμόρφωσης του χώρου, εξασφαλίζοντας έτσι καλύτερη ρύθμιση της ταχύτητας και επαρκή ορατότητα.

Πλεονεκτήματα: • Αναμενόμενη από τους οδηγούς διάταξη • Απαιτούνται λιγότερες επεμβάσεις στη χάραξη των προσβάσεων προ του κόμβου, οπότε οι επιπτώσεις περιορίζονται στη στενή περιοχή του κόμβου • Η καμπυλότητα στις εξόδους αποθαρρύνει τους οδηγούς να αναπτύξουν μεγάλες ταχύτητες εξερχόμενοι του κόμβου	
Μειονεκτήματα: • Ίσως απαιτεί μεγαλύτερη διάμετρο για να επιτευχθεί ικανοποιητική ρύθμιση ταχύτητας • Δεν είναι πάντα εφικτή διάταξη, ανάλογα με τη χάραξη των συμβαλλουσών οδών που προϋπάρχουν	

Εικόνα 4-4: Άξονας οδού πρόσβασης σε ευθεία με το κέντρο του κόμβου

Πλεονεκτήματα: • Επιτρέπει μεγαλύτερη γωνία εκτροπής και ρύθμιση της ταχύτητας • Ευνοεί την εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων, χρησιμοποιώντας μικρή διάμετρο κύκλου • Εξυπηρετεί ενδεχόμενη ανάγκη μείωσης απαλλοτριώσεων στην αριστερή πλευρά της οδού πρόσβασης	
Μειονεκτήματα: • Στην έξοδο υπάρχει μεγάλη ακτίνα στροφής που ευνοεί μεγάλες ταχύτητες, ενώ αποτελεί πρόβλημα όταν υπάρχει πεζοδιάβαση • Επιβάλλει ενδεχόμενη ανάγκη αύξησης απαλλοτριώσεων στη δεξιά πλευρά της οδού πρόσβασης	

Εικόνα 4-5: Άξονας οδού πρόσβασης αριστερά από το κέντρο του κόμβου

Πλεονεκτήματα: • Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολύ μεγάλες διαμέτρους κύκλου με ταυτόχρονη ικανοποιητική ρύθμιση της ταχύτητας • Βελτίωση ορατότητας μεταξύ διαδοχικών κλάδων κατά την είσοδο • Εξυπηρετεί την ενδεχόμενη ανάγκη μείωσης απαλλοτριώσεων στη δεξιά πλευρά της οδού πρόσβασης	
Μειονεκτήματα: • Δυσκολία στη ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων, ειδικά σε περιπτώσεις κύκλου μικρής διαμέτρου • Επιβάλλει την ενδεχόμενη ανάγκη αύξησης των απαλλοτριώσεων στην αριστερή πλευρά της οδού πρόσβασης	

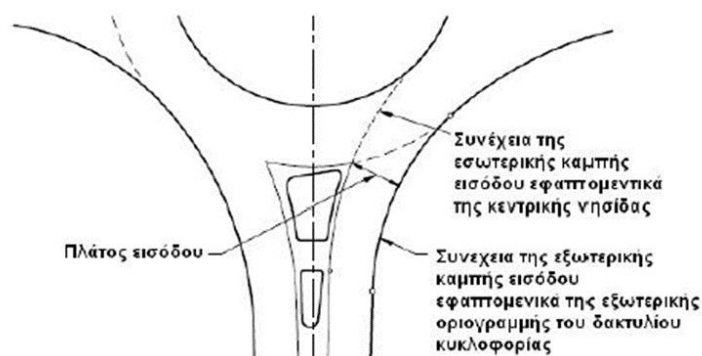
Εικόνα 4-6: Άξονας οδού πρόσβασης δεξιά από το κέντρο του κόμβου

4.4.5 Είσοδοι Δακτυλίου Κυκλοφορίας

Ο σχεδιασμός της εισόδου στο δακτύλιο κυκλοφορίας πρέπει να διασφαλίζει την ομαλή μετάβαση των οχημάτων, ενώ ταυτόχρονα, μέσω της κατάλληλης γεωμετρικής διαμόρφωσης, να ρυθμίζει την ταχύτητα εισόδου.

Το πλάτος του κλάδου στην περιοχή εισόδου, όταν αυτός διαθέτει μία λωρίδα, θα πρέπει να κυμαίνεται από 4 έως 5 μέτρα. Η τυπική διάσταση είναι 4,5 μέτρα, ενώ θα πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία πολύ πλατύτερων λωρίδων, προκειμένου να αποθαρρύνεται η τάση των οδηγών για δημιουργία παράλληλων στοίχων (βλ. Σχήμα 4-7)

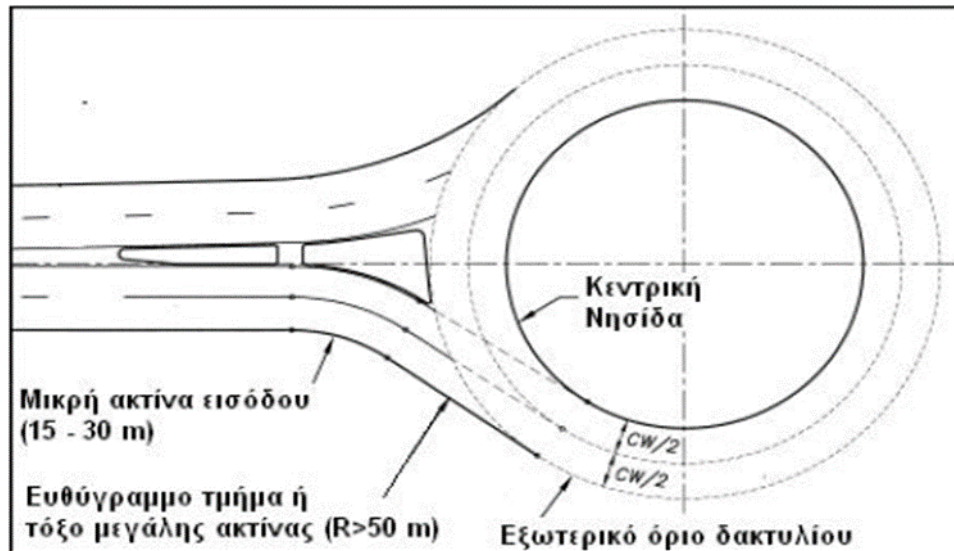
Σε κόμβους με είσοδο μίας λωρίδας, οι καμπές με μία ενιαία ακτίνα θεωρούνται ικανοποιητικές. Αντίθετα, στους κόμβους με είσοδο δύο λωρίδων μπορεί να είναι απαραίτητες καμπές που συνδυάζουν διαφορετικές ακτίνες. Για αστικούς κόμβους τύπου K3 με μία λωρίδα, οι ακτίνες εισόδου θα πρέπει να κυμαίνονται από 15 έως 30 μέτρα.



Σχήμα 4-7: Τυπική μορφή εισόδου

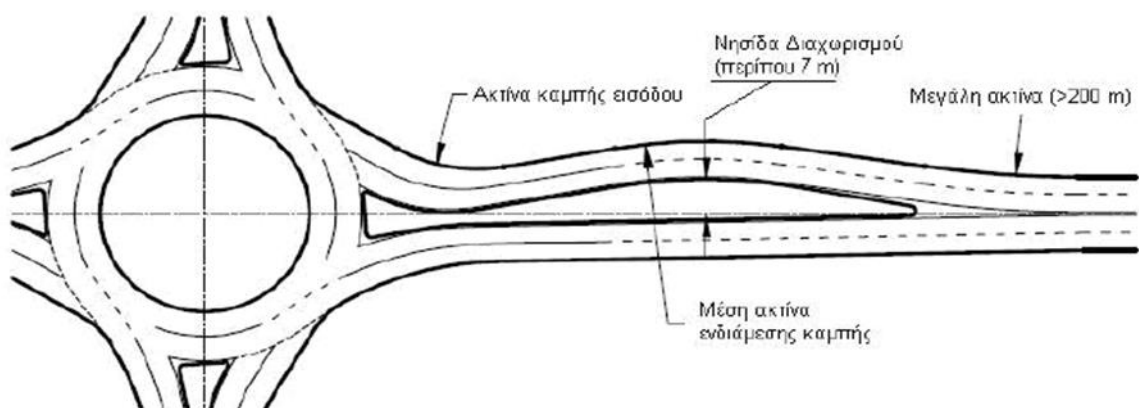
Σε κάθε περίπτωση, η αλληλουχία των καμπών στον κλάδο εισόδου και μέχρι την είσοδο στον κυκλικό δακτύλιο δεν πρέπει να προκαλεί διαφορές ταχυτήτων μεταξύ των τμημάτων μεγαλύτερες από 20 km/h. Αν συμβεί κάτι τέτοιο, προτείνεται να γίνουν ειδικές γεωμετρικές παρεμβάσεις για τη ρύθμιση της ταχύτητας.

Σε κόμβους με εισόδους δύο ή περισσότερων λωρίδων, για την αποτελεσματική καθοδήγηση των οχημάτων στη σωστή λωρίδα του δακτυλίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευθύγραμμο τμήμα ή τόξο μεγάλης ακτίνας για τη σύνδεση μεταξύ των καμπών της εισόδου και του δακτυλίου. (βλ. Σχήμα 4-8).



Σχήμα 4-8: Ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα ή τόξο μεγάλης ακτίνας μεταξύ εισόδου και δακτυλίου

Για να διασφαλιστεί η ομαλή μείωση της ταχύτητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο, συνιστάται ο σχεδιασμός της χάραξης με κλίση προς την αριστερή πλευρά της κίνησης (βλ. Σχήμα 4-9). Αυτή η διαμόρφωση είναι συνήθως απαιτείται σε περιπτώσεις κόμβων που βρίσκονται σε οδούς υψηλών ταχυτήτων ($V \geq 70$ km/h).



Σχήμα 4-9: Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου για μείωση ταχύτητας

Όταν ο σχεδιασμός πρέπει να αντιμετωπίσει το φαινόμενο της εμπλοκής των τροχιών μεγάλων φορτηγών κατά την είσοδο, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται ακτίνες κατάλληλου μεγέθους, π.χ. $R > 30$ m. Ωστόσο, είναι επίσης σημαντικό το μέγεθος της

ακτίνας R να μην επιτρέπει την ανάπτυξη υπερβολικής ταχύτητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας. Μια αποτελεσματική τεχνική λύση είναι η διαμόρφωση διαχωριστικής νησίδας, με διαγράμμιση του οδοστρώματος ανάμεσα στις δύο λωρίδες στην είσοδο, που προσφέρει χώρο για τη διέλευση του σώματος των φορτηγών, χωρίς να εμπλέκονται οι τροχιές τους με άλλα οχήματα (βλ. Εικόνα 4-7).

Οι συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού εισόδου, ανά κατηγορία Κ3, αναφέρονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4-6: Συνιστώμενες ταχύτητες σχεδιασμού ανάλογα της κατηγορίας του Κ3

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



Εικόνα 4-7: Παράδειγμα διαμόρφωσης εισόδου για διέλευση μεγάλων φορτηγών

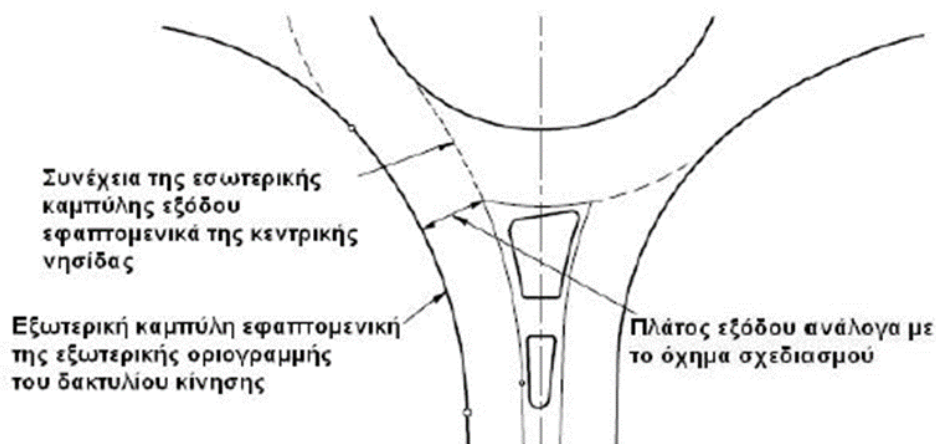
4.4.6 Έξοδοι Δακτυλίου Κυκλοφορίας

Οι ακτίνες στις εξόδους από το δακτύλιο μπορούν να είναι αρκετά μεγαλύτερες σε σύγκριση με την ακτίνα του δακτυλίου. Αυτό διαφέρει από τις εισόδους, όπου η γεωμετρία πρέπει να διασφαλίζει ότι οι ταχύτητες λειτουργίας παραμένουν χαμηλές.

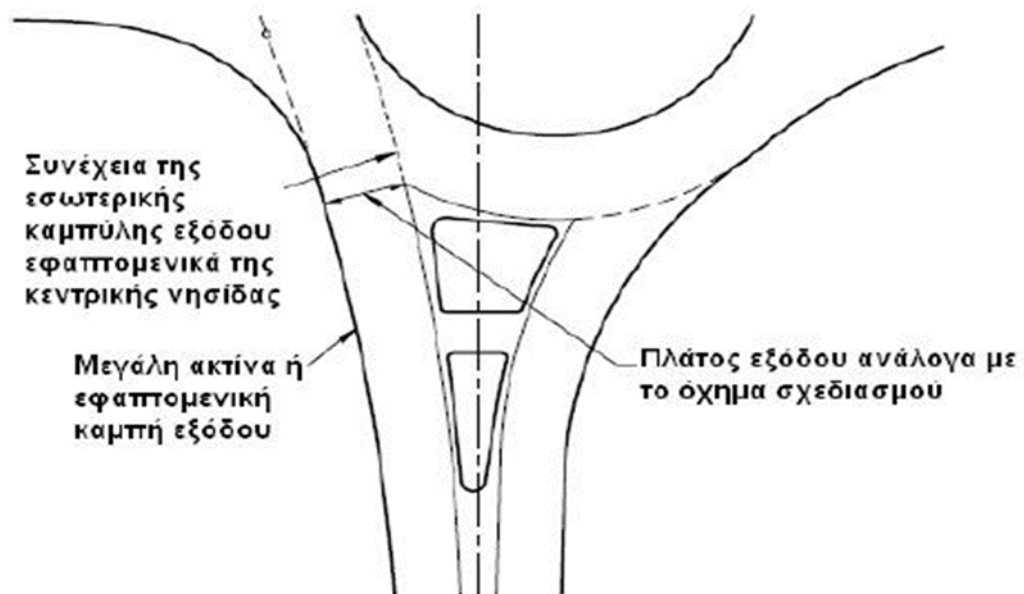
Κατά την διαδικασία σχεδιασμού, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη η ορατότητα για τις στάσεις των οδηγών, καθώς και ο χρόνος που χρειάζονται οι πεζοί για να πάρουν απόφαση και να διασχίσουν το οδόστρωμα. Οι πεζοί θα πρέπει να μπορούν να κατανοούν τις προθέσεις κάθε οδηγού που βρίσκεται στον δακτύλιο (δηλαδή, αν θα βγει από αυτόν ή θα συνεχίσει την κυκλική διαδρομή) και να υπολογίζουν τον χρόνο που απαιτείται για να διασχίσουν τον κλάδο εξόδου προς την αντίστοιχη πρόσβαση.

Με τις χαμηλές ταχύτητες εξόδου των οχημάτων, οι προθέσεις των οδηγών γίνονται αντιληπτές από τους πεζούς πιο νωρίς. Αντίστοιχα, οι οδηγοί είναι σε θέση να παρατηρούν την παρουσία ενός πεζού πριν από την πεζοδιάβαση νωρίτερα. Εάν η ταχύτητα των οχημάτων μειώνεται πριν την είσοδο στο δακτύλιο και η εξωτερική διάμετρος του δακτυλίου έχει μικρότερη ακτίνα, τα οχήματα τείνουν να κινούνται πιο αργά μέσα σε αυτόν. Αν παράλληλα ο πεζός είναι καθαρά ορατός (όπως συμβαίνει σε μια ευθύγραμμη έξοδο), είναι λογικό ότι οι οδηγοί δεν θα αποφασίσουν να επιταχύνουν ενώ έχουν τον πεζό μπροστά τους, καθώς ξεκινούν την πορεία τους προς την έξοδο.

Κατά την έξοδο, είναι απαραίτητο να διασφαλίζεται στον οδηγό μια ομαλή μετάβαση από τον κυκλικό κόμβο στον κλάδο εξόδου της πρόσβασης. Οι βασικές αρχές σχεδιασμού για τις δύο περιπτώσεις διάταξης του κλάδου εξόδου σε σχέση με το κέντρο του κόμβου απεικονίζονται στα επόμενα σχήματα Σχήμα 4-10 και Σχήμα 4-11.



Σχήμα 4-10: Άξονας οδού εξόδου διερχόμενος από το κέντρο του κόμβου



Σχήμα 4-11: Άξονας οδού εξόδου διερχόμενου από τα αριστερά του κέντρου του κόμβου

Κεφάλαιο 5 Λογισμικό Anadelta Tessera

Το ολοκληρωμένο λογισμικό Anadelta Tessera σχεδιάστηκε για την κατασκευή και τον σχεδιασμό έργων οδοποιίας. Δημιουργήθηκε από την [Anadelta Software](#) και προσφέρει δυνατότητα χάραξης και CAD σε δύο και τρεις διαστάσεις, έτσι επιτρέπει στους χρήστες να προσαρμόζουν τις παραμέτρους του κάθε έργου ανάλογα με τις ανάγκες της μελέτης.

