



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ»

Διπλωματική Εργασία

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ

ΣΗΜΑΝΣΗ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΙΩΛΚΟΥ ΣΤΗΝ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΟΔΟ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ

υπό

ΜΕΝΕΛΑΟ ΚΟΤΑΣΙΔΗ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2024

© 2024 Μενέλαος Κοτασίδης

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός» δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων)

Δρ. Νικόλαος Ηλιού

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής

Δρ. Ευτυχία Ναθαναήλ

Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής

Δρ. Αθανάσιος Θεοφιλάτος

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν στην επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας. Αρχικά, οφείλω να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Δρα Νικόλαο Ηλιού, για τις πολύτιμες γνώσεις, την εμπειρία, την καθοδήγηση και την κατανόηση που επέδειξε, για την επιτυχή ολοκλήρωση του θέματος. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω και τα δύο μέλη της εξεταστικής επιτροπής, την Καθηγήτρια Δρα Ευτυχία Ναθαναήλ και τον Επίκουρο Καθηγητή Δρα Αθανάσιο Θεοφιλάτο, για την παροχή επιστημονικών γνώσεων καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου, καθώς και τον κ. Αθανάσιο Μητσικόστα, Αγρ. Τοπογράφο Μηχανικό, για την αποτύπωση του υπό μελέτη υφιστάμενου κόμβου μέσω αεροφωτογραφίας υψηλής ανάλυσης με τη χρήση drone.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Αλεξάνδρα και Παντελή και την αδερφή μου Γεωργία για την ηθική υποστήριξη και υπομονή που έδειξαν, έτσι ώστε να καταστεί επιτυχής η ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών σπουδών μου. Κλείνοντας, ιδιαίτερη μνεία θα ήθελα να κάνω στους συναδέλφους και συνεργάτες μου Νίκη, Κατερίνα, Ρένα, Γιώργο, Βύρωνα και Άννα, για τη συνεισφορά τους σε εξειδικευμένα ζητήματα που απαιτήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Μενέλαος Κοτασίδης

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΣΗ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΙΩΛΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΟΔΟ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ

Μενέλαος Κοτασίδης

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πολυτεχνική Σχολή

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, 2024

«Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός»

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Νικόλαος Ηλιού, Καθηγητής

Περίληψη

Οι κυκλικοί κόμβοι αποτελούν το πλέον καινοτόμο και λειτουργικό μέσο ελέγχου διασταυρούμενων οδών στο αστικό και υπεραστικό δίκτυο. Αντικαθιστούν ολοένα και περισσότερο τους υφιστάμενους σηματοδοτούμενους και μη κόμβους, όπως επίσης προτιμώνται και στην περίπτωση σχεδιασμού ενός καινούριου κόμβου. Χάρη στα ιδιαίτερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους, προσφέρουν στο οδικό δίκτυο μεγαλύτερη ασφάλεια και άνεση στις περιοχές όπου πραγματοποιείται αλλαγή κατεύθυνσης, αφού επιτυγχάνουν τη μείωση της ταχύτητας των οχημάτων και την αποφυγή σχηματισμού ουρών. Απαραίτητη προϋπόθεση για την ορθή λειτουργία ενός κυκλικού κόμβου αποτελεί βέβαια ο σωστός και επαρκής γεωμετρικός σχεδιασμός, ο οποίος τον καθιστά αποδοτικό με τις παραπάνω ιδιότητες.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία περιγράφονται τα γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των κυκλικών κόμβων, καθώς και η διαδικασία του ορθού σχεδιασμού τους. Εν συνεχεία, καθίσταται προσπάθεια σχεδιασμού σε επίπεδο προμελέτης, ενός ισόπεδου κυκλικού κόμβου στην πόλη του Βόλου και συγκεκριμένα στη συμβολή της οδού Ιωλκού με την Περιφερειακή Οδό του Βόλου, σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές. Παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία εκπόνησης της μελέτης του κυκλικού κόμβου με τη χρήση διαφόρων εξειδικευμένων λογισμικών. Τέλος, τα αποτελέσματα του προτεινόμενου σχεδιασμού αποδίδονται με φωτορεαλιστικά πλάνα.

GEOMETRIC AND FUNCTIONAL DESIGN AT THE PRE-STUDY LEVEL OF A ROUNDABOUT AT THE INTERSECTION OF IOLKOU STREET WITH THE RING ROAD OF VOLOS, GREECE

Menelaos Kotasidis

University of Thessaly, Polytechnic School

Interdepartmental Master's Degree Program, 2024

“Project Management, Transportation and Spatial Planning”

Thesis supervisor: Dr. Nikolaos Eliou, Professor

Abstract

Roundabouts are the most innovative and functional means of controlling intersections in the urban and intercity network. They are increasingly replacing existing signaled and non-signaled intersections, and are also preferred when designing a new one. Due to their specialized geometric characteristics, they offer greater safety and comfort in the road network, in the areas where there is a change of direction, since they achieve speed reduction and minimized formation of queues. A necessary condition for the proper operation of a roundabout is of course the proper and sufficient geometric design, which makes it efficient depending on the above properties.