Στις λειτουργικότητες του προγράμματος περιλαμβάνεται και η δυνατότητα μελέτης κυκλικών κόμβων, τόσο στο κομμάτι του σχεδιασμού (Οριζοντιογραφίας) όσο και στην μελέτη της Μηκοτομής και των Διατομών των επιμέρους δρόμων. Σύμφωνα με το μοντέλο του κυκλικού κόμβου μπορεί να σχεδιαστεί με ελάχιστες κινήσεις και στη συνέχεια να τροποποιηθεί με λεπτομέρεια. Αφού προηγηθεί η αυτόματη λειτουργία του κυκλικού δρόμου και ο σχεδιασμός των επιμέρους δρόμων που συνδέονται με τον κυκλικό, γίνεται η συναρμογή τους με τη χρήση του εργαλείου των προσβάσεων.

Η επιθυμητή γεωμετρία των κόμβων μπορεί να επιτευχθεί με την βοήθεια εισαγωγής εικόνων. Επιπλέον, για κάθε κόμβο δίνεται η δυνατότητα τροποποίησης των προδιαγραφών των χαρακτηριστικών του και ο εκ νέου αυτόματος υπολογισμός των αλλαγών.

5.1 Λειτουργίες του λογισμικού Anadelta Tessera

Το πρόγραμμα περιλαμβάνει επιμέρους χώρους εργασίας :την Οριζοντιογραφία, την Μηκοτομή, τις Διατομές και το 3D περιβάλλον. Στο περιβάλλον της Οριζοντιογραφίας συνυπάρχουν τα επιμέρους περιβάλλοντα: «Σχέδιο», «Εδαφος», «Δρόμος» και «Εκτύπωση» (Καλιαμπέτσος, 2017).

Στο περιβάλλον της Οριζοντιογραφίας, το οποίο είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο, υπάρχουν υποενότητες που διευκολύνουν το σχεδιασμό και την επεξεργασία των σχεδίων των κυκλικών κόμβων. Η διαδικασία δημιουργίας ενός κυκλικού κόμβου ξεκινά με την εισαγωγή μιας εικόνας στο περιβάλλον της Οριζοντιογραφίας, η οποία χρησιμεύει ως υπόβαθρο για τον σχεδιασμό. Η εισαγωγή της εικόνας πραγματοποιείται από το μενού «Σχέδιο» με τη χρήση της εντολής «Νέα Εικόνα». Αυτή η εικόνα μπορεί να αποτελεί στιγμιότυπο οθόνης ή εικόνα μέσω KML. Η λειτουργικότητα αυτή χρησιμεύει στην περίπτωση που ο χρήστης θέλει να αποτυπώσει έναν προϋπάρχοντα ισόπεδο κόμβο που πρόκειται να μελετηθεί εκ νέου ώστε να μετατραπεί σε κυκλικό κόμβο, ή στην περίπτωση που ενδιαφέρεται να αποτυπώσει σχεδιαστικά έναν ήδη υπάρχοντα κυκλικό κόμβο.

Στη συνέχεια, υπάρχει η δυνατότητα να γίνει χρήση των σχεδιαστικών εργαλείων του προγράμματος, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν ως «οδηγοί» για την οριζοντιογραφική χάραξη των επιμέρους δρόμων. Τα εργαλεία αυτά περιλαμβάνουν γραμμές, για την χάραξη των πολυγωνικών και οριογραμμών των κλάδων, και κυκλικά τόξα για την χάραξη του περιγράμματος του κυκλικού δρόμου. Αφού ολοκληρωθεί το σκαρίφημα του δρόμου, χρησιμοποιείται η εντολή «Νέος Κυκλικός Δρόμος» για την δημιουργία του κυκλικού δρόμου και η εντολή «Νέος Δρόμος» για τη δημιουργία των κλάδων.

Κατά τη δημιουργία του νέου κυκλικού δρόμου, ο χρήστης μπορεί να παραμετροποιήσει τα επιμέρους μεγέθη που σχετίζονται με τον κυκλικό δρόμο, όπως τα πλάτη των λωρίδων κυκλοφορίας, η διάμετρος του κόμβου και η πλευρά οδήγησης. Αντίστοιχα, αφού γίνει χρήση του εργαλείου «Νέα πρόσβαση κυκλικού κόμβου» για να επιτευχθεί η σύνδεση των επιμέρους δρόμων με τον κυκλικό, δίνεται η δυνατότητα ορισμού σημαντικών παραμέτρων όπως οι καμπύλες συναρμογής, ενώ παράλληλα δίνεται η πληροφόρηση για τα πλάτη και τις γωνίες των εισερχόμενων/ εξερχόμενων λωρίδων με βάση τα στοιχεία που ορίσαμε.

Η χρήση του λογισμικού μπορεί να βοηθήσει και μετέπειτα την μελέτη των κόμβων, στο επίπεδο της Μηκοτομής και των Διατομών. Ακόμα το λογισμικό διαθέτει εργαλεία, που μπορούν να βοηθήσουν στην μελέτη της υψομετρικής διαμόρφωσης του κόμβου. Επίσης γίνεται αυτόματος υπολογισμός των αξόνων - δρόμων πρόσβασης διευκολύνει τον έλεγχο των οριογραμμών του κυκλικού κόμβου με την χρήση – προσομοίωση κίνησης οχήματος μελέτης.

5.2 Σχεδιαστικά Πρότυπα και Ανάλυση

Στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία σχεδίασης κυκλικών κόμβων σύμφωνα με τα Αγγλικά Πρότυπα Σχεδιασμού. Αυτά τα πρότυπα προσφέρουν κατευθυντήριες γραμμές και διασφαλίζουν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των κόμβων, λαμβάνοντας υπόψιν παράγοντες όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος, οι καμπύλες συναρμογής και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, η μελέτη βασίζεται και στις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων Κόμβων Κυκλικής Κίνησης (ΟΜΟΕ Κ3), οι οποίες παρέχουν τα ελληνικά πρότυπα για τον σχεδιασμό κόμβων κυκλικής κίνησης. Τα σχέδια που χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα για τις συγκεκριμένες προδιαγραφές, επικεντρώνονται κύριος στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και είναι περισσότερο σύνθετα, έτσι αλλάζει η διαδικασία και δίνεται η ευκαιρία χρήσης περισσότερων λειτουργιών του προγράμματος.

Τέλος η εργασία περιλαμβάνει την ανάλυση πραγματικών κυκλικών κόμβων από το οδικό δίκτυο της Κύπρου, με την χρήση Google Earth και την αποτύπωση εικόνας. Οι πραγματικοί κόμβοι σχεδιάστηκαν και μελετήθηκαν βάσει των οδηγιών του λογισμικού Anadelta Tessera, προσφέροντας μια σύγκριση πραγματικών και θεωρητικών μοντέλων.

Κεφάλαιο 6 Σχεδίαση με τη χρήση λογισμικού

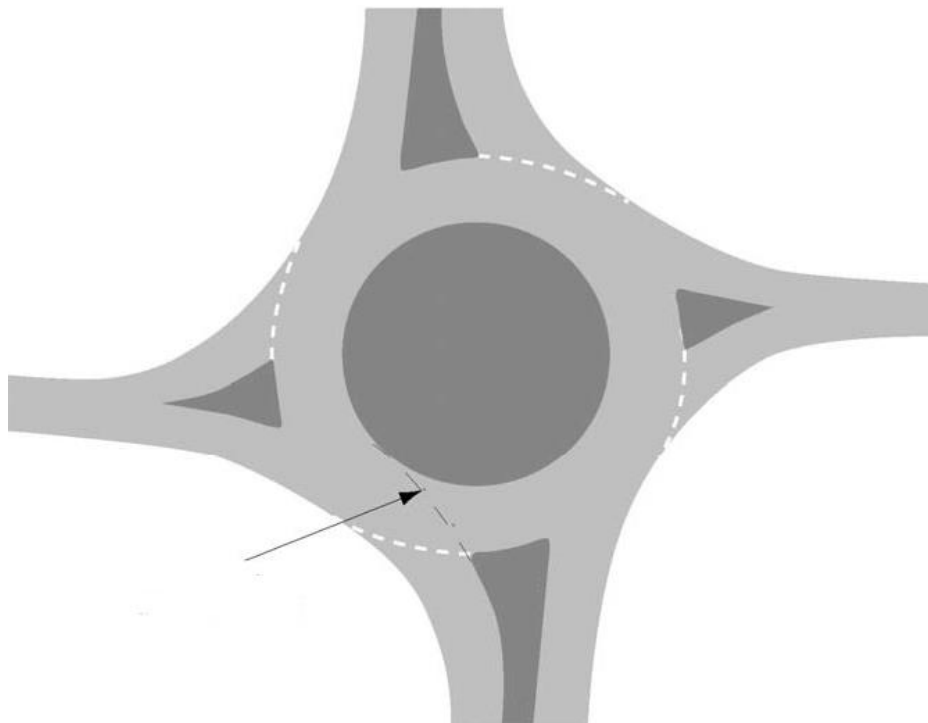
6.1 Γενικά

Μία από τις Κατηγορίες των Κυκλικών Κόμβων που εξετάζονται στο παρόν κεφάλαιο είναι οι κανονικοί κυκλικοί κόμβοι, οι οποίοι διαθέτουν τόξο που προβάλλεται μπροστά από τη διαχωριστική νησίδα και εφάπτεται στην κεντρική νησίδα. Αυτή η διάταξη θεωρείται η πιο απλή από γεωμετρική άποψη και είναι επίσης η πιο αναμενόμενη για τους οδηγούς που πλησιάζουν τον κόμβο.

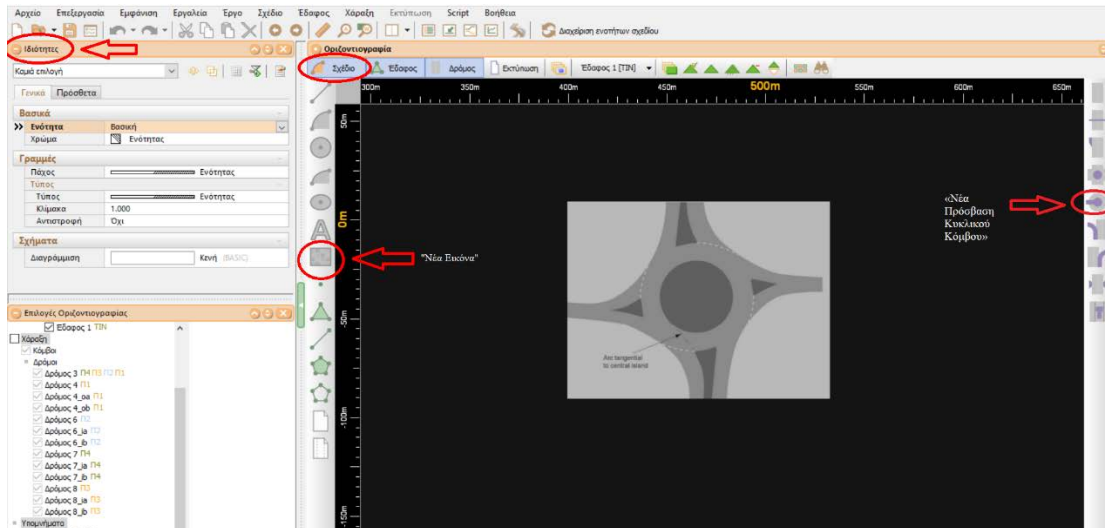
Στο Κεφάλαιο 3 εξετάστηκαν πιο αναλυτικά τα Αγγλικά Πρότυπα, ενώ σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται διεξοδική ανάλυση της μεθόδου διαμόρφωσης ορισμένων κόμβων. Στην παρούσα ενότητα, θα εξεταστεί η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την διαμόρφωση των κανονικών κυκλικών κόμβων.

6.2 Κανονικοί Κυκλικοί Κόμβοι

Κατά την έναρξη της μελέτης, γίνεται η εισαγωγή του Σχήμα 6-1 στο λογισμικό Anadelta Tessera. Συγκεκριμένα, έπειτα από την επιλογή της εντολής «Νέα Εικόνα», η οποία βρίσκεται στην αριστερή στήλη του πεδίου σχεδιασμού (βλ. Εικόνα 6-1), εισάγεται η εικόνα. Αφού γίνει η εισαγωγή της εικόνας στο κεντρικό παράθυρο σχεδιασμού, ρυθμίζονται η κλίμακα και η ενότητα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6-1 .



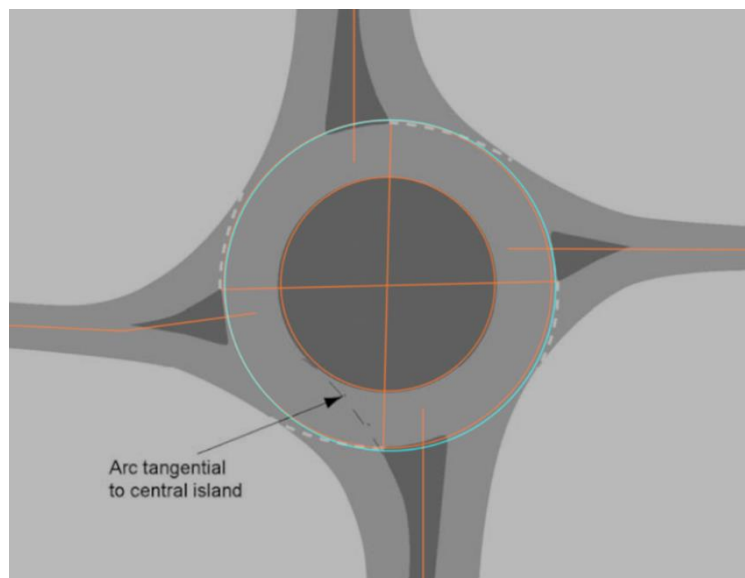
Σχήμα 6-1: Κανονικός Κόμβος



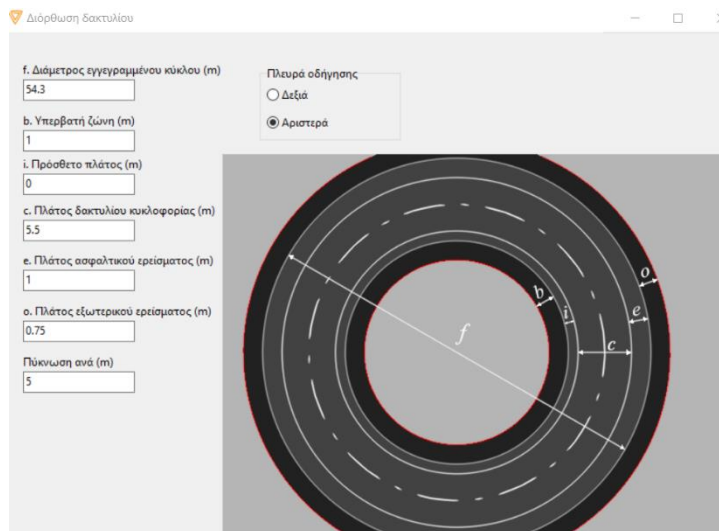
Εικόνα 6-1: Ιδιότητες Κόμβου

Το επόμενο βήμα στη διαδικασία, περιλαμβάνει την αποτύπωση του κυκλικού κόμβου από το περιβάλλον «Σχέδιο» (βλ. Εικόνα 6-1), χρησιμοποιώντας τις επιλογές «Νέος Κύκλος» και «Νέο Κυκλικό Τόξο» για τη δημιουργία του σκαριφήματος του κυκλικού κόμβου (βλ. Σχήμα 6-2). Το σκαρίφημα περιλαμβάνει το Δακτύλιο και τους Κλάδους, που θα χρησιμοποιηθούν ως οδηγοί για το επόμενο βήμα.

Ακολουθώντας, από το μενού και την εντολή «Χάραξη», επιλέγεται η λειτουργία «Νέος Κυκλικός Δρόμος» για την δημιουργία του κυκλικού δακτυλίου. Κατά την εκτέλεση της εντολής, δημιουργείται αυτόματα ένας κυκλικός δρόμος με τις προεπιλεγμένες προδιαγραφές. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η επεξεργασία των μεγεθών, με δεξί κλικ στον κυκλικό δακτύλιο και επιλέγεται η εντολή «Διόρθωση Δακτυλίου» όπως την Εικόνα 6-2, για την παραμετροποίηση των μεγεθών, σύμφωνα με τις επιθυμητές παραμέτρους.

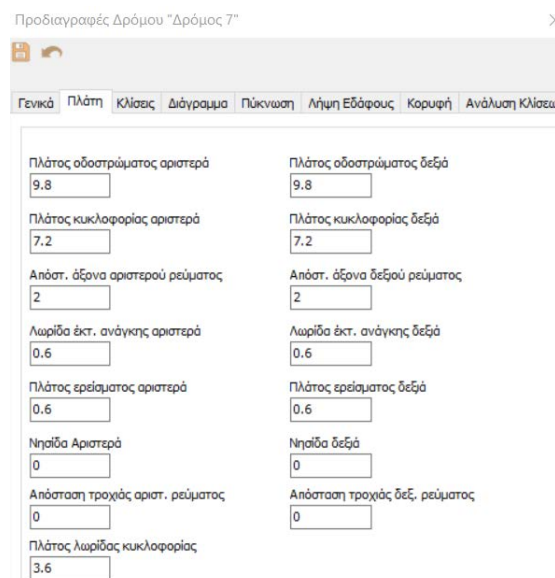


Σχήμα 6-2: Σκαρίφημα Κόμβου



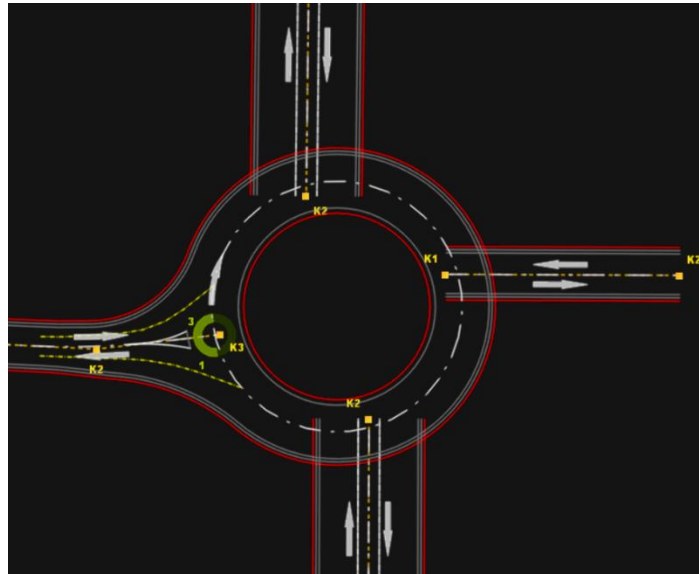
Εικόνα 6-2: Διόρθωση Δακτυλίου

Μετά την ολοκλήρωση της δημιουργίας του κυκλικού δρόμου και τη διόρθωση του δακτυλίου, γίνεται η χάραξη των κλάδων των Προσβάσεων χρησιμοποιώντας την εντολή «Νέος Δρόμος» από το μενού «Χάραξη». Σε αυτή τη φάση, είναι απαραίτητο να ρυθμιστούν οι προδιαγραφές των κλάδων μέσω δεξιού κλικ και έπειτα «Προδιαγραφές Δρόμου» σε κάθε δρόμο (βλ. Εικόνα 6-3), διασφαλίζοντας έτσι ότι το πρόγραμμα θα εφαρμόσει τις απαραίτητες παραμέτρους, όπως το πλάτος και την πλευρά οδήγησης, όπως αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 2.



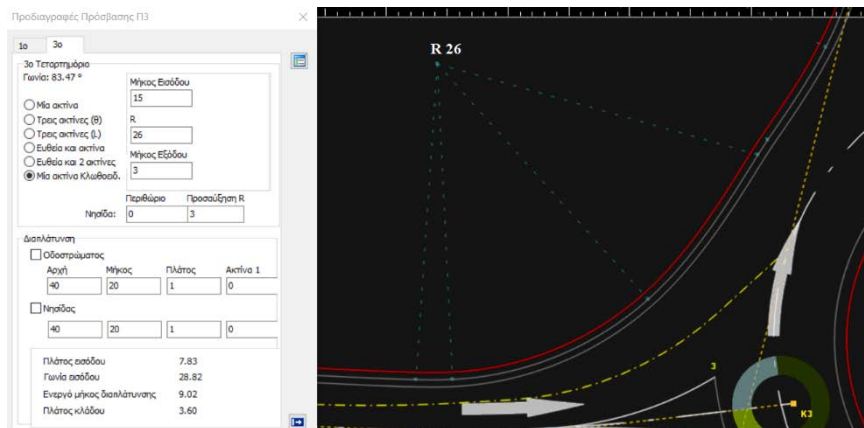
Εικόνα 6-3: Προδιαγραφές Προσβάσεων

Για τη δημιουργία ενός συμπαγούς και κανονικού κυκλικού κόμβου βάσει των δεδομένων, οι δρόμοι-κλάδοι πρέπει να συνδεθούν με τον δακτύλιο μέσω της εντολής «Νέα Πρόσβαση Κυκλικού Κόμβου», η οποία βρίσκεται στο μενού στα δεξιά της περιοχής μελέτης (βλ. Εικόνα 6-1). Με αυτή την τροποποίηση, επιτυγχάνεται η δημιουργία ενός ομοιόμορφου κυκλικού κόμβου, όπου το μόνο που απομένει είναι η κατάλληλη διαμόρφωση των καμπύλων συναρμογής.

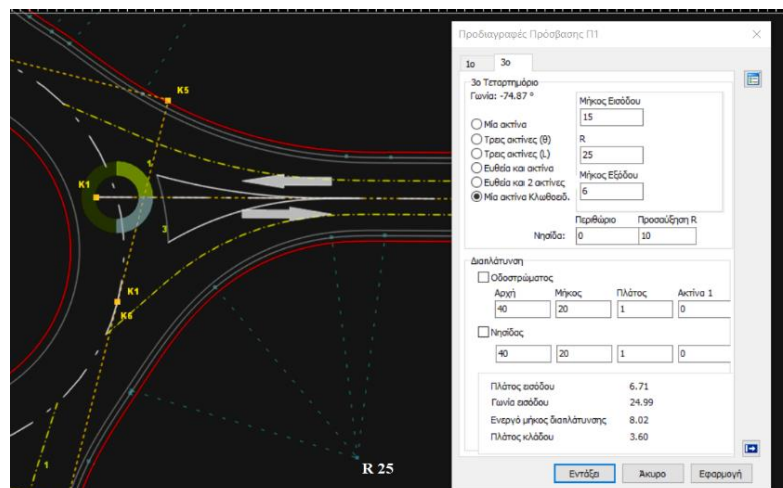


Εικόνα 6-4: Ένωση Κυκλικού Δρόμου και Προσβάσεων

Οι καμπύλες αυτές ρυθμίζονται με τη βοήθεια των τεταρτημόριων που βρίσκονται περιμετρικά του κυκλικού δρόμου (βλ. Εικόνα 6-4). Οι προσβάσεις συμβολίζονται με ημικύκλια και ονομάζονται «λαβές», οι οποίες χρησιμεύουν κυρίως, στο να επιλέγεται η πρόσβαση. Με δεξί κλικ σε κάθε τεταρτημόριο και την εντολή «Προδιάγραφες Πρόσβασης» (βλ. Εικόνα 6-5 και Εικόνα 6-6), εμφανίζεται ένα παράθυρο όπου δίνεται η ικανότητα επιλογής του αριθμού των ακτίνων και το μέγεθος τους, ανάλογα με το είδος του κόμβου. Στη περίπτωση που εξετάζεται χρησιμοποιήθηκε μια ακτίνα και δύο κλωθοειδής, δηλαδή καμπύλη, η οποία ξεκινά ως ευθεία και σταδιακά αποκτά καμπυλότητα. Με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται ο έλεγχος του οχήματος και αυξάνεται η ασφάλεια κατά την οδήγηση.

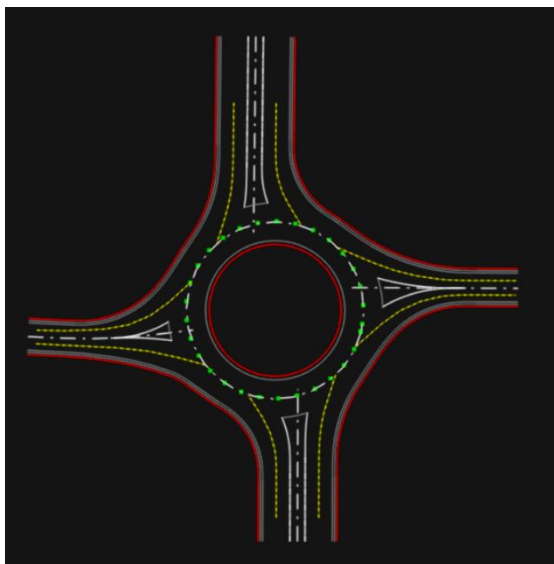


Εικόνα 6-5: Μια Ακτίνα και Δύο Κλωθοειδής στην Είσοδο



Εικόνα 6-6: Προδιαγραφές Εξόδου 3ου Τεταρτημόριο

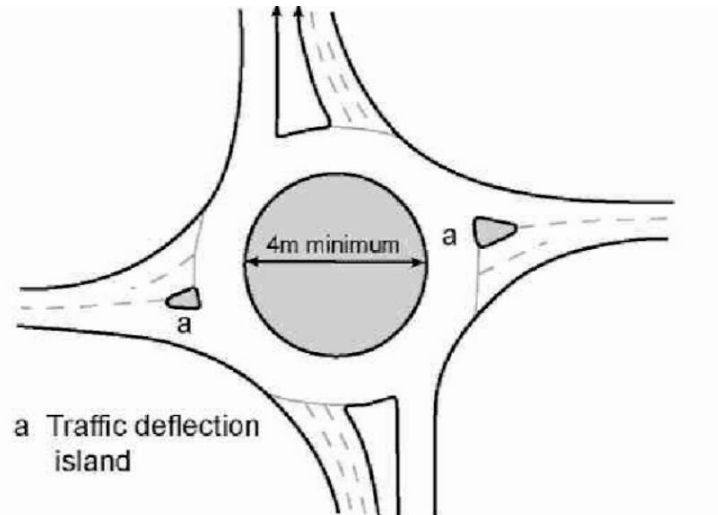
Το τελικό Σχήμα 6-3 του κόμβου είναι έτοιμο για μετέπειτα επεξεργασία, δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της Οριζοντιογραφίας και της Μηκοτομής.



Σχήμα 6-3 :Τελική Μορφή Κανονικού Κυκλικού Κόμβου

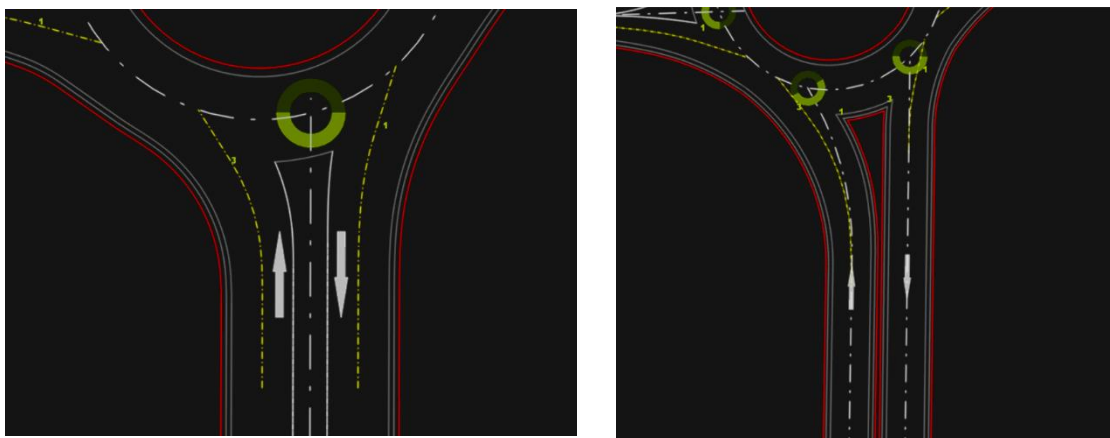
6.3 Εναλλακτικός Σχεδιασμός Πρόσβασης

Σε αυτή την περίπτωση η διαδικασία διαμόρφωσης διατηρεί την ίδια φιλοσοφία με αυτήν που αναπτύχθηκε στη προηγούμενη ενότητα. Ο κόμβος που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 6-4.



Σχήμα 6-4: Κυκλικός κόμβος ξεχωριστές προσβάσεις

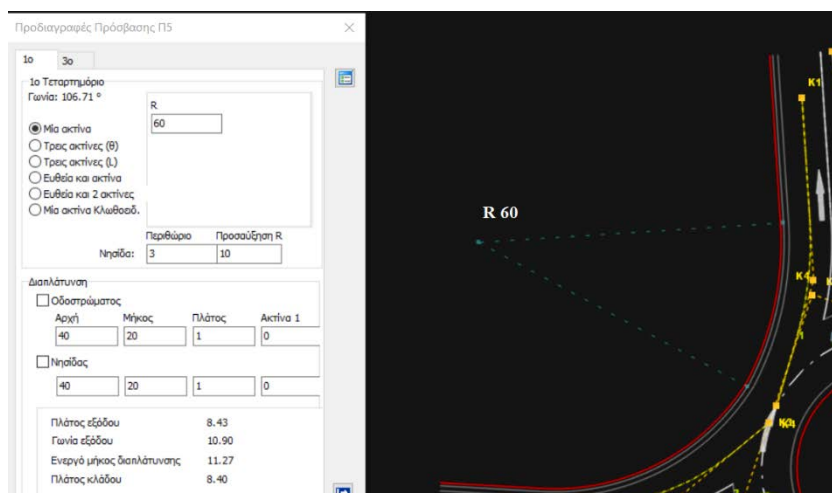
Το πρώτο βήμα πραγματοποιείται όπως περιεγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα, δηλαδή με την εισαγωγή της εικόνας και την τροποποίησή στην κατάλληλη κλίμακα και ενότητα. Στη συνέχεια, δημιουργείται το σκαρίφημα του κόμβου και ακολουθεί η χάραξη με βάση τα βήματα που αναφέρθηκαν. Η ιδιαιτερότητα του συγκεκριμένου κόμβου έγκειται στην ακτίνα εισόδου στο κάτω τμήμα του κόμβου, όπου έχει σημαντικές διαφορές από την ακτίνα εξόδου. Για τον λόγο αυτό, χαράχτηκαν δύο κλάδοι μονής κατεύθυνσης, με ίδιο πλάτος, αλλά με διαφορετικές ακτίνες στροφής όπως φαίνεται στην Εικόνα 6-7.



Εικόνα 6-7: Διαφορές Τρόπου Σχεδιάσεις

Στα αριστερά κανονικός κόμβος, στα δεξιά εναλλακτικός τρόπος

Η Πρόσβαση 5, δηλαδή η πρόσβαση στο πάνω μέρος του κόμβου, αποτελεί τη συνέχεια του κλάδου που εξεταστικέ πιο πάνω και η οποία σχεδιάστηκε με διαφορετικό τρόπο. Λόγω των ακτίνων στροφών, ήταν εφικτό να χαραχθεί ένας κλάδος διπλής κατεύθυνσης, με μεγαλύτερο πλάτος (βλ. Εικόνα 6-11), ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί τις δύο λωρίδες κυκλοφορίας. Για τον λόγο αυτό εφαρμόστηκε μια ακτίνα περίπου 60 μοιρών και στα δυο τεταρτημόρια της πρόσβασης (βλ. Εικόνα 6-10). Η τελική μορφή του κυκλικού κόμβου φαίνεται στο Σχήμα 6-5.



Εικόνα 6-10: Ακτίνα Στροφής Πρόσβασης Δρόμου Διπλής Κατεύθυνσης

Προδιαγραφές Δρόμου "Δρόμος 17"

Γενικά Πλάτη Κλίσεις Διάγραμμα Πύκνωση Λήψη Εδάφους Κορυφή Ανάλυση Κλίσεων

Πλάτος οδοστρώματος αριστερά 11.8	Πλάτος οδοστρώματος δεξιά 11.8
Πλάτος κυκλοφορίας αριστερά 8.4	Πλάτος κυκλοφορίας δεξιά 8.4
Απόστ. άξονα αριστερού ρεύματος 2.4	Απόστ. άξονα δεξιού ρεύματος 2.4
Λωρίδα έκτ. ανάγκης αριστερά 1	Λωρίδα έκτ. ανάγκης δεξιά 1
Πλάτος ερείσματος αριστερά 0.6	Πλάτος ερείσματος δεξιά 0.6
Νησίδα Αριστερά 0	Νησίδα δεξιά 0
Απόσταση τροχιάς αριστ. ρεύματος 0	Απόσταση τροχιάς δεξ. ρεύματος 0
Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας 4.8	

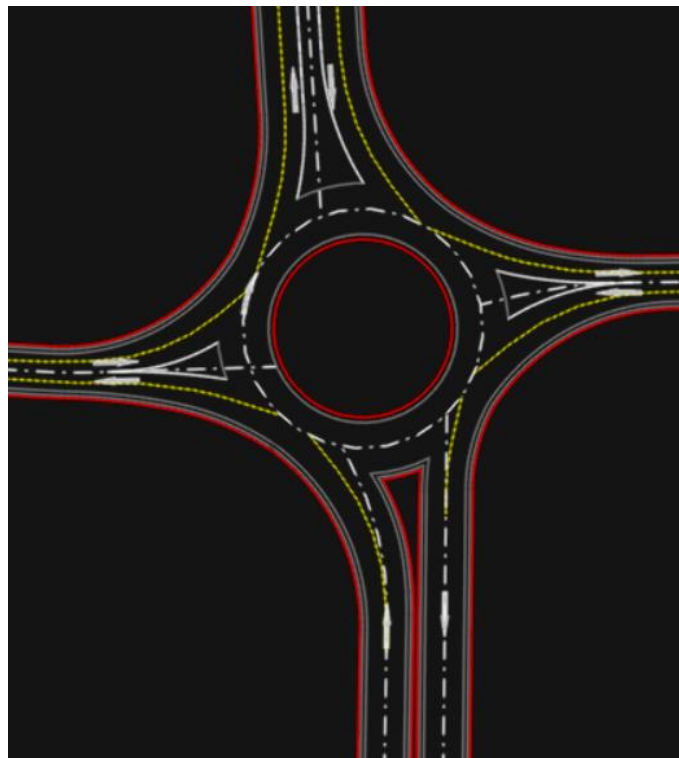
Εικόνα 6-11: Πλάτη Δρόμου Διπλής Κατεύθυνσης

Προδιαγραφές Δρόμου "Δρόμος 13"

Γενικά Πλάτη Κλίσεις Διάγραμμα Πύκνωση Λήψη Εδάφους Κορυφή Ανάλυση Κλίσεων

Πλάτος οδοστρώματος αριστερά 5.4	Πλάτος οδοστρώματος δεξιά 5.4
Πλάτος κυκλοφορίας αριστερά 4.4	Πλάτος κυκλοφορίας δεξιά 4.4
Απόστ. άξονα αριστερού ρεύματος 0	Απόστ. άξονα δεξιού ρεύματος 0
Λωρίδα έκτ. ανάγκης αριστερά 1	Λωρίδα έκτ. ανάγκης δεξιά 1
Πλάτος ερείσματος αριστερά 0.6	Πλάτος ερείσματος δεξιά 0.6
Νησίδα Αριστερά 0	Νησίδα δεξιά 0
Απόσταση τροχιάς αριστ. ρεύματος 0	Απόσταση τροχιάς δεξ. ρεύματος 0
Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας 4.4	