This master's thesis describes the geometric and functional characteristics of roundabouts, as well as the process of their proper design. Subsequently, an attempt is made to design, at the pre-study level, a roundabout in the city of Volos, specifically at the junction of Iolkou Street with the Volos Ring Road, in accordance with the applicable specifications. The process of preparing the study of the roundabout using various specialized softwares is presented in detail. Finally, the results of the proposed design are rendered and presented through photorealistic shots.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	1
1.1	Αντικείμενο μελέτης	1
1.2	Στόχοι διπλωματικής εργασίας	1
1.3	Δομή διπλωματικής εργασίας	2
2	Βασικοί ορισμοί και χαρακτηριστικά κυκλικών κόμβων.....	3
2.1	Ιστορική αναδρομή	3
2.2	Χαρακτηριστικά στοιχεία κυκλικών κόμβων	4
2.3	Βασικά στοιχεία κυκλικών κόμβων	6
2.4	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κυκλικών κόμβων.....	7
2.5	Κατηγορίες κυκλικών κόμβων.....	12
2.6	Εφαρμογή σε ανισόπεδους κόμβους.....	15
2.7	Κριτήρια επιλογής κατασκευής κυκλικού κόμβου	17
2.8	Κριτήρια σχεδιασμού κυκλικού κόμβου.....	18
3	Προτεινόμενη διαμόρφωση κυκλικού κόμβου στη συμβολή της οδού Ιωλκού με την Περιφερειακή Οδό Βόλου	20
3.1	Εισαγωγή.....	20
3.2	Υφιστάμενη κατάσταση	20
3.3	Στόχοι σχεδιασμού του προτεινόμενου κυκλικού κόμβου	22
3.4	Γεωμετρικός και λειτουργικός σχεδιασμός προτεινόμενου κυκλικού κόμβου	23
3.4.1	Όχημα σχεδιασμού	23
3.4.2	Στοιχεία σχεδιασμού.....	24
3.4.3	Πλάτος δακτυλίου.....	25
3.4.4	Αριθμός λωρίδων δακτυλίου και προσβάσεων.....	26
3.4.5	Διάταξη κλάδων πρόσβασης.....	26
3.4.6	Γωνίες μεταξύ σκελών.....	27
3.4.7	Είσοδοι δακτυλίου κυκλοφορίας	27
3.4.8	Έξοδοι δακτυλίου κυκλοφορίας	27
3.4.9	Έλεγχος πορείας οχημάτων	28
3.4.10	Νησίδα διαχωρισμού	28
3.4.11	Κράσπεδα.....	30
3.4.12	Πεζοδιαβάσεις.....	30
3.4.13	Υψομετρική διαμόρφωση και αποχέτευση καταστρώματος.....	31

3.4.14	Οδόστρωμα και διατομές.....	31
3.4.15	Ορατότητα	32
3.4.16	Αισθητική.....	36
3.5	Κυκλοφοριακή σήμανση.....	36
3.5.1	Οριζόντια σήμανση.....	36
3.5.2	Κατακόρυφη σήμανση.....	37
3.6	Οριζοντιογραφία	40
3.7	Λειτουργική ανάλυση	41
3.8	Προμέτρηση και προϋπολογισμός	43
3.9	Ζητήματα περαιτέρω μελέτης	47
4	Σύνοψη και Συμπεράσματα	48
	Βιβλιογραφία	49
	Παράρτημα Εικόνων	50
	Παράρτημα Κυκλοφοριακής Ανάλυσης	53
	Παράρτημα Φωτορεαλιστικών Πλάνων.....	57
	Παράρτημα Παραδοτέων Σχεδίων.....	62

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2-1:	Columbus Circle, Νέα Υόρκη	3
Εικόνα 2-2:	Place de l' Étoile, Παρίσι.....	4
Εικόνα 2-3:	Χαρακτηριστικά στοιχεία Κ3 με 4 σκέλη πρόσβασης	5
Εικόνα 2-4:	Βασικά στοιχεία Κ3 με 4 σκέλη πρόσβασης.....	7
Εικόνα 2-5:	Κινήσεις διαμέσου Κ3 με 4 σκέλη πρόσβασης	7
Εικόνα 2-6:	Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε Κ3 4 σκελών	8
Εικόνα 2-7:	Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε Κ3 3 σκελών	8
Εικόνα 2-8:	Σημεία σύγκρουσης σε συμβατικό κόμβο διασταύρωσης και σε Κ3 4 σκελών	9
Εικόνα 2-9:	Κομβίδιο κυκλικής κίνησης σε υφιστάμενη διασταύρωση με υπερυψωμένη κεντρική νησίδα (συνιστάται υπερύψωση max 12,5 cm στο κέντρο).....	12
Εικόνα 2-10:	Κομβίδια με κεντρική νησίδα πλήρως διελεύσιμη από φορτηγά.....	13
Εικόνα 2-11:	Βασικά χαρακτηριστικά κομβιδίου	13
Εικόνα 2-12:	Σχεδιασμός με διέλευση μπροστά από την κεντρική νησίδα	14
Εικόνα 2-13:	Εναλλακτικές εφαρμογές Κ3 σε ανισόπεδους κόμβους μορφής ρόμβου.....	15
Εικόνα 2-14:	Περιπτώσεις εφαρμογής Κ3 σε διασταύρωση αυτοκινητοδρόμου και δευτερεύουσας οδού με πολλαπλά σκέλη	16
Εικόνα 2-15:	Εφαρμογή Κ3 σε ανισόπεδο κόμβο μορφής τρομπέτας.....	16
Εικόνα 2-16:	Παραδείγματα Κ3 μορφής διπλής σταγόνας.....	17
Εικόνα 3-1:	Θέση μελετώμενου κόμβου.....	20

Εικόνα 3-2: Διαστάσεις οχήματος σχεδιασμού.....	23
Εικόνα 3-3: Ακτίνες στροφής οχήματος σχεδιασμού	23
Εικόνα 3-4: Έλεγχος οπισθοτροχιάς παράλληλης κίνησης οχήματος σχεδιασμού και ΙΧ	28
Εικόνα 3-5: Μήκη ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον Κ3, μέχρι την πεζοδιάβαση και μέχρι την οριογραμμή εισόδου.....	33
Εικόνα 3-6: Μήκη ορατότητας για στάση μέχρι τη διάβαση πεζών της πλησιέστερης εξόδου .	34
Εικόνα 3-7: Μήκος ορατότητας για στάση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας	34
Εικόνα 3-8: Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας	35
Εικόνα 3-9: Γωνία ορατότητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας	36
Εικόνα 3-10:Οριζοντιογραφία σήμανσης προτεινόμενου Κ3	40

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2-1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Κ3	9
Πίνακας 3-1: Συνιστώμενη διάμετρος κύκλου εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου.....	24
Πίνακας 3-2: Τυπικά πεδία τιμών σχεδιασμού γεωμετρικών παραμέτρων	25
Πίνακας 3-3: Διαστάσεις γεωμετρικών παραμέτρων σχεδιασμού σε Κ3	25
Πίνακας 3-4: Είδος κρασπέδου ανάλογα με την περιοχή του κόμβου.....	30
Πίνακας 3-5:Απόσταση ορατότητας ανάλογα με ταχύτητα κίνησης.....	33
Πίνακας 3-6: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα κυκλοφοριακής ανάλυσης κόμβου	42
Πίνακας 3-7: Συνοπτική Προμέτρηση	43
Πίνακας 3-8: Προϋπολογισμός Μελέτης	44

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2-1: Στάδια διαδικασίας απόφασης επιλογής κατασκευής Κ3	18
Σχήμα 2-2: Βήματα σχεδιασμού Κ3	19
Σχήμα 3-1: Γεωμετρικές παράμετροι σχεδιασμού	24
Σχήμα 3-2: Απαιτούμενος αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας	26
Σχήμα 3-3: Σχεδιασμός νησίδας-Διακοπή πεζοδιάβασης.....	29
Σχήμα 3-4: Λεπτομέρεια σχεδιασμού γωνιών τριγωνοειδούς νησίδας.....	29
Σχήμα 3-5: Τυπική διατομή «β4νσ»	32
Σχήμα 3-6: Τυπική διατομή «δ2»	32
Σχήμα 3-7: Κατακόρυφη σήμανση σε προσβάσεις Κ3, 1 ή 2 λωρίδων	39

1 Εισαγωγή

Στο 1^ο κεφάλαιο περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο μελέτης, τους στόχους και τη δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

1.1 Αντικείμενο μελέτης

Οι ισόπεδες διασταυρώσεις στο οδικό δίκτυο αποτελούν περιοχές υψηλής επικινδυνότητας, καθώς χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό εμπλοκών οχημάτων, ιδιαίτερα με πεζούς. Στο αστικό δίκτυο κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό όσον αφορά τη συχνότητα ατυχημάτων. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας των χαμηλών επιπέδων ασφαλείας, σε σηματοδοτούμενους και μη κόμβους. Πρόταση βελτίωσης αυτής της κατάστασης είναι ο σχεδιασμός κυκλικών κόμβων (roundabouts), σε αντικατάσταση υφιστάμενων διασταυρώσεων ή στην κατασκευή νέων.

Οι κυκλικοί κόμβοι εφαρμόζονται ολοένα και περισσότερο διεθνώς, καθώς η διαμόρφωση αυτών επιφέρει μειωμένες ταχύτητες των οχημάτων κατά την είσοδο και έξοδο στον κόμβο και καλύτερα επίπεδα οδικής ασφάλειας. Εξασφαλίζει μείωση των σημείων σύγκρουσης, τόσο μεταξύ οχημάτων, όσο και μεταξύ οχημάτων με πεζούς, προσφέροντας ασφάλεια στους πεζούς με την ύπαρξη διαχωριστικών νησίδων. Όμως για την ορθή λειτουργία και αποδοτικότητά τους, απαιτούν σωστό γεωμετρικό σχεδιασμό, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και την κατάλληλη προσαρμογή των παραμέτρων στην εκάστοτε περιοχή.

Όσον αφορά στην αστική ανάπτυξη, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία άσκησης της πολεοδομικής πολιτικής. Μερικοί από τους όρους που συναντώνται σε περιπτώσεις αστικών αναπλάσεων είναι αποκατάσταση, αστική ανανέωση, επανασχεδιασμός και αναβίωση, ανάλογα με το βαθμό και την ένταση των προτεινόμενων παρεμβάσεων. Τα οφέλη για την πόλη και τους κατοίκους της, όπου εφαρμόζονται τέτοιου είδους προτάσεις, είναι πολλαπλά, τόσο αναφορικά με το φυσικό περιβάλλον που έχει άμεση επίδραση στην ποιότητα ζωής, όσο και σαν μέσο προβολής της πόλης για την ανάπτυξη του αστικού τουρισμού.

1.2 Στόχοι διπλωματικής εργασίας

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η κατανόηση των διαφόρων χαρακτηριστικών των κυκλικών κόμβων σε αστικό και υπεραστικό επίπεδο και η εφαρμογή τους με σκοπό τον ορθό γεωμετρικό σχεδιασμό τους. Στη συνέχεια, εφαρμόζονται πρακτικά οι οδηγίες των ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011), προκειμένου να μελετηθεί και να σχεδιαστεί ένας περιφερειακός κυκλικός κόμβος 2 λωρίδων κυκλοφορίας, προς αντικατάσταση της υφιστάμενης σηματοδοτούμενης διασταύρωσης της οδού Ιωλκού με την Περιφερειακή Οδό Βόλου.

1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το αντικείμενο και οι στόχοι της διπλωματικής εργασίας, καθώς και η δομή της, αναφέροντας επιγραμματικά τι ακολουθεί στα επόμενα κεφάλαια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται ιστορική αναδρομή, εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία των κυκλικών κόμβων, έπειτα αναλύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που μπορεί να παρουσιάσει μία κυκλική διάταξη. Παρακάτω, περιγράφονται οι κατηγορίες των κυκλικών κόμβων και η εφαρμογή τους σε ανισόπεδους κόμβους. Τέλος, καταγράφονται τα κριτήρια επιλογής κατασκευής και τα στάδια κατασκευής ενός κυκλικού κόμβου.