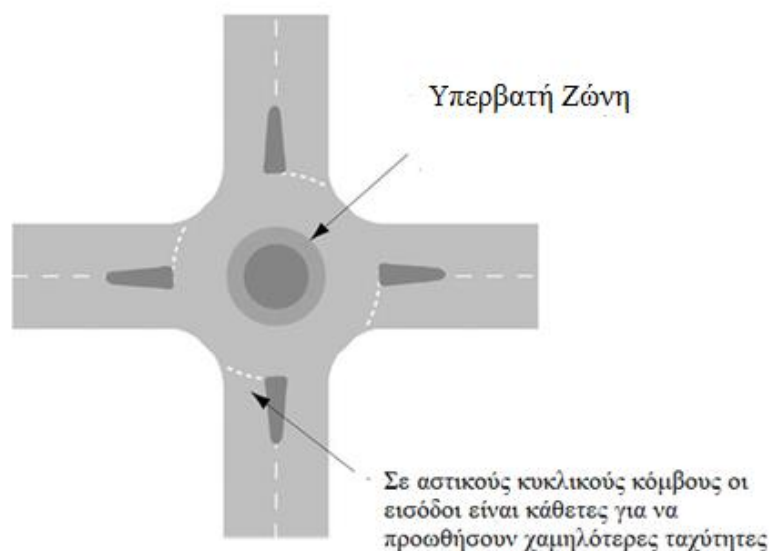
Εικόνα 6-12: Πλάτος Δρόμου Μονής Κατεύθυνσης



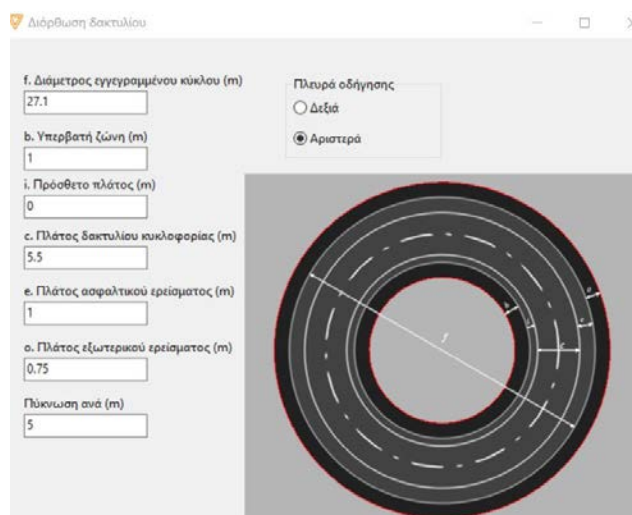
Σχήμα 6-5: Τελική Μορφή Κόμβου με Διαχωρισμένες Προσβάσεις

6.4 Συμπαγής Κυκλικός Κόμβος

Ένας διαφορετικός τύπος κυκλικού κόμβου είναι ο συμπαγής κυκλικός κόμβος, του οποίου η σχεδίαση απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στις γεωμετρικές προδιαγραφές για τη διασφάλιση της ομαλής κυκλοφορίας όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3. Αρχικά πραγματοποιείται η εισαγωγή του Σχήμα 6-6 και στη συνέχεια καθορίζεται η διάμετρος του δακτυλίου (βλ. Εικόνα 6-13), η οποία βάση των προδιαγραφών είναι μικρότερη. Ακολουθώντας, σχεδιάζονται οι κλάδοι, οι οποίες ενσωματώνονται αρμονικά στον κυκλικό δρόμο, λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές σχετικά με το πλάτος των λωρίδων κυκλοφορίας και τις ακτίνες στrophών. Οι συγκεκριμένες προδιαγραφές, είναι ίδιες για όλους τους κλάδους, όπου παρουσιάζονται στην Εικόνα 6-14.



Σχήμα 6-6: Συμπαγείς Κόμβος



Εικόνα 6-13: Δακτύλιος Κυκλοφορίας Συμπαγούς Κόμβου

10

30

10 Τεταρτημόριο

Γωνία: 90.61 °

☒

Μία ακτίνα

☐

Τρεις ακτίνες (Θ)

☐

Τρεις ακτίνες (L)

☐

Ευθεία και ακτίνα

☐

Ευθεία και 2 ακτίνες

☐

Μία ακτίνα Κλωθοσπιδ.

R

6

Περιθώριο

Προσαύξηση R

Νησίδα:

1

12

Διαπλάτυνση

☐

Οδοστρώματος

Αρχή

Μήκος

Πλάτος

Ακτίνα 1

40

20

1

0

☒

Νησίδας

19

19

1.5

0

Πλάτος εξόδου

5.86

Γωνία εξόδου

40.11

Ενεργό μήκος διαπλάτυνσης

6.92

Πλάτος κλάδου

7.40

Προδιαγραφές Δρόμου "Δρόμος 2"

Γενικά

Πλάτη

Κλίσεις

Διάγραμμα

Πύκνωση

Λήψη Εξόδους

Κορυφή

Ανάλυση Κλίσεων

Πλάτος οδοστρώματος αριστερά

7.7

Πλάτος οδοστρώματος δεξιά

7.7

Πλάτος κυκλοφορίας αριστερά

7.4

Πλάτος κυκλοφορίας δεξιά

7.4

Απόστ. αξονα αριστερού ρεύματος

0

Απόστ. αξονα δεξιού ρεύματος

0

Λωρίδα έκτ. ανάγκης αριστερά

0.3

Λωρίδα έκτ. ανάγκης δεξιά

0.3

Πλάτος ερείσματος αριστερά

0.6

Πλάτος ερείσματος δεξιά

0.6

Νησίδα Αριστερά

0

Νησίδα Δεξιά

0

Απόσταση τροχιάς αριστ. ρεύματος

0

Απόσταση τροχιάς δεξ. ρεύματος

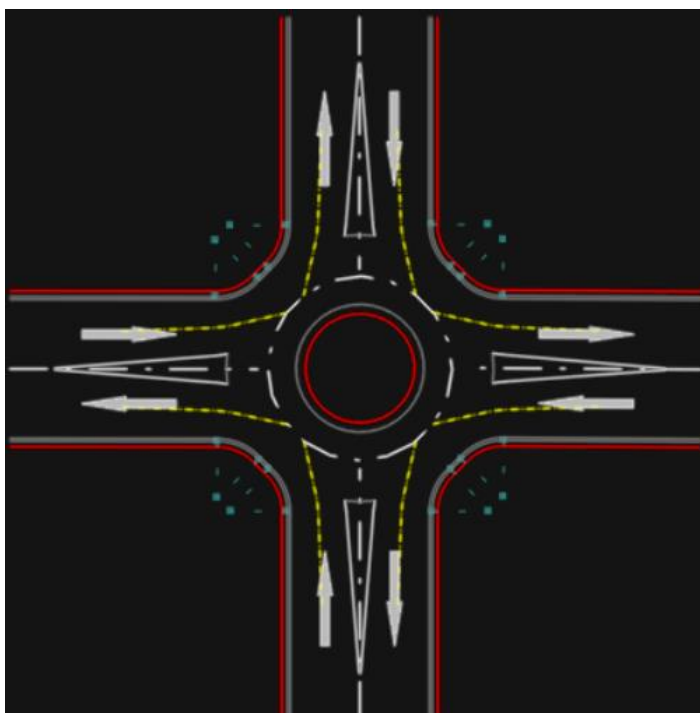
0

Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας

3.7

Εικόνα 6-14 : Ακτίνες Στροφών και Πλάτος Λωρίδων

Κάθε κλάδος συνδέεται με ακρίβεια στον κυκλικό δρόμο, εξασφαλίζοντας την ομαλή είσοδο και έξοδο των οχημάτων. Για τη βελτιστοποίηση της κυκλοφοριακής ροής και την ασφαλή κίνηση των οχημάτων, οι ακτίνες στροφών ρυθμίζονται κατάλληλα με μικρή ακτίνα και τα πλάτη σχετικά μικρά(βλ. Εικόνα 6-14), λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες της κυκλοφορίας και το διαθέσιμο χώρο, αφού το συγκεκριμένο είδος κόμβου χρησιμοποιούνται κύριος σε αστικές περιοχές. Η τελική διαμόρφωση του κόμβου όπως είναι εμφανές στο επόμενο Σχήμα 6-7, επιτρέποντας τη διέλευση των οχημάτων με σταθερή ταχύτητα και ελάχιστες αποκλίσεις από την τροχιά τους.



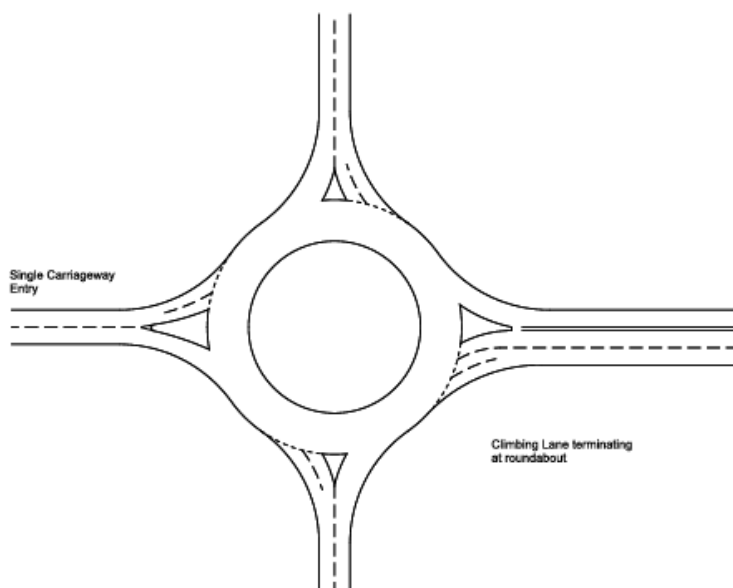
Σχήμα 6-7: Μοντελοποίηση Συμπαγείς Κυκλικός Κόμβος

6.5 Λωρίδα Βραδυπορίας

Στην ενότητα αυτή αναλύεται η κατηγορία κόμβων, με μια ειδική λωρίδα η οποία ονομάζεται «λωρίδα βραδυπορίας» ή κατά τα αγγλικά πρότυπα «climbing lane» (βλ. Σχήμα 6-8:Λωρίδα Βραδυπορίας) που χρησιμοποιείται συνήθως σε ανηφόρες ή περιοχές με αυξημένη κίνηση, για οχήματα που κινούνται πιο αργά.

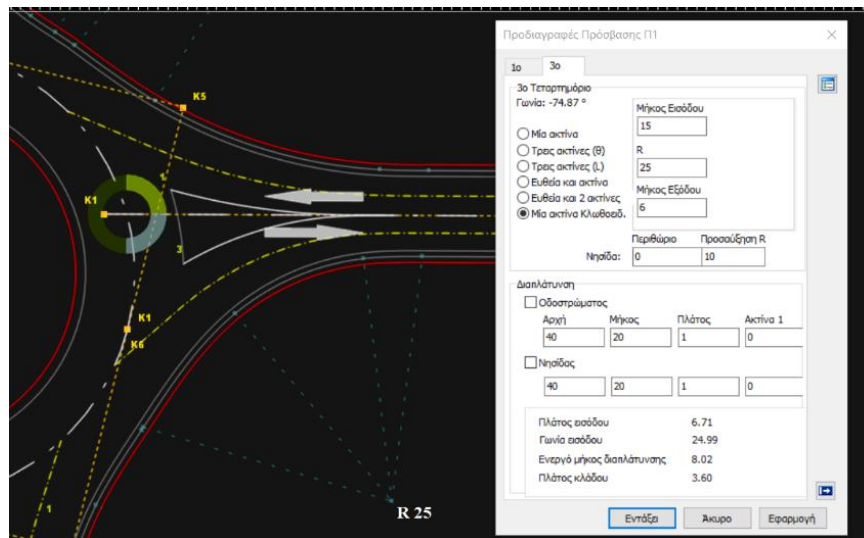
Η «λωρίδα βραδυπορίας» παρέχεται για οχήματα που δυσκολεύονται να διατηρήσουν υψηλές ταχύτητες σε ανηφορικά τμήματα του δρόμου. Είναι μια λωρίδα που προσφέρεται για να αποσυμφορεί την κυκλοφορία, δίνοντας στους οδηγούς που κινούνται πιο αργά έναν ασφαλή χώρο να συνεχίσουν την πορεία τους, ενώ οι υπόλοιποι μπορούν να τους προσπεράσουν από τις άλλες λωρίδες.

Η ειδική σχεδίαση με τερματισμό της λωρίδας βραδυπορίας στον κόμβο δείχνει ότι αυτή η λωρίδα δεν συνεχίζει μετά τον κόμβο, αλλά επιτρέπει στα αργά οχήματα να επιβραδύνουν και να συγχωνευτούν με την υπόλοιπη κυκλοφορία πριν μπουν στον κυκλικό κόμβο.



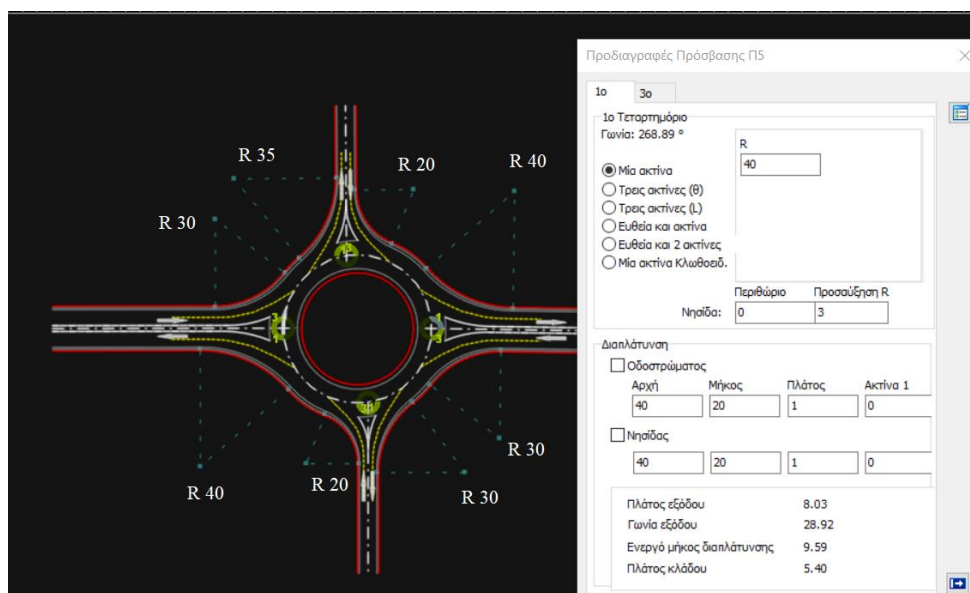
Σχήμα 6-8:Λωρίδα Βραδυπορίας

Η διαδικασία σχεδιασμού του εν λόγω κόμβου ακολούθησε τα ίδια στάδια με εκείνα που εφαρμόστηκαν στους υπόλοιπους κόμβους, με τη μοναδική διαφοροποίηση να εντοπίζεται στη διαχείριση των πλατών των λωρίδων. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 6-15 το πλάτος της λωρίδας βραδυπορίας είναι αισθητά μεγαλύτερο συγκριτικά με το πλάτος εξόδου.



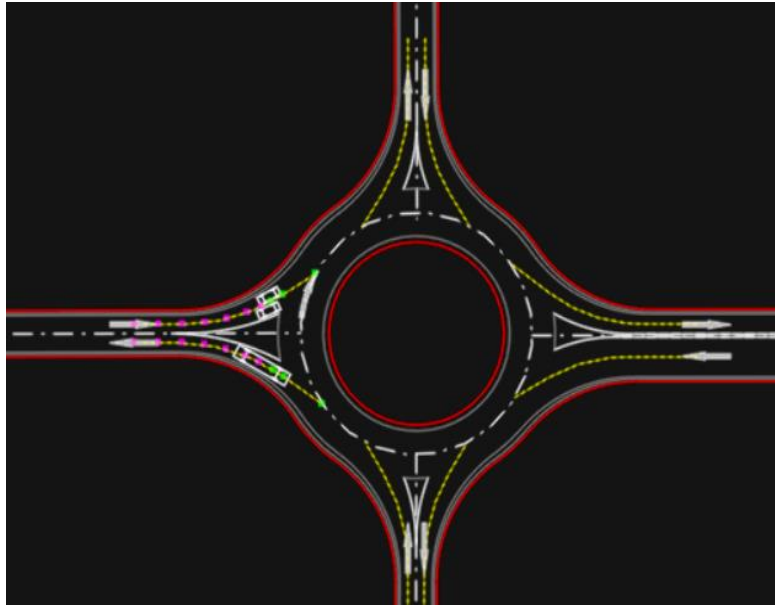
Εικόνα 6-15: Πλάτος Λωρίδας Βραδυπορίας

Στην Εικόνα 6-16 φαίνονται οι ακτίνες στροφών του συγκεκριμένου κόμβου, όπου χρησιμοποιήθηκε σε όλα τα τεταρτημόρια μία ακτίνα στροφών. Οι συγκεκριμένες τροποποιήσεις κρίθηκαν αναγκαίες για τη βέλτιστη εξυπηρέτηση της λειτουργίας του κόμβου, εξασφαλίζοντας την ομαλή και ασφαλή διέλευση των οχημάτων.