Το τρίτο κεφάλαιο αρχίζει εισαγωγικά με τα επιμέρους κατασκευαστικά χαρακτηριστικά με τα οποία σχεδιάστηκε ο κυκλικός κόμβος. Ακολουθεί εκτενής περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της υπάρχουσας σηματοδοτούμενης διασταύρωσης και αναλύονται οι στόχοι σχεδιασμού της συγκεκριμένης πρότασης. Στη συνέχεια, διατυπώνεται βήμα-βήμα ο γεωμετρικός και λειτουργικός σχεδιασμός του προτεινόμενου κυκλικού κόμβου, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011) και τις επιλογές που πραγματοποιήθηκαν για τον ορθό σχεδιασμό του. Περιγράφεται επίσης η τοποθέτηση κυκλοφοριακής σήμανσης, η μεθοδολογία της λειτουργικής ανάλυσης που προέκυψε μετά από κυκλοφοριακές μετρήσεις επί της υπάρχουσας διασταύρωσης και τέλος, τα ζητήματα για περαιτέρω μελέτη. Μετά την ανάλυση της κυκλοφοριακής σήμανσης, παρουσιάζεται η τελική οριζοντιογραφική αποτύπωση του προτεινόμενου κυκλικού κόμβου, όπως σχεδιάστηκε με τη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο συνοψίζονται τα αποτελέσματα της μελέτης και του σχεδιασμού του προτεινόμενου κυκλικού κόμβου, όπως και της προτεινόμενης αναδιαμόρφωσης. Στη συνέχεια εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση που θα έχουν οι συγκεκριμένες προτάσεις στον αστικό ιστό της μελετώμενης περιοχής. Τέλος, η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με την παρουσίαση φωτορεαλιστικών πλάνων, ώστε να δοθεί στον εκάστοτε αναγνώστη μια πλήρης εικόνα των προτεινόμενων αλλαγών.

2 Βασικοί ορισμοί και χαρακτηριστικά κυκλικών κόμβων

2.1 Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη ιδέα για κίνηση των οχημάτων σε κυκλική πορεία χρονολογείται στον 18ο αιώνα, πολλά χρόνια πριν την εγκαθίδρυση των σύγχρονων μοντέλων κυκλικών κόμβων. Ένα από τα προγενέστερα παραδείγματα τέτοιων διατάξεων αποτελεί ο «Κύκλος του Κολόμβου» ή “Columbus Circle”, ο οποίος κατασκευάστηκε το 1905 από τον William Phelps Eno στη Νέα Υόρκη, με στόχο την κυκλοφοριακή αποσυμφόρηση του ολοένα αυξανόμενου αστικού κέντρου. Το όνομά του προέρχεται από το μνημείο του Χριστόφορου Κολόμβου που δεσπόζει στο κέντρο του. Ήταν συνήθης πρακτική να τοποθετούνται μνημεία ή αγάλματα στο κέντρο τέτοιων κόμβων, με σκοπό τον καλύτερο προσανατολισμό μέσα στην πόλη.



Εικόνα 2-1: Columbus Circle, Νέα Υόρκη

Πηγή: <https://www.oldpics.org>

Ακόμα ένα τέτοιο παράδειγμα -και το πιο αναγνωρίσιμο- αποτελεί η «Πλατεία του Αστεριού» ή “Place de l' Étoile” στο Παρίσι, η οποία λειτουργεί από το 1907, στην οποία συμβάλλουν 12 λεωφόροι. Μετά το τέλος του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου, η Γαλλία υπήρξε πρότυπο για τον σχεδιασμό του αστικού δικτύου, όταν η ανάπτυξη των υπόλοιπων χωρών είχε σταματήσει. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την εξάπλωση της ιδέας των κυκλικών διασταυρώσεων εκείνης της εποχής σε όλη την Ευρώπη αλλά και την Αμερική, έως ότου επήλθε μία περίοδος όπου σημειώθηκε πλήθος ατυχημάτων στην Αμερική κι έτσι ξεκίνησε η αμφισβήτηση του μοντέλου αυτού παγκοσμίως. Κατά τα μέσα του 20ου αιώνα άρχισε μία νέα περίοδος έρευνας πάνω στους κυκλικούς κόμβους, εντάσσοντας καινούριους τύπους, συμπεριλαμβανομένου και της παραχώρησης προτεραιότητας στα οχήματα που κινούνται εντός του κόμβου, δεδομένα που χρησιμοποιούνται μέχρι και τη σημερινή εποχή. Οι τροποποιήσεις αυτές αύξησαν σημαντικά το επίπεδο ασφάλειας και λειτουργικότητας του σύγχρονου πλέον μοντέλου, αναδεικνύοντάς το και πάλι σε παγκόσμιο επίπεδο.



Εικόνα 2-2: Place de l'Étoile, Παρίσι
Πηγή: <https://www.parismuseescollections.paris.fr>

2.2 Χαρακτηριστικά στοιχεία κυκλικών κόμβων

Οι κόμβοι κυκλικής κίνησης απαρτίζονται από ειδικά χαρακτηριστικά στοιχεία. Κάποια από αυτά εντοπίζονται και σε άλλους τύπους διασταυρώσεων ή συμβολών με παρόμοια λειτουργία, ενώ πολλά από αυτά είναι μοναδικά στις διαμορφώσεις του κυκλικού μοντέλου. Τα χαρακτηριστικά αυτά στοιχεία περιγράφονται παρακάτω, όπως αναφέρονται στις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

- Κεντρική νησίδα κόμβου κυκλικής κίνησης: η υπερυψωμένη κυκλική νησίδα που βρίσκεται στο κέντρο του κόμβου και γύρω από αυτήν κινούνται τα οχήματα.
- Σκέλη κόμβου(ή προσβάσεις): τα τμήματα του οδικού δικτύου που συμβάλλουν στον κόμβο και συνήθως είναι πάνω από 3.
- Νησίδα διαχωρισμού: η υπερυψωμένη επιφάνεια με κράσπεδα στο ύψος της πρόσβασης στον κόμβο, που καθοδηγεί τα εισερχόμενα και εξερχόμενα οχήματα, ρυθμίζοντας την ταχύτητά τους και προσφέρει καταφύγιο στους πεζούς(σε κάποιες περιπτώσεις αποτελείται από οριζόντια διαγράμμιση ως επιφάνεια αποκλεισμού).
- Δακτύλιος κυκλοφορίας: η επιφάνεια του οδοστρώματος περιμετρικά της κεντρικής νησίδας, στην οποία πραγματοποιείται η κυκλοφορία αντίθετα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού(αριστεροτίμονα οχήματα).
- Υπερβατή ζώνη κεντρικής νησίδας: αφορά στη διέλευση του κυκλικού κόμβου βαρέων οχημάτων και κατασκευάζεται εξωτερικά της περιμέτρου της κεντρικής νησίδας, ανάλογα με το όχημα σχεδιασμού και την ακτίνα της κεντρικής νησίδας.
- Οριογραμμή εισόδου: το σημείο εισόδου στον κυκλικό κόμβο, αποτελείται από την οριζόντια διαγράμμιση κατά πλάτος του σκέλους εισόδου στην εξωτερική

περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας και οριοθετεί τα αναμενόμενα σημεία εμπλοκής μεταξύ των εισερχόμενων οχημάτων στον κόμβο και των ήδη κινούμενων μέσα σε αυτόν, δίνοντας σχεδόν πάντα προτεραιότητα στα τελευταία.

- Εγκάρσιες πεζοδιαβάσεις: τοποθετούνται εγκάρσια στη νησίδα διαχωρισμού και προσφέρουν επαρκές «καταφύγιο» για τους πεζούς και ιδιαίτερα για ΑμεΑ που θέλουν να διασχίσουν εγκάρσια το εκάστοτε σκέλος του κόμβου, ενώ συνήθως συναντώνται σε αστικό περιβάλλον.
- Διαμορφώσεις για ποδηλάτες: οι κατάλληλες σχεδιαστικές διαμορφώσεις με στόχο την ασφαλή κίνηση των ποδηλάτων ως οχήματα μέσα στον δακτύλιο κυκλοφορίας αλλά και ως πεζοί στις πεζοδιαβάσεις.
- Ζώνη τοπιοτεχνίας: η φύτευση χαμηλού πρασίνου, η οποία τοποθετείται ανάμεσα στον δακτύλιο κυκλοφορίας και το περιφερειακό πεζοδρόμιο και κατευθύνει τους πεζούς προς τις προβλεπόμενες πεζοδιαβάσεις, ενώ παράλληλα συνεισφέρει σημαντικά στην αισθητική του κόμβου σε αστικό περιβάλλον.



Υπόμνημα:

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

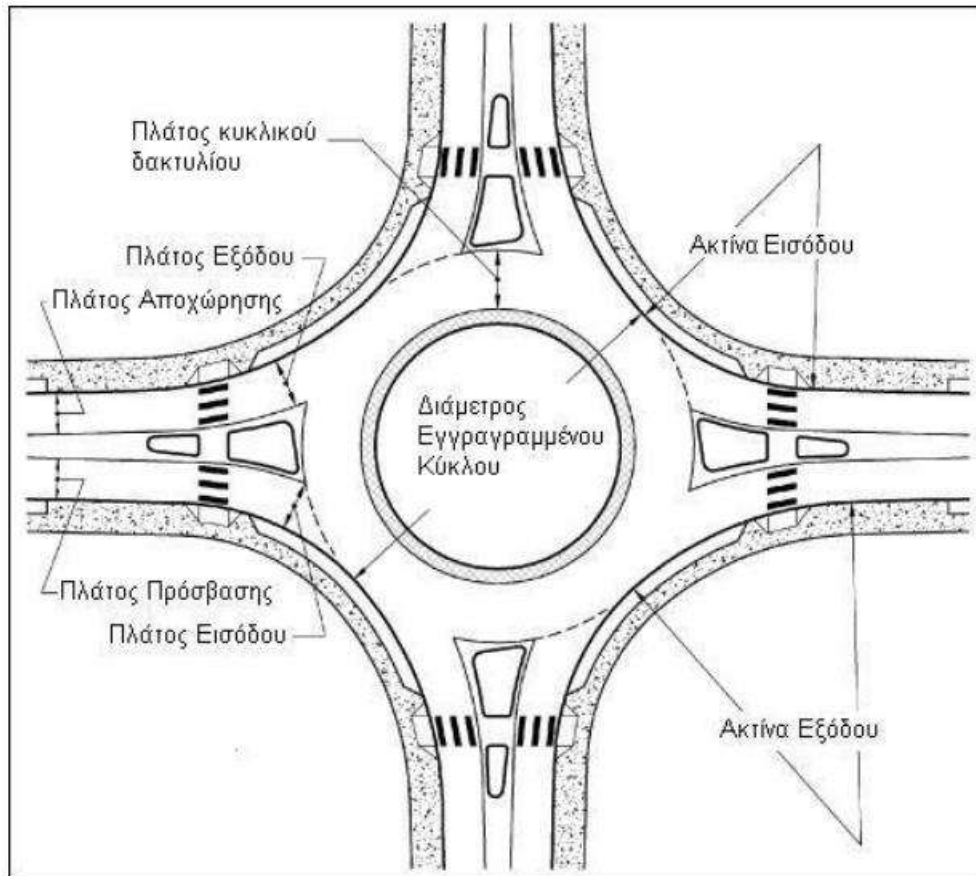
Εικόνα 2-3: Χαρακτηριστικά στοιχεία K^3 με 4 σκέλη πρόσβασης

Πηγή: (ΟΜΟΕ- K^3 , 2011)

2.3 Βασικά στοιχεία κυκλικών κόμβων

Λόγω του μοντέλου και γενικότερα της κυκλικής διάταξης, οι κυκλικοί κόμβοι απαρτίζονται από συγκεκριμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, τα οποία περιγράφονται παρακάτω, όπως αναφέρονται στις ΟΜΟΕ-Κ3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