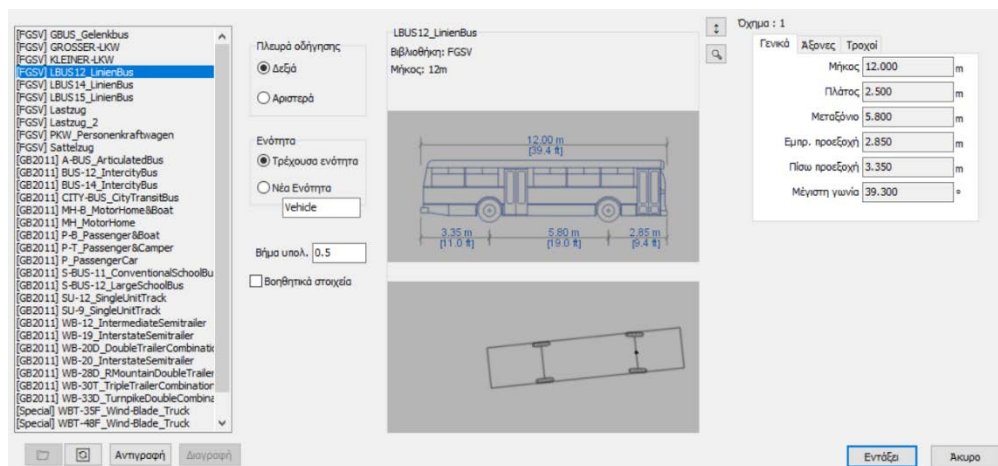


Εικόνα 6-16: Ακτίνες Στροφών Κόμβου Βραδυπορίας

Στο τελικό Σχήμα 6-9 φαίνεται η τοποθέτηση οχημάτων σχεδιασμού. Το πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα της τοποθέτησης οχημάτων με βάση τον τύπο του οχήματος που επιλέγετε, μέσω της εντολής «Εισαγωγή Οχήματος Οπισθοτροχιάς» που βρίσκεται στο δεξί μενού του πίνακα σχεδιάσεις (βλ. Εικόνα 6-17).



Σχήμα 6-9:Τελικό σχήμα Λωρίδας Βραδυπορίας



Εικόνα 6-17:Οχήμα Σχεδιασμού

Κεφάλαιο 7 Σχεδίαση Πραγματικών Κυκλικών Κόμβων

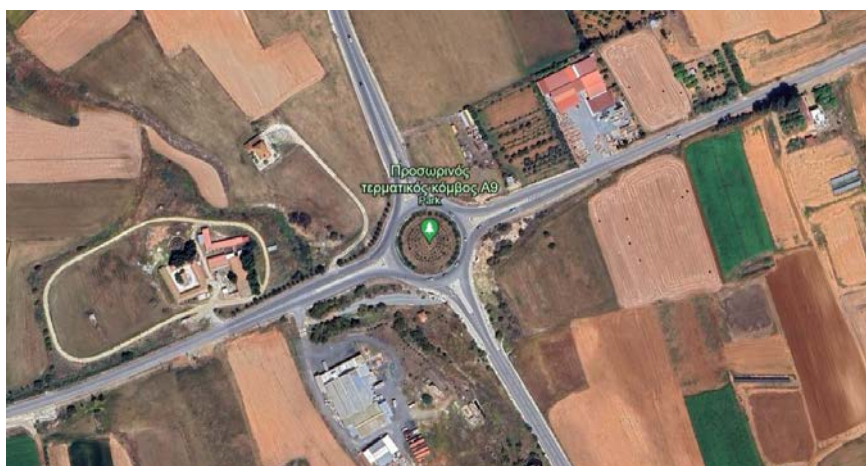
7.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζεται η διαδικασία ανάλυσης και απεικόνισης πραγματικών κυκλικών κόμβων, οι οποίοι αποτυπώθηκαν μέσω στιγμιότυπων οθόνης και σχεδιάστηκαν στη συνέχεια στο Anadelta Tessera. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία ανάλυσης και απεικόνισης πραγματικών κυκλικών κόμβων, οι οποίοι αποτυπώθηκαν μέσω στιγμιότυπων οθόνης και στη συνέχεια σχεδιάστηκαν στο Anadelta Tessera. Η μελέτη αυτών των κόμβων έχει ιδιαίτερη σημασία για τη βέλτιστη χάραξη μελλοντικών κόμβων, με σκοπό τη διασφάλιση της κυκλοφοριακής ροής και την ενίσχυση της οδικής ασφάλειας, καθώς βασίζεται σε πραγματικά δεδομένα και τοποθεσίες.

Μέσω του προγράμματος, πραγματοποιείται λεπτομερής ανάλυση της γεωμετρίας και της κατανομής των λωρίδων κυκλοφορίας, με σκοπό την αξιολόγηση της λειτουργικότητας των κόμβων. Τα στιγμιότυπα και τα σχέδια που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο αποτελούν ουσιαστικά εργαλεία για την απεικόνιση και κατανόηση των κυκλοφοριακών συνθηκών.

7.2 Κυκλικός Κόμβος στο Ακάκι

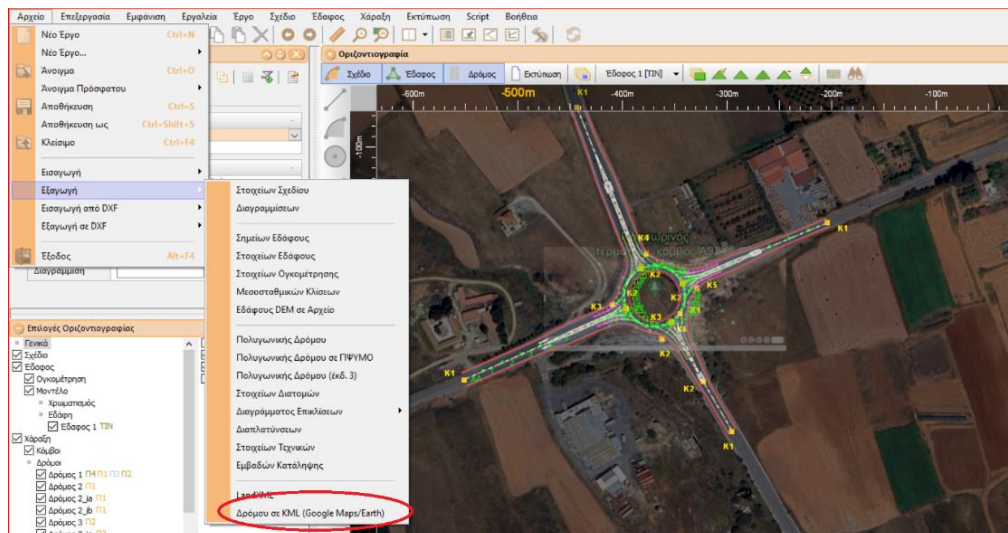
Στην πρώτη απεικόνιση, παρουσιάζεται ο κυκλικός κόμβος στην περιοχή Ακάκι στην επαρχία Λευκωσίας, ο οποίος αποτελείται από τέσσερις εισόδους και εξόδους, δημιουργώντας μια διασταύρωση δύο κύριων οδικών αρτηριών (βλ. Εικόνα 7-1). Ο συγκεκριμένος κόμβος φαίνεται να έχει σχεδιαστεί με υψηλή ακρίβεια και προσοχή στη λεπτομέρεια, με στόχο να εξασφαλίζει την ομαλή και ασφαλή ροή της κυκλοφορίας για τα οχήματα που εισέρχονται και εξέρχονται από αυτόν. Ο σχεδιασμός του κόμβου συμβάλλει στη βέλτιστη κατανομή της κυκλοφορίας και στη μείωση των καθυστερήσεων, προσφέροντας μια λειτουργική λύση για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας στην περιοχή.



Εικόνα 7-1: Χάρτης Κυκλικού Κόμβου στο Ακάκι

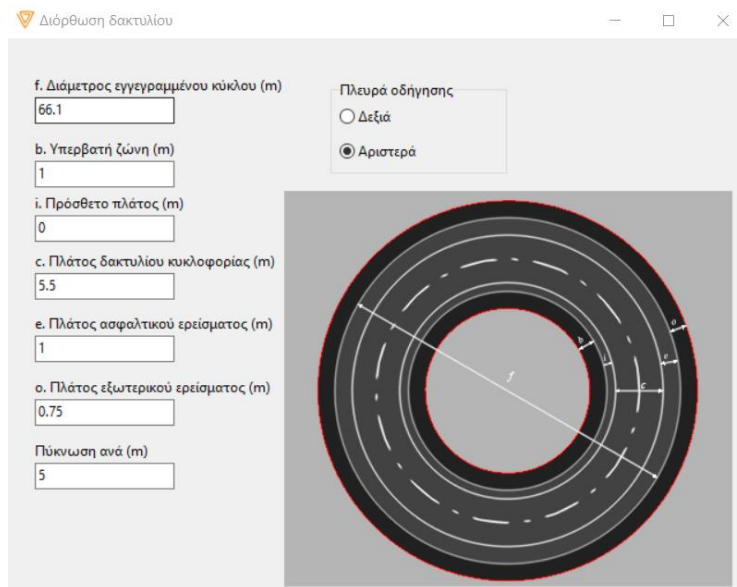
Ο υπό εξέταση κόμβος, αν και ακολουθεί τη δομή προγενέστερων σχεδιασμών, παρουσιάζει σημαντικές τροποποιήσεις στις γεωμετρικές του παραμέτρους, όπως τα πλάτη και οι ακτίνες στrophών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι διαπλατύνσεις στις προσβάσεις, οι οποίες, πέρα από την αύξηση της χωρητικότητας του κόμβου και την εξυπηρέτηση μεγάλων οχημάτων, συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας μέσω της ενισχυμένης ορατότητας για όλους τους χρήστες.

Το λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων γεωγραφικών πληροφοριών από το Google Earth, σε μορφή KML, με σκοπό τη δημιουργία πραγματικών μοντέλων. Για την εκτέλεση της ενέργειας αυτής, ο χρήστης καλείται να εντοπίσει την περιοχή ενδιαφέροντος στο Google Earth, να την αποθηκεύσει ως αρχείο KML και στη συνέχεια να την εισάγει στο πρόγραμμα μέσω της διαδρομής 'Αρχείο' -> 'Εισαγωγή' -> 'Σχεδίου από KML'(βλ. Εικόνα 7-2) .

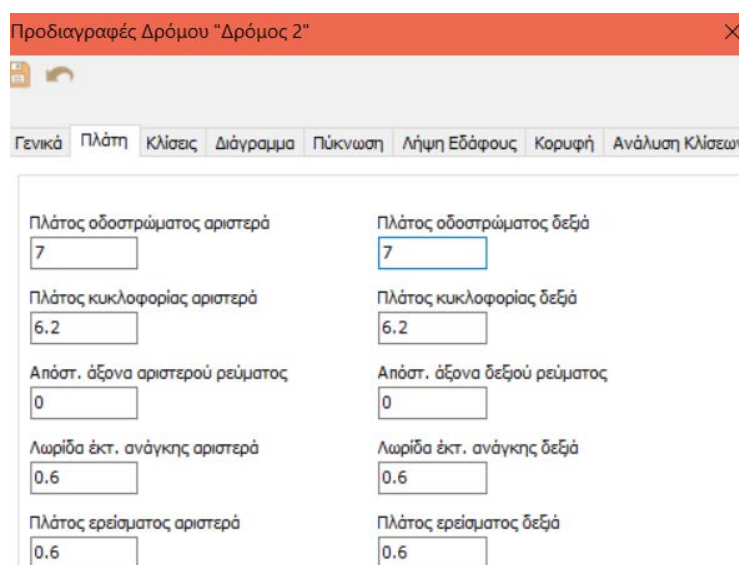


Εικόνα 7-2 : Εισαγωγή KML

Μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής των δεδομένων, ακολουθείται η ίδια διαδικασία με τους προγενέστερους κόμβους. Στην Εικόνα 7-3 απεικονίζεται η διάμετρος του κύκλου, έτσι αναγνωρίζεται ότι είναι ένας κανονικός κυκλικός κόμβος υψηλής χωρητικότητας. Αυτό το είδους κόμβοι σχεδιάζονται για να διαχειρίζονται υψηλές ροές κυκλοφορίας. Τα πλάτη των δρόμων έχουν τις ίδιες τιμές σε όλες τις προσβάσεις(βλ. Εικόνα 7-4).

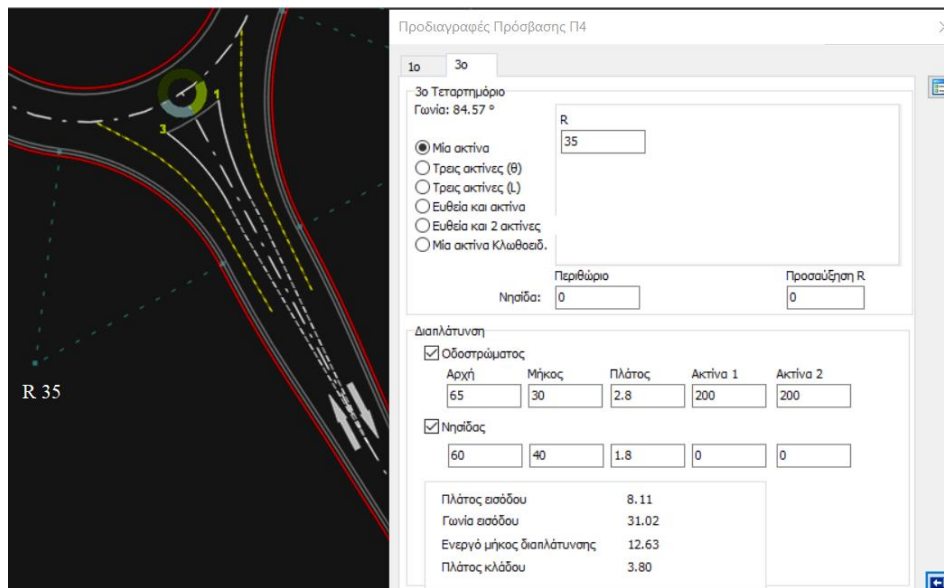


Εικόνα 7-3: Δακτύλιος Κόμβου στο Ακάκι

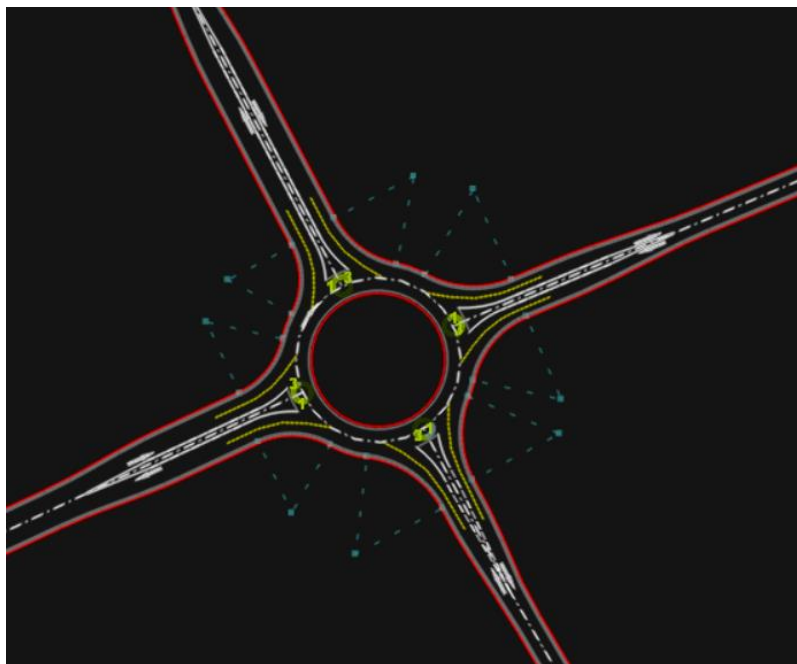


Εικόνα 7-4: Πλάτη Δρόμων στο Ακάκι

Στην Εικόνα 7-5 απεικονίζεται η ακτίνα στροφής μιας εισόδου του κόμβου, καθώς και οι διαπλατύνσεις που έγιναν στο οδόστρωμα για τη δημιουργία του «φουσκώματος». Στο συγκεκριμένο κόμβο σε όλες τις προσβάσεις χρησιμοποιήθηκε μια ακτίνα 30-45μοιρών. Στην ίδια εικόνα περιλαμβάνονται οι ρυθμίσεις της νησίδας, η οποία επεκτείνεται στην πρόσβαση. Στο κάτω μέρος της εμφανίζονται αυτόματα το πλάτος εξόδου, η γωνία εξόδου και άλλα στοιχεία ανάλογα με το πλάτος του δρόμου και τις καθορισμένες ακτίνες. Η τελική μορφή της χάραξης του κυκλικού κόμβου στο Ακάκι παρουσιάζεται στο Σχήμα 7-1.



Εικόνα 7-5: : Διαπλάτυνση Εισόδου στο Κυκλικό Κόμβο στο Ακάκι



Σχήμα 7-1: Τελική μορφή Κόμβου στο Ακάκι

7.3 Κυκλικός Κόμβος Θεόκτιστου

Ένα επιπλέον παράδειγμα ρεαλιστικού κόμβου είναι ο Κυκλικός Κόμβος του Θεόκτιστου στην περιοχή της Λευκωσίας. Ο συγκεκριμένος κόμβος αποτελεί κεντρικό σημείο της πόλης και συνδέει πολλές σημαντικές περιοχές με το κέντρο. Τις πρωινές ώρες, παρατηρείται συχνή κυκλοφοριακή συμφόρηση λόγω της πολυσύχναστης φύσης του, καθώς περιβάλλεται από υπηρεσίες και σχολεία. Η Εικόνα 7-6 απεικονίζει στιγμιότυπο από το Google Earth, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στο Anadelta για τη χάραξη του κόμβου.

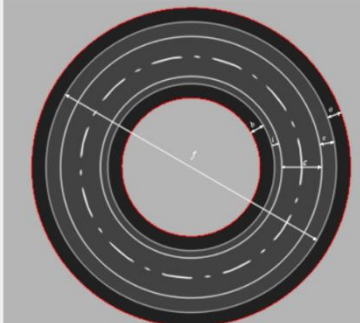


Εικόνα 7-6: Κόμβος Θεόκτιστου

Στην περίπτωση αυτή, η διάμετρος του κύκλου (βλ. Εικόνα 7-7) είναι μικρότερη σε σύγκριση με τον προηγούμενο κόμβο, ενώ τα πλάτη των δρόμων (βλ. Εικόνα 7-8) παραμένουν περίπου τα ίδια. Σε όλες τις εισόδους και τις εξόδους χρησιμοποιήθηκε μια ακτίνα για κάθε τεταρτημόριο, με τις γωνίες να κυμαίνονται μεταξύ 35-60 μοιρών, όπως φαίνεται στην Εικόνα 7-10.

f. Διάμετρος εγγεγραμμένου κύκλου (m)	55
b. Υπερβατή ζώνη (m)	1
i. Πρόσθετο πλάτος (m)	0
c. Πλάτος δακτυλίου κυκλοφορίας (m)	5.5
e. Πλάτος ασφαλτικού ερείσματος (m)	1
o. Πλάτος εξωτερικού ερείσματος (m)	0.75
Πύκνωση ανά (m)	5

Πλευρά οδήγησης
☐ Δεξιά
☒ Αριστερά



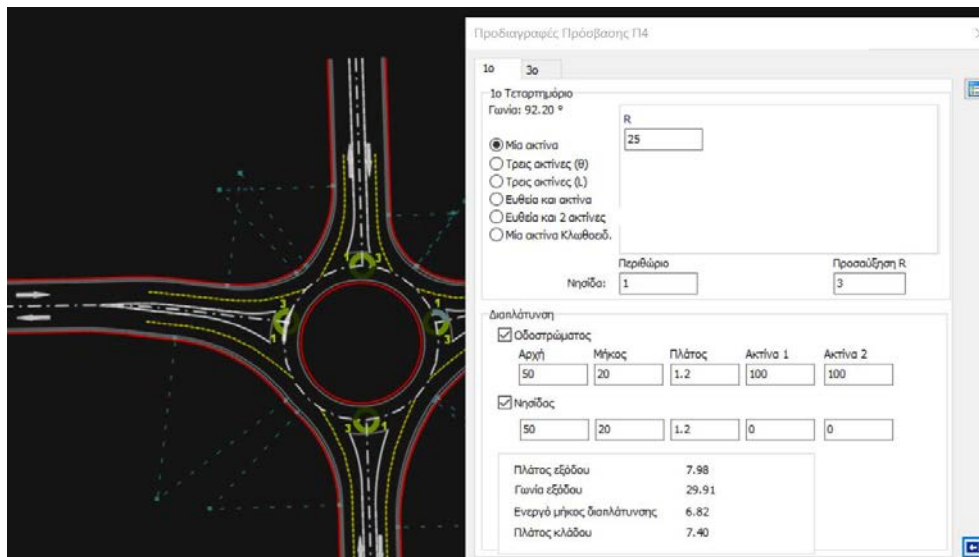
Εικόνα 7-7: Διόρθωση Δακτυλίου Θεόκτιστου

Προδιαγραφές Δρόμου "Δρόμος 6"

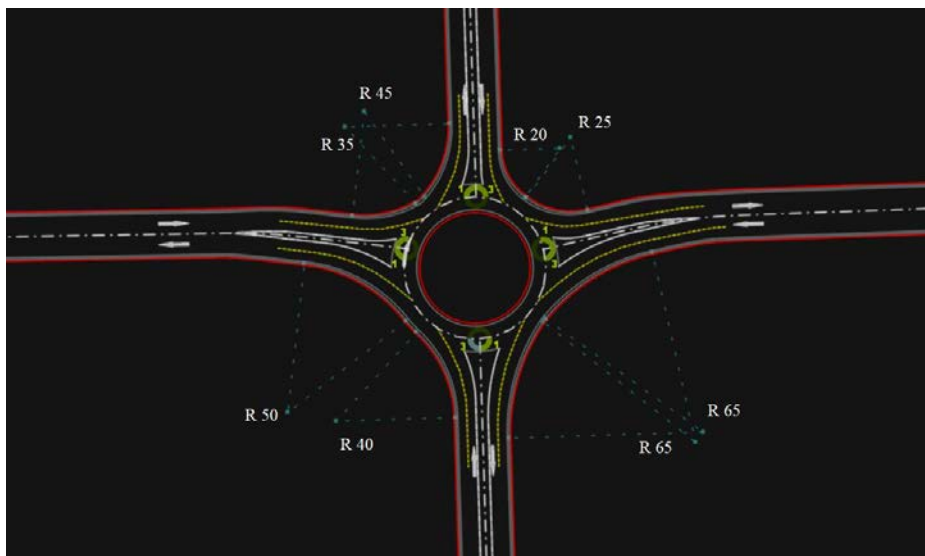
Γενικά	Πλάτη	Κλίσεις	Διάγραμμα	Πύκνωση	Λήψη Εδάφους	Κορυφή	Ανά
Πλάτος οδοστρώματος αριστερά	8	Πλάτος οδοστρώματος δεξιά	8				
Πλάτος κυκλοφορίας αριστερά	6.2	Πλάτος κυκλοφορίας δεξιά	6.2				
Απόστ. άξονα αριστερού ρεύματος	0	Απόστ. άξονα δεξιού ρεύματος	0				
Λωρίδα έκτ. ανάγκης αριστερά	0.6	Λωρίδα έκτ. ανάγκης δεξιά	0.6				
Πλάτος ερείσματος αριστερά	0.6	Πλάτος ερείσματος δεξιά	0.6				

Εικόνα 7-8: Πλάτη Δρόμων Θεόκτιστου

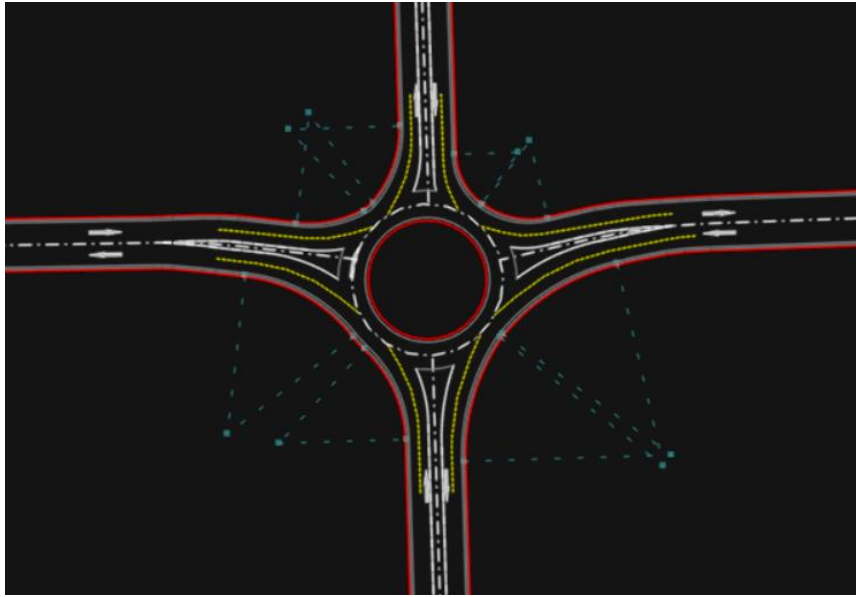
Στην ανάλυση του κόμβου, πραγματοποιήθηκαν διαπλατύνσεις αποκλειστικά στις προσβάσεις δεξιά και αριστερά, περιοχές όπου παρατηρείται έντονη κυκλοφοριακή κίνηση. Αυτές οι διαπλατύνσεις σχεδιάστηκαν για να βελτιώσουν τη ροή της κυκλοφορίας και να μειώσουν τις καθυστερήσεις των πολυσύχναστων δρόμων. Στην Εικόνα 7-9 απεικονίζονται αναλυτικά οι διαπλατύνσεις που εφαρμόστηκαν στα τέσσερα τεταρτημόρια του κόμβου καθώς και οι ρυθμίσεις των νησίδων. Η ολοκληρωμένη αποτύπωση του κόμβου, που περιλαμβάνει όλες τις προτεινόμενες τροποποιήσεις και ρυθμίσεις, φαίνεται στο **Error! Reference source not found..**



Εικόνα 7-9: Διαπλατύνσεις δρόμων Θεόκτιστου



Εικόνα 7-10 : Ακτίνες Στροφών Θεόκτιστου



Σχήμα 7-2: Μοντελοποίηση Κόμβου Θεόκτιστου

Κεφάλαιο 8 Κυκλικοί Κόμβοι Βάσει των ΟΜΟΕ Κ3

8.1 Γενικά

Στο Κεφάλαιο 6 αναλύθηκε η διαδικασία διαμόρφωσης κόμβων, η οποία μοντελοποιήθηκε σύμφωνα με τα Αγγλικά Πρότυπα. Στο παρόν κεφάλαιο μοντελοποιήθηκαν κόμβοι με γεωμετρικά χαρακτηριστικά βασισμένα στις ΟΜΟΕ Κ3.

8.2 Σπειροειδής Κ3 (Turbo)

Οι Turbo κυκλικοί κόμβοι είναι μια ειδική διαμόρφωση κόμβων, όπου οι λωρίδες κυκλοφορίας καθορίζονται από πινακίδες κυκλοφορίας και κράσπεδα που έχουν τοποθετηθεί τόσο στις εισόδους όσο και στις λωρίδες κυκλοφορίας. Αυτοί οι κόμβοι διαθέτουν ένα ιδιαίτερο οβάλ σχήμα, το οποίο έχει σχεδιαστεί για να επιτυγχάνει την διάσπαση των κυκλοφοριακών ρευμάτων και να αποτρέψει την πλέξη της κυκλοφορίας. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους περιλαμβάνουν μια ειδική διαμόρφωση σπειροειδούς κυκλικού κόμβου (βλ. Εικόνα 8-1), η οποία εξασφαλίζει την ανάγκη για αλλαγές λωρίδας εντός δακτυλίου κυκλοφορίας, καθώς κάθε λωρίδα εισόδου δίνει κατεύθυνση σε συγκεκριμένη λωρίδα εξόδου.

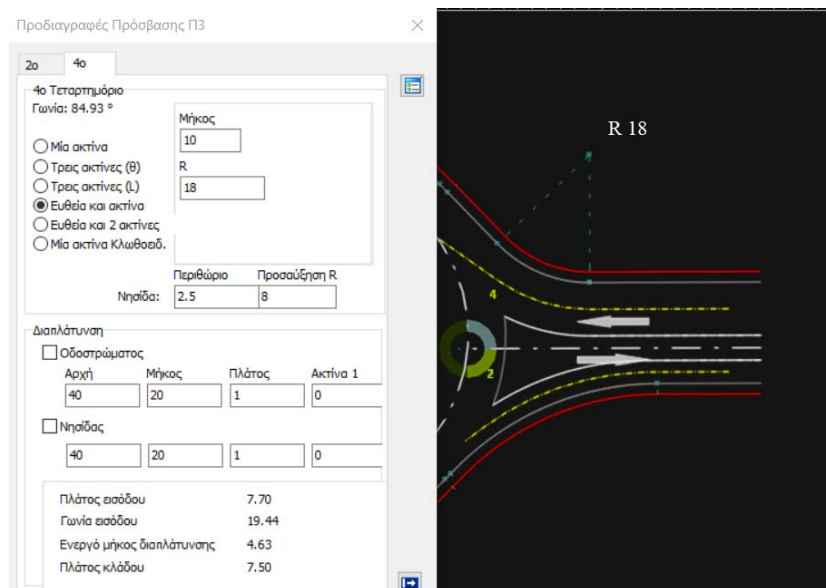


Εικόνα 8-1: Διάταξη Σπειροειδή Δακτυλίου Κυκλοφορίας (turbo-K3)

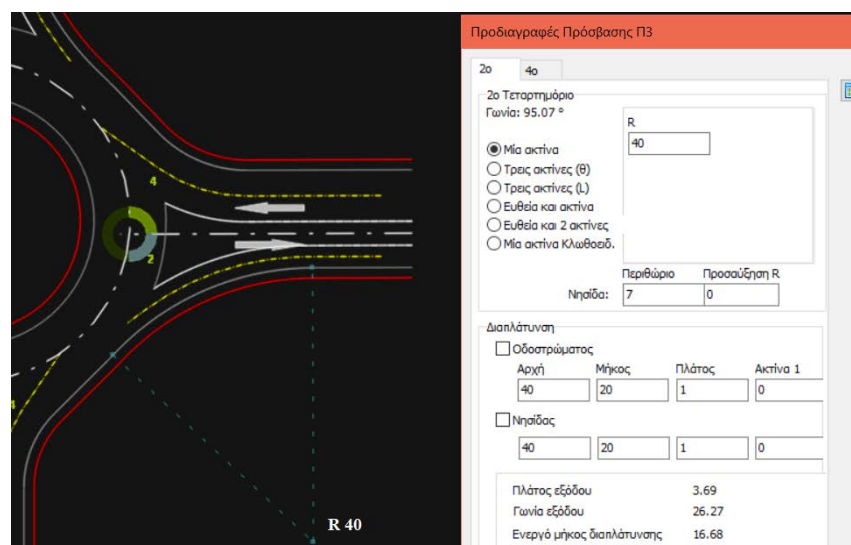
Από το Σχήμα 2.10-1 των ΟΜΟΕ-Κ3

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

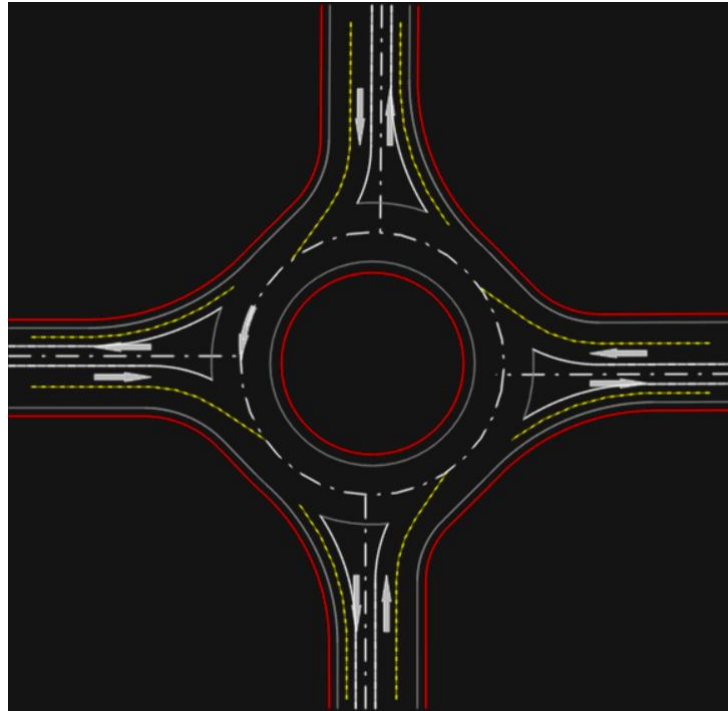
Το τελικό σχέδιο παρουσιάζεται στο Σχήμα 8-1 με την ιδιαιτερότητα, να αφορά την επιλογή της καμπύλης συναρμογής. Στην παρούσα περίπτωση, οι ακτίνες στις εισόδους του κόμβου σχεδιάστηκαν χρησιμοποιώντας την επιλογή «Ευθεία και Ακτίνα» (βλ. Εικόνα 8-2), προκειμένου να διασφαλίζεται ότι ο οδηγός θα ελαττώσει και θα βρίσκεται στη σωστή λωρίδα καθώς κάθε είσοδος κατευθύνει ομαλά τον οδηγό προς μια προκαθορισμένη έξοδο. Στις εξόδους χρησιμοποιήθηκε η εντολή «Μια ακτίνα» όπως είναι εμφανές στην Εικόνα 8-3.



Εικόνα 8-2: "Ευθεία και Ακτίνα" στην Είσοδο του Κόμβου



Εικόνα 8-3: "Μία Ακτίνα" στην Έξοδο του Κόμβου

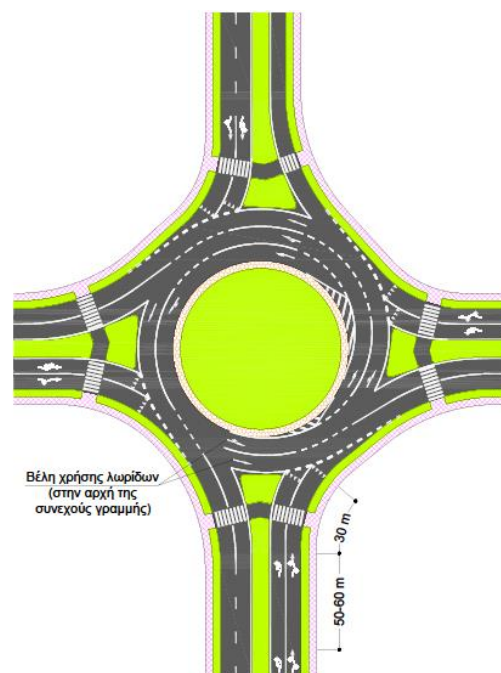


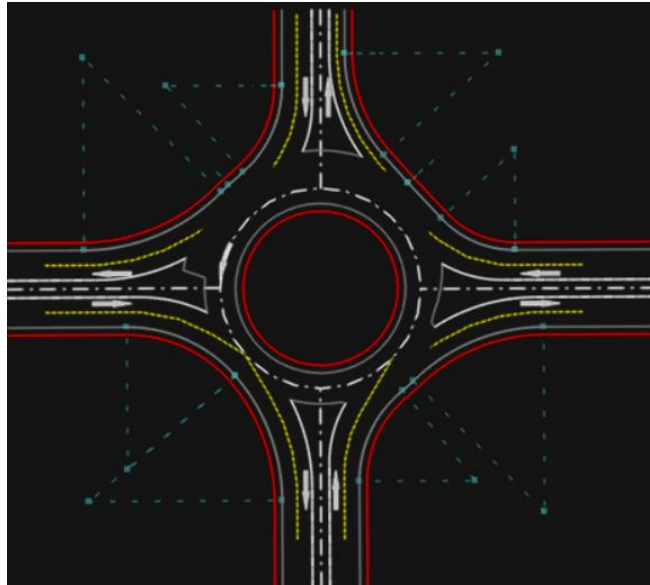
Σχήμα 8-1: Τελικό σχήμα Σπειροειδή

Ένας παρόμοιος κόμβος με τον προηγούμενο είναι ο ακόλουθος σπειροειδής κυκλικός κόμβος, ο οποίος αντιστοιχεί στην τυπική περίπτωση οριζόντιας διαγράμμισης K3. Η Εικόνα 8-4 αντιπροσωπεύει έναν πιο σύνθετο κόμβο με πολλές λωρίδες, κατάλληλο για περιοχές με αυξημένη κυκλοφορία. Αντίθετα, η Εικόνα 8-1 παρουσιάζει έναν απλούστερο, κόμβο μίας λωρίδας, ο οποίος είναι πιο συνηθισμένος για περιοχές με λιγότερη κίνηση. Ο τρόπος σχεδίασής που ακολουθήθηκε είναι ακριβώς ο ίδιος με τον πιο πάνω κόμβο, με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά. Η μοντελοποίηση του κόμβου φαίνεται στο Σχήμα 8-2.