- Διάμετρος εγγεγραμμένου κύκλου(Inscribed circle diameter): η διάμετρος μεταξύ των ορίων του κόμβου, που αποτελεί σημαντική παράμετρο για τον καθορισμό του μεγέθους του.
- Πλάτος κυκλικού δακτυλίου(Circulatory roadway width): το πλάτος του δακτυλίου γύρω από την κεντρική νησίδα που πραγματοποιείται η κυκλοφορία των οχημάτων, μεταξύ της υπερβατής ζώνης και της οριογραμμής του κόμβου.
- Πλάτος πρόσβασης(Approach width): το πλάτος του τμήματος του οδικού δικτύου που συμβάλλει στην είσοδο στον κυκλικό κόμβο.
- Πλάτος εισόδου(Entry width): το πλάτος της συμβάλλουσας οδού στο σημείο που συναντά τον εγγεγραμμένο κύκλο, το οποίο μετριέται κάθετα από το σημείο που τέμνονται η αριστερή οριογραμμή και ο εγγεγραμμένος κύκλος προς τη δεξιά οριογραμμή.
- Ακτίνα εισόδου(Entry radius): η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας του υπερυψωμένου κρασπέδου του πεζοδρομίου στην είσοδο του κόμβου.
- Ακτίνα εξόδου(Exit radius): η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας του υπερυψωμένου κρασπέδου του πεζοδρομίου στην έξοδο του κόμβου.
- Πλάτος εξόδου(Exit width): το πλάτος του δακτυλίου κυκλοφορίας στο σημείο που συναντά τον εγγεγραμμένο κύκλο, το οποίο μετριέται κάθετα από το σημείο που τέμνονται η αριστερή οριογραμμή και ο εγγεγραμμένος κύκλος προς τη δεξιά οριογραμμή.
- Πλάτος αποχώρησης(Departure width): το πλάτος του τμήματος του οδικού δικτύου που συμβάλλει στην έξοδο από τον κυκλικό κόμβο.



Εικόνα 2-4: Βασικά στοιχεία $K3$ με 4 σκέλη πρόσβασης
Πηγή: (ΟΜΟΕ- $K3$, 2011)

Επιπροσθέτως, σε έναν κυκλικό κόμβο μπορούν να εκτελούνται όλες οι στρέφουσες κινήσεις που εκτελούνταν στην προϋπάρχουσα διασταύρωση, με επιπλέον τη δυνατότητα για αναστροφή.

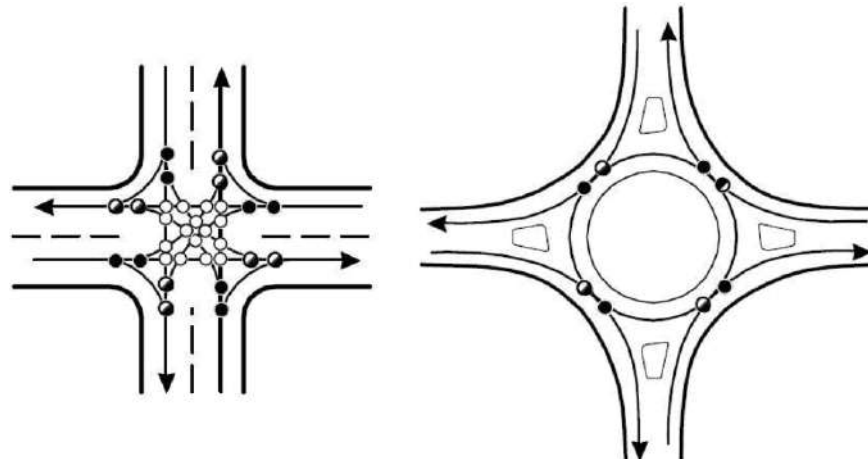


Εικόνα 2-5: Κινήσεις διαμέσου $K3$ με 4 σκέλη πρόσβασης
Πηγή: (ΟΜΟΕ- $K3$, 2011)

2.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κυκλικών κόμβων

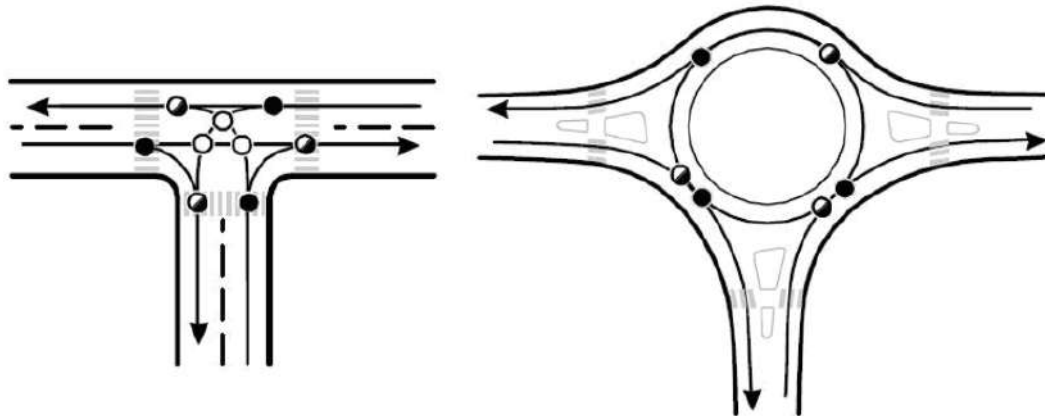
Ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα των κυκλικών κόμβων έναντι των συμβατικών ισόπεδων κόμβων είναι τα μειωμένα σημεία πιθανής σύγκρουσης. Τη στιγμή που σε έναν τυπικό ισόπεδο κόμβο 4 σκελών παρουσιάζονται 32 σημεία πιθανής

εμπλοκής μεταξύ οχημάτων, στον αντίστοιχο κυκλικό κόμβο 4 σκελών παρουσιάζονται μόνο 8. Ουσιαστικά απαλείφονται οι πιο επικίνδυνες πιθανές εμπλοκές (νωτομετωπικές) λόγω διασταύρωσης και παραμένουν πιθανές εμπλοκές συμβολής και χωρισμού σε 4 σημεία αντίστοιχα. Στην περίπτωση των κυκλικών κόμβων 3 σκελών, τα 8 πιθανά σημεία εμπλοκής μεταξύ οχημάτων μειώνονται σε 6, όπως αναφέρεται στις ΟΜΟΕ-Κ3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).