Εικόνα 8-4: Τυπική οριζόντια
σήμανση με βέλη χρήσης λωρίδων

Από το Σχήμα 3.1-2 των ΟΜΟΕ-K3



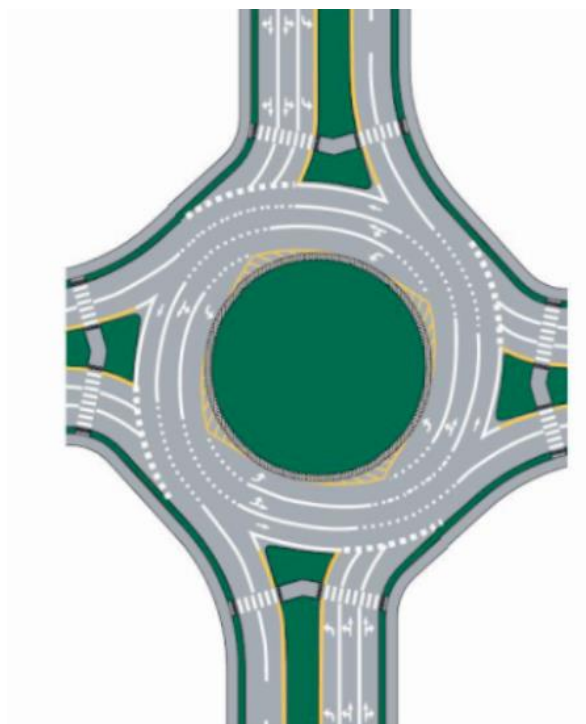


Σχήμα 8-2: Τελική Μορφή Σπειροειδή Με Οριζόντια Διαγράμμιση

Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα χάραξης κόμβων από τα ΟΜΟΕ, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία που αναφέρθηκε προηγουμένως.

8.3 Ειδική Διαμόρφωση Κόμβων Κυκλικής Κίνησης

Εκτός από τις τυπικές περιπτώσεις σχεδιασμού που αναφέρονται στα προηγούμενα κεφάλαια, η διάταξη κόμβου πρέπει να προσαρμοστεί στις συγκεκριμένες ανάγκες κάθε περίπτωσης, υπό την προϋπόθεση ότι οι γενικές αρχές σχεδιασμού για τους Κ3 τηρούνται. Η διαμόρφωση αυτή μπορεί να αναφέρεται στον αριθμό των λωρίδων, στους κλάδους και την γεωμετρία του κόμβου αλλά και στη χρήση των λωρίδων ως κοινόχρηστες ή αποκλειστικές. Ένα παράδειγμα ειδικών διαμορφώσεων παρουσιάζεται στην Εικόνα 8-5.



Εικόνα 8-5: Ειδική Περίπτωση Κόμβου

Από το Σχήμα 2.18-10 των ΟΜΟΕ-Κ3

Η ειδική αυτή περίπτωση αναφέρεται σε έναν κόμβο όπου υπάρχουν τρεις λωρίδες πρόσβασης, με τη μεσαία και την εξωτερική να είναι κοινόχρηστες. Η εσωτερική λωρίδα είναι αποκλειστικής χρήσης. Ο δακτύλιος αποτελείται από τρεις λωρίδες κυκλοφορίας, ενώ οι έξοδοι έχουν δύο λωρίδες. Για να εξυπηρετούνται οι τρεις λωρίδες, τα πλάτη των δρόμων πρέπει να είναι ικανοποιητικά, όπως φαίνεται στην Εικόνα 8-6.

Προδιαγραφές Δρόμου "Δρόμος 4"

Γενικά Πλάτη Κλίσεις Διάγραμμα Πύκνωση Λήψη Εδάφους Κορυφή Ανάλυση Κλίσεων

Πλάτος οδοστρώματος αριστερά	11.5	Πλάτος οδοστρώματος δεξιά	14.9
Πλάτος κυκλοφορίας αριστερά	8	Πλάτος κυκλοφορίας δεξιά	11.4
Απόστ. άξονα αριστερού ρεύματος	3.5	Απόστ. άξονα δεξιού ρεύματος	3.5
Λωρίδα έκτ. ανάγκης αριστερά	0	Λωρίδα έκτ. ανάγκης δεξιά	0
Πλάτος ερείματος αριστερά	1.5	Πλάτος ερείματος δεξιά	1.5
Νησίδα Αριστερά	0	Νησίδα δεξιά	0
Απόσταση τροχιάς αριστ. ρεύματος	0	Απόσταση τροχιάς δεξ. ρεύματος	0
Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	4		

Εικόνα 8-6: Πλάτη Λωρίδων Ειδικών Κόμβων

Στην περίπτωση αυτή, οι καμπύλες συναρμογής των προσβάσεων φαίνονται επίσης στις Εικόνα 8-7 και Εικόνα 8-8 όπου παρατηρείται ότι στις εισόδους χρησιμοποιήθηκε «Ευθεία και Ακτίνα», ώστε να δημιουργείται μια μικρή στροφή που αναγκάζει τους οδηγούς να επιβραδύνουν και να καθοδηγούνται με ασφάλεια στη σωστή λωρίδα. Στις εξόδους χρησιμοποιήθηκε μια ακτίνα για την ομαλή έξοδο των οδηγών από τον κόμβο. Το τελικό μοντέλο της Ειδικής Περίπτωσης Κόμβων φαίνεται στο Σχήμα 8-3.

Προδιαγραφές Πρόσβασης Π2

2o 4o Τεταρτημόριο
Γωνία: 83.35 °

Μήκος
10
R
18

☐ Μία ακτίνα
☐ Τρεις ακτίνες (R)
☐ Τρεις ακτίνες (L)
☒ Ευθεία και ακτίνα
☐ Ευθεία και 2 ακτίνες
☐ Μία ακτίνα Κλωθοσείδ.

Περιθώριο Προσαύξηση R
Νησίδα: 0 3

Διαπλάτυνση

☐ Οδοστρώματος

Αρχή	Μήκος	Πλάτος	Ακτίνα 1
40	20	1	0

☐ Νησίδας

Αρχή	Μήκος	Πλάτος	Ακτίνα 1
40	20	1	0

Πλάτος εισόδου 13.39
 Γωνία εισόδου 21.81
 Ενεργό μήκος διαπλάτυνσης 2.50
 Πλάτος κλάδου 11.40

Εικόνα 8-7: Καμπύλη Συναρμογής Εισόδου

Προδιαγραφές Πρόσβασης Π2

2o 4o Τεταρτημόριο
Γωνία: 96.65 °

R
40

☒ Μία ακτίνα
☐ Τρεις ακτίνες (R)
☐ Τρεις ακτίνες (L)
☐ Ευθεία και ακτίνα
☐ Ευθεία και 2 ακτίνες
☐ Μία ακτίνα Κλωθοσείδ.

Περιθώριο Προσαύξηση R
Νησίδα: 9 5

Διαπλάτυνση

☐ Οδοστρώματος

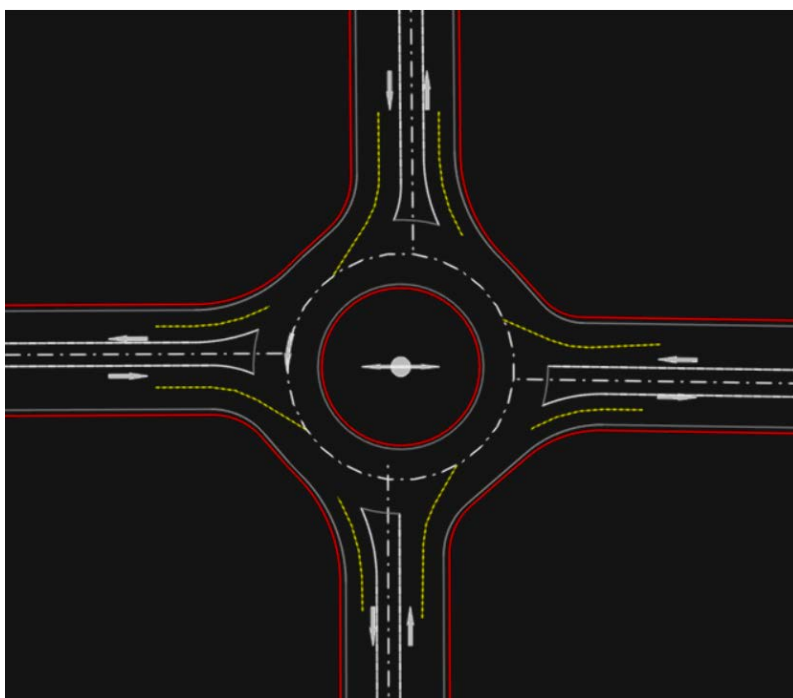
Αρχή	Μήκος	Πλάτος	Ακτίνα 1
40	20	1	0

☐ Νησίδας

Αρχή	Μήκος	Πλάτος	Ακτίνα 1
40	20	1	0

Πλάτος εξόδου 8.12
 Γωνία εξόδου 35.70
 Ενεργό μήκος διαπλάτυνσης 14.63
 Πλάτος κλάδου 8.00

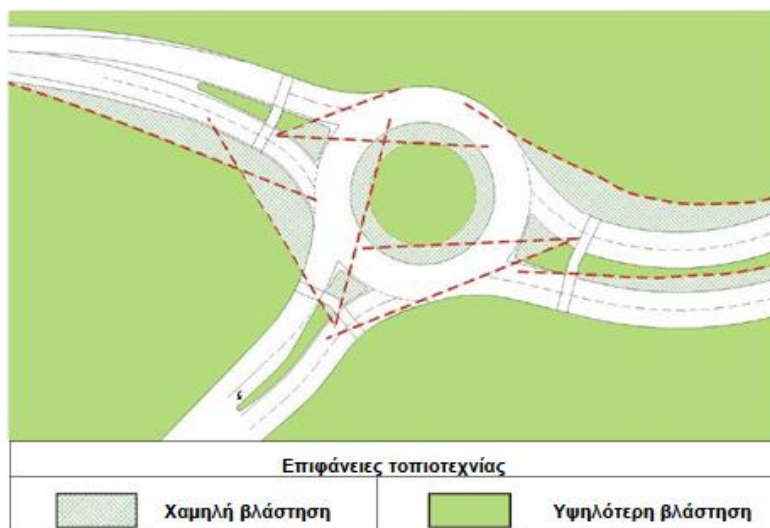
Εικόνα 8-8: Ακτίνα Εξόδου



Σχήμα 8-3: Μοντέλο Ειδικής Περίπτωσης Κ3

8.4 Προσβάσεις Καμπυλών Κλάδων

Ο σχεδιασμός του κόμβου που παρουσιάζεται στην Εικόνα 8-9 βασίζεται στις καμπύλες των κλάδων στις προσβάσεις, με στόχο να βελτιώσει την ορατότητα των οδηγών και να δημιουργεί ένα περιβάλλον με χαμηλά και ψηλά οπτικά εμπόδια προκειμένου να βελτιωθεί η λειτουργικότητά του κόμβου.



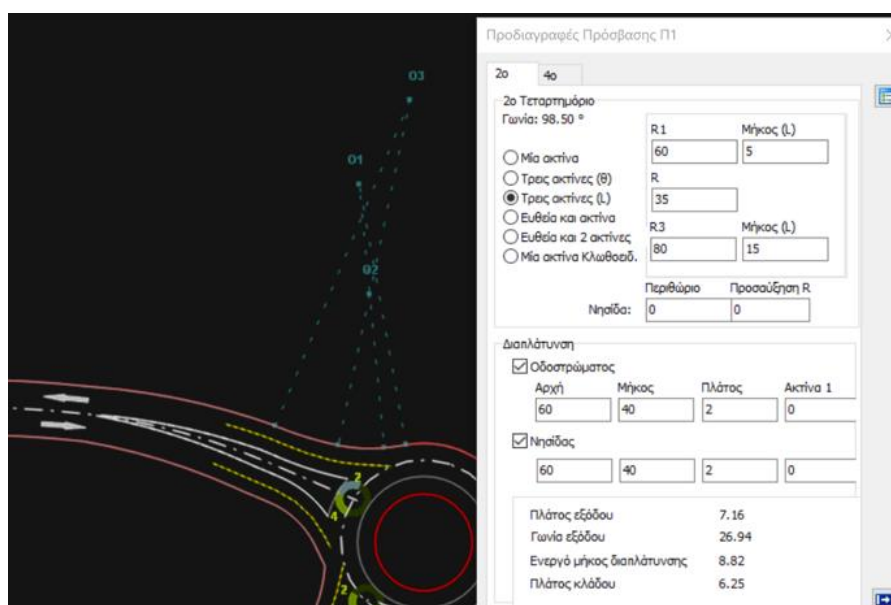
Εικόνα 8-9 : Παράδειγμα Καμπύλων Κλάδων

Από το Σχήμα 2.14-5 των ΟΜΟΕ-Κ3

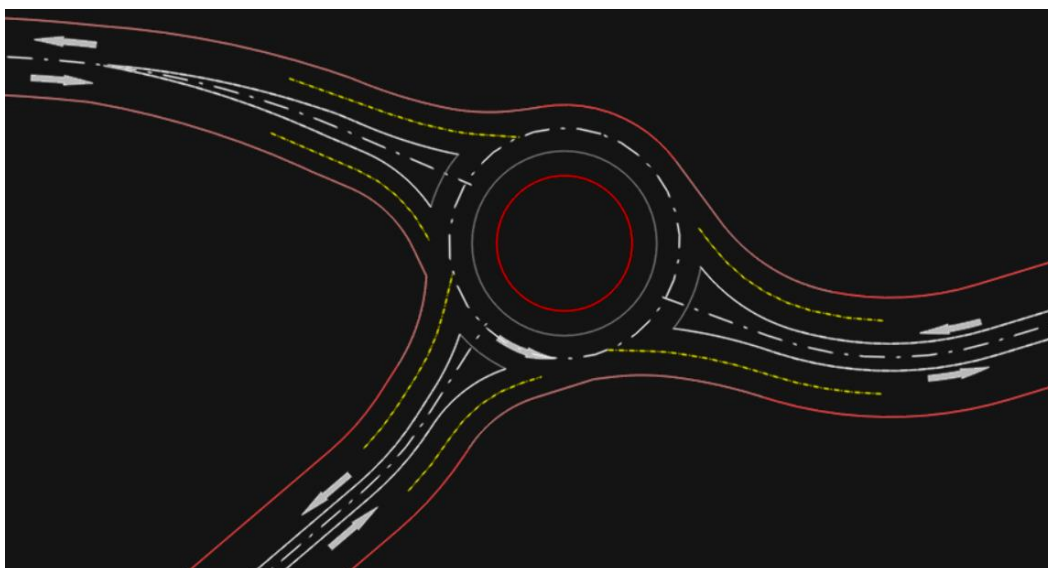
Οι καμπύλες συναρμογής της εισόδου θα πρέπει να διαμορφώνονται κατάλληλα για λόγους ορατότητας, άνεσης, ασφάλειας και ρύθμισης της ταχύτητας. Γι' αυτό, στην Εικόνα 8-10 φαίνεται η γωνιά εισόδου που χρησιμοποιήθηκαν στη χάραξη του συγκεκριμένου κόμβου στο Anadelta Tessera. Οι πολύ μικρές γωνίες δυσκολεύουν τους οδηγούς για τον λόγο ότι αναγκάζονται να στρέψουν το κεφάλι τους και να μην δουν τα οχήματα στις άλλες προσβάσεις, για αυτό και στη περίπτωση που μελετήθηκε, εφαρμόστηκε η ρύθμιση «Ευθεία και Ακτίνα». Στην Εικόνα 8-11, φαίνονται οι ακτίνες στροφής μιας εξόδου, όπου εφαρμόστηκαν «Τρεις Ακτίνες». Η χρήση τριών ακτίνων επιτρέπει τη σταδιακή αλλαγή της καμπυλότητας της στροφής, μειώνοντας τις απότομες αλλαγές κατεύθυνσης. Το τελικό σχέδιο φαίνεται στο Σχήμα 8-4.



Εικόνα 8-10: Καμπύλη Συναρμογής Εισόδου

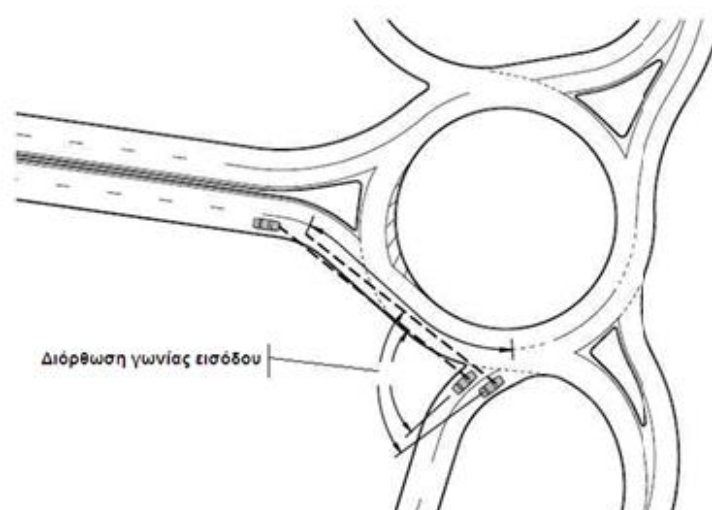


Εικόνα 8-11: Γωνία Εξόδου Με τρείς Ακτίνες



Σχήμα 8-4 : Τελική Μορφή Κόμβου Προσβάσεων Καμπυλών Κλάδων

Είναι σημαντικό ο οδηγός να έχει τη δυνατότητα να παρατηρήσει χωρίς δυσκολία, τη διέλευση άλλων οχημάτων για αποφυγή συγκρούσεων. Για αυτό το πεδίο έχει γωνιά 112° , η οποία σχηματίζεται από τον άξονα του οχήματος προς την αριστερή πλευρά. Στην Εικόνα 8-12 παρουσιάζεται η διορθωμένη περίπτωση Κ3 σε σχέση με τη γωνιά πρόσβασης.