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

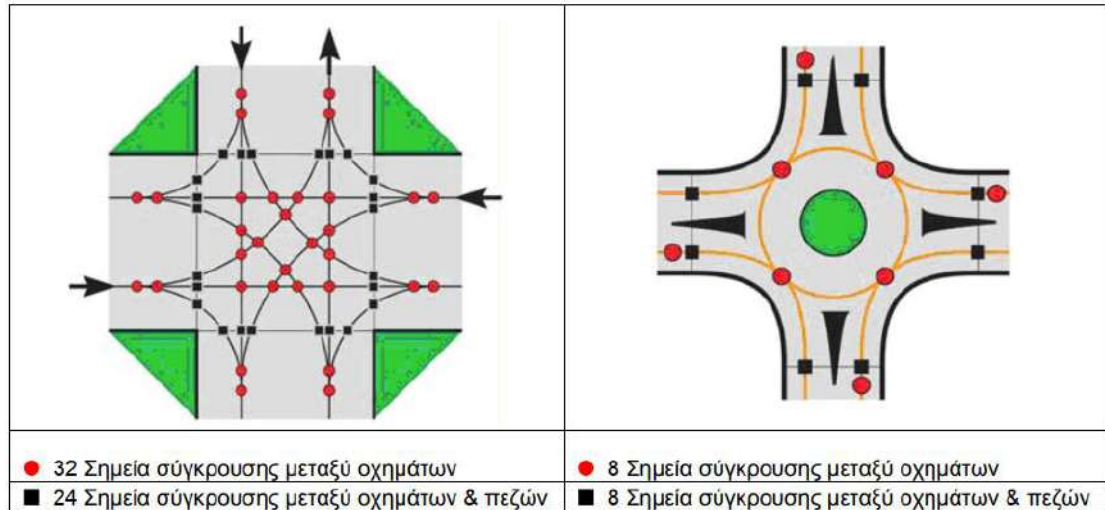
Εικόνα 2-6: Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε Κ3 4 σκελών
Πηγή: (ΟΜΟΕ-Κ3, 2011)



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

Εικόνα 2-7: Σημεία και τύποι εμπλοκής σε κόμβο διασταύρωσης και σε Κ3 3 σκελών
Πηγή: (ΟΜΟΕ-Κ3, 2011)

Επιπρόσθετα, με τη μείωση εμπλοκών μεταξύ οχημάτων, μειώνονται και τα πιθανά σημεία σύγκρουσης μεταξύ οχημάτων και πεζών. Στη συμβατική διασταύρωση 4 σκελών, τα σημεία εμπλοκής με πεζούς φτάνουν τα 24, ενώ στον αντίστοιχο κυκλικό κόμβο 4 σκελών μειώνονται στα 8, όπως αναφέρεται στις ΟΜΟΕ-Κ3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).



Εικόνα 2-8: Σημεία σύγκρουσης σε συμβατικό κόμβο διασταύρωσης και σε Κ3 4 σκελών
Πηγή: (ΟΜΟΕ-Κ3, 2011)

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των κυκλικών κόμβων σε διάφορους τομείς.

Πίνακας 2-1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Κ3
Πηγή: (ΟΜΟΕ Κ3, 2011)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1. Χρήστες εκτός μηχανοκίνητων οχημάτων	
• Οι πεζοί χρειάζεται να ελέγξουν μόνο μία κατεύθυνση επερχόμενης κυκλοφορίας κάθε φορά • Οι ποδηλάτες έχουν την επιλογή να χρησιμοποιήσουν τον κόμβο κυκλικής κίνησης όπως οι πεζοί	• Πεζοί με δυσκολίες στην όραση ίσως έχουν πρόβλημα να βρουν τις πεζοδιαβάσεις και να ελέγξουν αν τα οχήματα τους έχουν παραχωρήσει προτεραιότητα • Οι ράμπες για ποδήλατα μπορεί να εκληφθούν και ως ράμπες πεζών και αντίστροφα
2. Οδική Ασφάλεια	
• Μείωση σοβαρότητας συγκρούσεων για όλους τους χρήστες, ασφαλέστερη συγχώνευση στην κυκλική κυκλοφορία, μικρότερες ταχύτητες και άρα διάθεση	• Αύξηση συγκρούσεων ενός οχήματος, με άλλα και με σταθερά εμπόδια σε σχέση με άλλες διαμορφώσεις διασταυρώσεων • Οι κόμβοι σε οδούς με περισσότερες από