Εικόνα 8-12 : Διορθωμένη γωνία εισόδου ($>75^\circ$)

Από το Σχήμα 2.14-7 των ΟΜΟΕ-Κ3

Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζονται ενδεικτικά διορθωμένες γωνίες εισόδου καθώς και το ολοκληρωμένη Σχήμα 8-5: Διορθωμένες Γωνίες Εισόδου. Στην Εικόνα 8-13 είναι εμφανείς η ακτίνα εισόδου που χρησιμοποιήθηκε, και στην Εικόνα 8-14 ακτίνα εξόδου, που υποδεικνύουν τη σημασία της προσαρμογής της σχεδίασης στις συγκεκριμένες κυκλοφοριακές συνθήκες. Ανάλογα με το είδος του δρόμου και τις ταχύτητες με τις οποίες εισέρχονται τα οχήματα στον κυκλικό κόμβο, οι απαιτήσεις για τις ακτίνες αλλάζουν.



Εικόνα 8-13: Διορθωμένη Γωνιά Εισόδου (>75°)



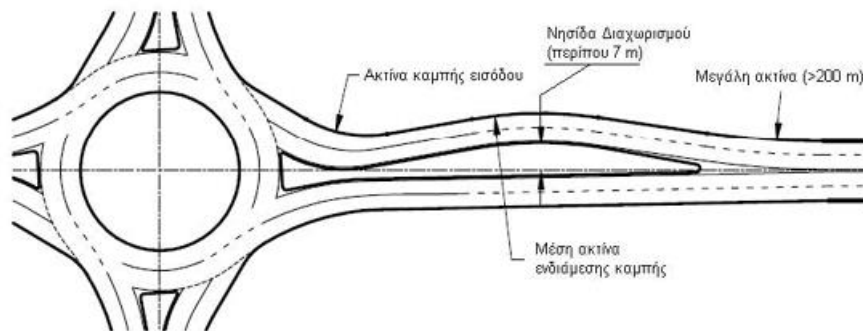
Εικόνα 8-14: Διορθωμένη Γωνιά Εξόδου (>75°)



Σχήμα 8-5: Διορθωμένες Γωνίες Εισόδου

8.5 Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου

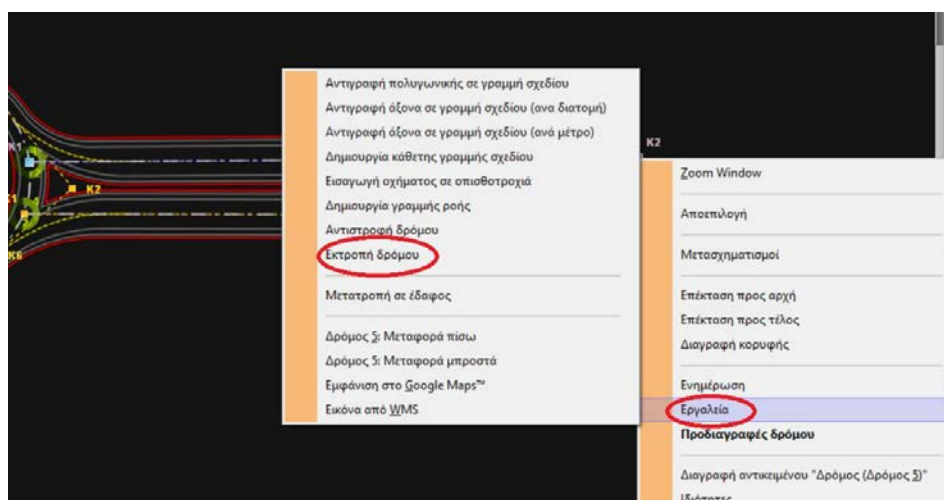
Κατά την είσοδο των οδηγών στο κόμβο είναι αναγκαίο να ελαττώνουν ταχύτητα, για αυτό συνίσταται ο σχεδιασμός χάραξης με θλάση προς την αριστερή πλευρά της κίνησης (βλ. Εικόνα 8-15). Αυτή η διαμόρφωση γίνεται συνήθως σε κόμβους όπου βρίσκονται σε οδούς με υψηλές ταχύτητες πάνω από 70 χιλ/ώρα. Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4, οι επιτρεπόμενες ακτίνες των καμπυλών του κλάδου πρόσβασης καθορίζεται από συγκεκριμένο διάγραμμα.



Εικόνα 8-15: Διαμόρφωση θλάσης κλάδου εισόδου

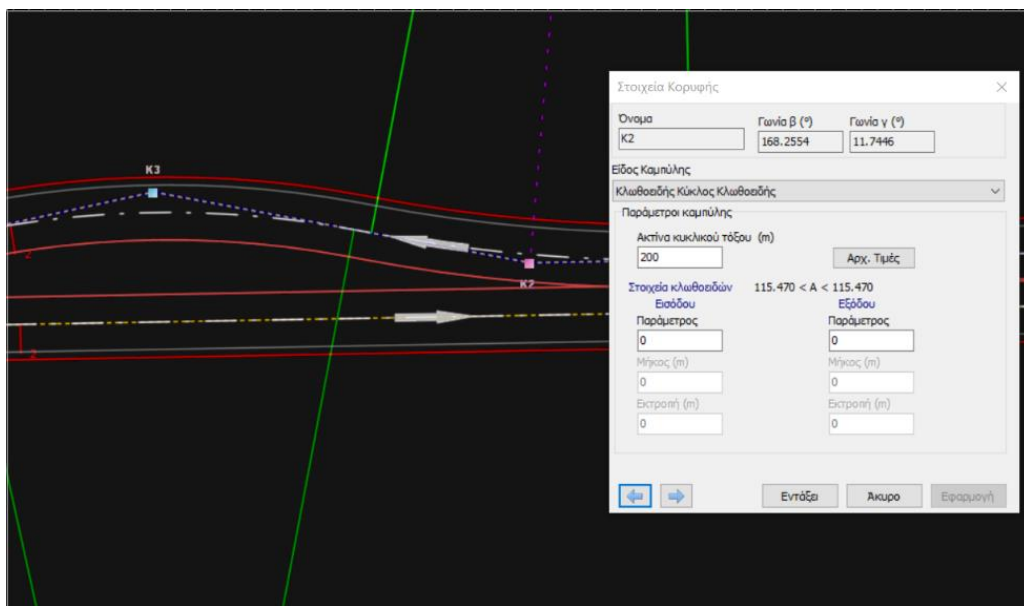
Από το Σχήμα 2.7-3 των ΟΜΟΕ-K3

Για τη δημιουργία της θλάσης στο Anadelta Tessera, πραγματοποιήθηκε χάραξη δύο δρόμων με ίσο πλάτος αλλά διαφορετικές προσβάσεις. Για τη διαμόρφωση της θλάσης στον κλάδο εισόδου, έγινε δεξί κλικ και μέσω της εντολής «Εργαλεία» επιλέχθηκε η ρύθμιση «Εκτροπή Δρόμου», όπως απεικονίζεται στην εικόνα. Μετά την επιλογή της ρύθμισης, ορίζεται η κατάλληλη ακτίνα και διαμορφώνεται η γωνία.

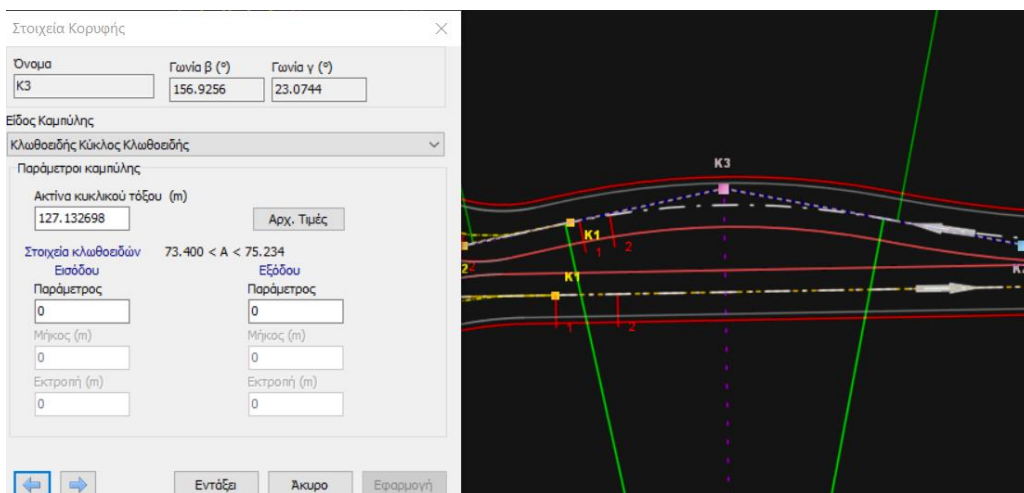


Εικόνα 8-16: Εκτροπή Δρόμου Για την Δημιουργία Θλάσης

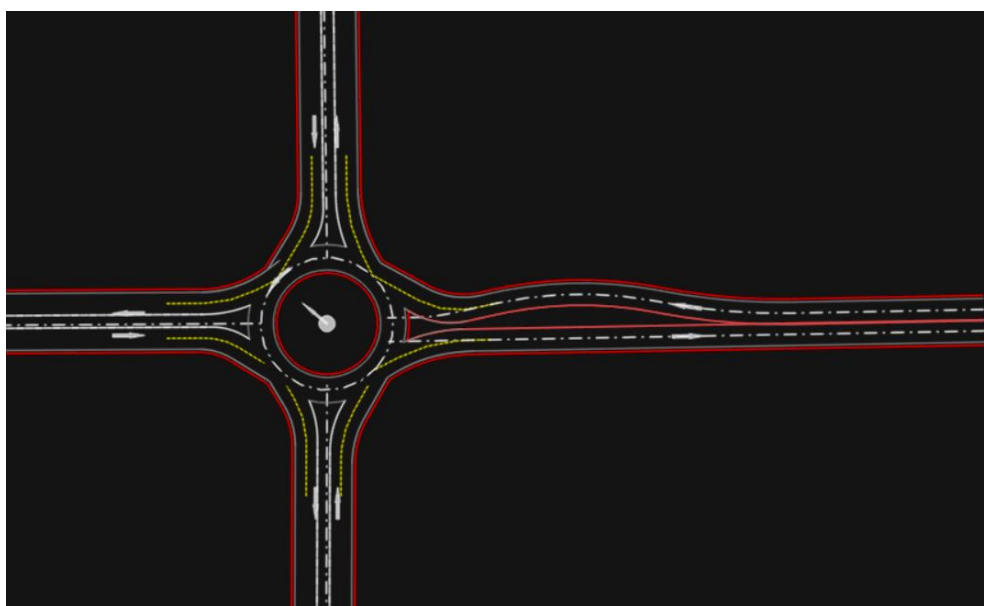
Όταν ο σχεδιασμός πρέπει να αντιμετωπίσει το πρόβλημα των μεγάλων φορτηγών που εμπλέκονται στις τροχιές κατά την είσοδό τους, είναι αναγκαία η χρήση μέσων ακτίνων κατάλληλου μεγέθους, όπως $R \geq 30 \text{ m}$ (βλ. Εικόνα 8-17). Παράλληλα, η ακτίνα R πρέπει να αποτρέπει την ανάπτυξη υπερβολικών ταχυτήτων κατά την είσοδο στο κυκλικό κόμβο. Μια αποτελεσματική λύση είναι η δημιουργία διαχωριστικής νησίδας με διαγραμμίσεις στο οδόστρωμα ανάμεσα στις δύο λωρίδες της εισόδου, ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής χώρος για τη διέλευση των φορτηγών χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα με τα υπόλοιπα οχήματα (βλ. Εικόνα 8-18). Στο Σχήμα 8-6 είναι η τελική μοντελοποίηση της θλάσης εισόδου.



Εικόνα 8-17: Μέση Ακτίνα



Εικόνα 8-18: Μεγάλη Ακτίνα και Διαχωριστική Νησίδα



Σχήμα 8-6: Μοντελοποίηση Θλάσης Κλάδου Εισόδου

Κεφάλαιο 9 Παρατηρήσεις-Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, έγινε βιβλιογραφική ανασκόπηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των κυκλικών κόμβων τόσο βάσει των Βρετανικών Προτύπων Σχεδιασμού (Design Manual For Roads And Bridges) όσο και των αντίστοιχων Ελληνικών, όπως ορίζονται στο Σχέδιο Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων Κόμβοι Κυκλικής Κίνησης (ΟΜΟΕ-Κ3). Στη συνέχεια έγινε η εισαγωγή αντιπροσωπευτικών παραδειγμάτων τους αλλά και πραγματικών υφιστάμενων κυκλικών κόμβων, με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη λεπτομέρεια, στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Anadelta Tessera.

Κατά την εισαγωγή σχεδίων κυκλικών κόμβων βάσει των Αγγλικών Προτύπων δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη επιλογή των παραμέτρων του λογισμικού που ήταν απαραίτητες για την προσέγγιση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών που υπάρχουν για την βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας και την αύξηση της ασφάλειας. Οι ακτίνες καμπυλότητας, οι διάμετροι των κυκλικών δρόμων, τα πλάτη των λωρίδων εισάγονται με τρόπο ώστε να αντιστοιχούν στις προδιαγραφές που έχουν σχεδιαστεί με γνώμονα την μέγιστη αποδοτικότητα και την ελαχιστοποίηση της επικινδυνότητας.

Ακολούθησε η εισαγωγή, μετά από «αποτύπωση», πραγματικών υφιστάμενων κυκλικών κόμβων από το οδικό δίκτυο της Κύπρου, που είχαν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με βάση τα παραπάνω πρότυπα. Εκεί χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον παράμετροι του λογισμικού, που σχετίζονται με την καμπυλότητα των κλάδων πρόσβασης και τις διαπλατύνσεις οδοστρωμάτων και νησίδων, χαρακτηριστικά που επηρεάζουν άμεσα τη λειτουργικότητα και την ασφάλεια των κόμβων.

Επίσης, κατά την εισαγωγή σχεδίων κυκλικών κόμβων, με βάση τις Ελληνικές ΟΜΟΕ-Κ3, ακολουθήθηκε παρόμοια διαδικασία, επιλέγοντας βέβαια την δεξιά πλευρά οδήγησης. Κάποια από τα σχέδια που χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα είναι περισσότερο σύνθετα, δίνοντας την ευκαιρία χρήσης επιπλέον παραμέτρων, διαδικασιών και χαρακτηριστικών του λογισμικού. Πιστεύουμε ότι τα σχέδια αυτά επικεντρώνονται περισσότερο στην προσαρμογή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών σύμφωνα με υπάρχουσα δομή του οδικού δικτύου στην Ελλάδα.

Η χρήση ειδικού λογισμικού για την μελέτη των κυκλικών κόμβων είναι σημαντική γιατί πέρα από την ευκολία σχεδίασης της Οριζοντιογραφίας, σε σχέση με ένα κλασσικό σχεδιαστικό, επιτρέπει την απευθείας συνέχιση της μελέτης στο επίπεδο της Μηκοτομής και των Διατομών.

Η υψομετρική διαμόρφωση του κυκλικού κόμβου είναι σημαντική για την ολοκλήρωση της μελέτης και τα σχετικά εργαλεία που διαθέτει το λογισμικό την διευκολύνουν. Πριν την τελική σχεδίαση των κατά πλάτος τομών είναι εύκολο να δημιουργηθεί υψομετρικό μοντέλο δακτυλίου και προσβάσεων. Όλα αυτά γίνονται χωρίς να χρειαστεί εισαγωγή επιπλέον στοιχείων.

Ο αυτόματος υπολογισμός των αξόνων - δρόμων πρόσβασης διευκολύνει τον έλεγχο των οριογραμμών του κυκλικού κόμβου με την χρήση – προσομοίωση κίνησης οχήματος μελέτης.

Κεφάλαιο 10 Βιβλιογραφία

STANDARDS OF HIGHWAY (2023). *Geometric design of roundabouts*

<https://www.standardsforhighways.co.uk/>

National Roundabout Conference (2008). *Transportation Research Board*

Κωνσταντίνου, Ξ. (2019). *Κυκλικοί Κόμβοι με Διαχωρισμό Κυκλοφορίας (turbo roundabouts)*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Υφαντής Λ. (2015). *Γεωμετρική Διερεύνηση Κόμβων Κυκλικής Κίνησης*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Δαμάσκου, Ε.(2012). *Κυκλικοί Κόμβοι: Διαμόρφωση Διαδικασίας Αξιολόγησης Σχεδιασμού Κυκλικών Κόμβων*. Θεσσαλονίκη: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

NAMA Σύμβουλοι Μηχανικοί & Μελετητές ΑΕ. (2011). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Εργων(ΟΜΟΕ)* .

Muhammad, B 2013) *Types of Roundabouts and their Design Process*. LinkedIn

Kennedy, J. & Peirce, J. & Summersgill, I. (2005). *Internatonal Comparasion of Roundabout Design Guidelines*. Semantic Scholar.

Μόσχα, Α. (2021). *Ανασκοπήση Προδιαγραφών Και Καλών Πρακτικών Που Αφορούν Τους Σπειροειδεις Κυκλικους Κομβους*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.