περισσότερου χρόνου στους χρήστες, ώστε αυτοί να αναγνωρίσουν τις συνθήκες και να διορθώσουν τα σφάλματά τους ή να αντιμετωπίσουν τα σφάλματα άλλων χρηστών • Λιγότερα συνολικά σημεία εμπλοκής και εξάλειψη εμπλοκών αριστερής στροφής	2 λωρίδες παρουσιάζουν μεγαλύτερες δυσκολίες σε χρήστες με μειωμένη όραση εξαιτίας της ανάγκης για ανίχνευση των κενών μεταξύ οχημάτων και αναγνώριση παραχώρησης προτεραιότητας από τα οχήματα
3. Λειτουργία	
• Ενδέχεται να παρουσιάζονται μικρότερες καθυστερήσεις και ουρές από άλλες μορφές ρύθμισης της κυκλοφορίας, σε διασταύρωση • Μπορεί να μειωθούν οι ανάγκες για πρόσθετες λωρίδες σε ενδιάμεσα τμήματα μεταξύ δυο ισόπεδων διασταυρώσεων, που στην περίπτωση παρουσίας γέφυρας στο ενδιάμεσο αυτών τμήμα όπως συνήθως συμβαίνει σε ανισόπεδους κόμβους (μορφής ρόμβου, μισό τετράφυλλο), αυτό έχει ακόμη μεγαλύτερη οικονομική σημασία • Δημιουργεί τη δυνατότητα σε γειτονικούς σηματοδότες να λειτουργήσουν με πιο αποδοτικούς κύκλους, όταν ο K^3 αντικαθιστά διασταύρωση που καθορίζει τον κύκλο σηματοδότησης • Ρυθμίζει την κυκλοφορία σε κόμβους με υψηλό ποσοστό αριστερών στροφών	• Η εξίσωση προτεραιότητας για όλες τις προσβάσεις μπορεί να μειώσει την προχώρηση της κυκλοφορίας για προσβάσεις υψηλών φόρτων • Δεν μπορεί να προσφέρει αποκλειστική προτεραιότητα σε ειδικές κατηγορίες χρηστών (τραίνα, οχήματα έκτακτης ανάγκης, μέσα μαζικής μεταφοράς κτλ.) εκτός αν υπάρχουν συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας, π.χ. σηματοδότηση, δρύφακτα, κτλ. • Δεν προτείνονται μεταξύ σηματοδοτούμενων κόμβων • Προσαρμόζονται δύσκολα σε οδούς με πολλές λωρίδες κυκλοφορίας
4. Διαχείριση προσβάσεων	
• Προσφέρεται δυνατότητα για ασφαλή αναστροφή, στοιχείο που κατά κανόνα δεν ισχύει στις άλλες μορφές ισόπεδων κόμβων • Ειδικά η δυνατότητα αναστροφής έχει εξαιρετική σημασία κατά μήκος των εθνικών και επαρχιακών οδών στη χώρα, όπου ενώ αδειοδοτούνται συνδέσεις παρόδιων εγκαταστάσεων δεν παρέχεται πρόνοια για τις αριστερές στροφές, είτε από την κύρια οδό προς την παρόδια εγκατάσταση, είτε αντιθέτως, αφού	• Μπορεί να μειώσει τον αριθμό των διαθέσιμων χρονικών κενών για την είσοδο στις οδούς που αποτελούν τα σκέλη του κόμβου, από γειτονικές με τον κόμβο, οδικές ή άλλου είδους (π.χ. χώροι στάθμευσης), προσβάσεις, που δεν είναι σηματοδοτούμενες

αποτελεί σχεδόν κανόνα η απουσία παράπλευρης οδού εξυπηρέτησης	
5. Περιβάλλον	
• Ενδέχεται να μειωθούν: η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ηχορύπανση και η κατανάλωση καυσίμου • Λιγότερες στάσεις σε περιόδους εκτός αιχμής	• Πιθανές επιπτώσεις σε φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους, λόγω απαιτήσεων μεγαλύτερης κατάληψης που χρειάζεται απαλλοτρίωση
6. Ρύθμιση κυκλοφορίας	
• Μειωμένες ταχύτητες κυκλοφορίας • Ωφέλιμη διάταξη σε μεταβατικές περιοχές (από υπεραστική σε αστική), που δίνει έμμεσα την εντύπωση σημαντικής αλλαγής στο περιβάλλον οδήγησης	• Πιο ακριβή λύση σε σχέση με άλλες διαμορφώσεις κόμβων κυρίως εκείνων χωρίς εγκατάσταση φωτεινής σηματοδότησης
7. Έκταση Κατάληψης	
• Συχνά απαιτεί λιγότερο χώρο αποθήκευσης για ουρές στις προσβάσεις του κόμβου, επιτρέποντας μικρότερες αποστάσεις μεταξύ κόμβων • Μειώνει την ανάγκη για μεγαλύτερου πλάτους απαλλοτριώσεις κατά μήκος των συνδετήριων οδών μεταξύ των διασταυρώσεων • Καλύτερη δυνατότητα για εξυπηρέτηση χώρων στάθμευσης, πλατύτερα πεζοδρόμια, μεγαλύτερη έκταση φύτευσης πρασίνου, πλατύτερες εξωτερικές λωρίδες, ώστε να περιλαμβάνονται και ποδηλατοδρόμοι στις προσβάσεις	• Συχνά απαιτεί περισσότερη έκταση κατάληψης απ' ό,τι άλλες διαμορφώσεις κόμβων, πρόβλημα που δεν αντιμετωπίζεται κυρίως σε υφιστάμενους προς αναβάθμιση κόμβους
8. Λειτουργία και Συντήρηση	
• Συνήθως δεν απαιτείται συντήρηση για εξοπλισμό σηματοδότησης (εκτός των περιπτώσεων σηματοδοτούμενου κόμβου)	• Μπορεί να απαιτεί συντήρηση της ζώνης τοπιοτεχνίας
9. Αισθητική	

• Προσφέρει δυνατότητα διαμόρφωσης ελκυστικών εισόδων ή κεντρικών πλατειών σε περιοχές οικισμών • Χρήση ως τοπόσημο σε τουριστικές ή εμπορικές περιοχές για να διαχωριστούν οι περιοχές κατοικίας και εμπορίου	• Μπορεί να αποτελεί παράγοντα κινδύνου όταν τοποθετούνται σταθερά εμπόδια στην κεντρική νησίδα, σε ευθεία με τις εισόδους, εφόσον η γεωμετρία της πρόσβασης δεν προτρέπει σε μειωμένη ταχύτητα ($\leq 40 \text{ k m/h}$) προσέγγισης
---	--

2.5 Κατηγορίες κυκλικών κόμβων

Οι κυκλικοί κόμβοι χωρίζονται σε 6 κύριες κατηγορίες, ανάλογα με το μέγεθος, τον αριθμό λωρίδων πρόσβασης και το περιβάλλον κατασκευής τους, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

Ι. Κομβίδια κυκλικής κίνησης (Mini roundabouts)

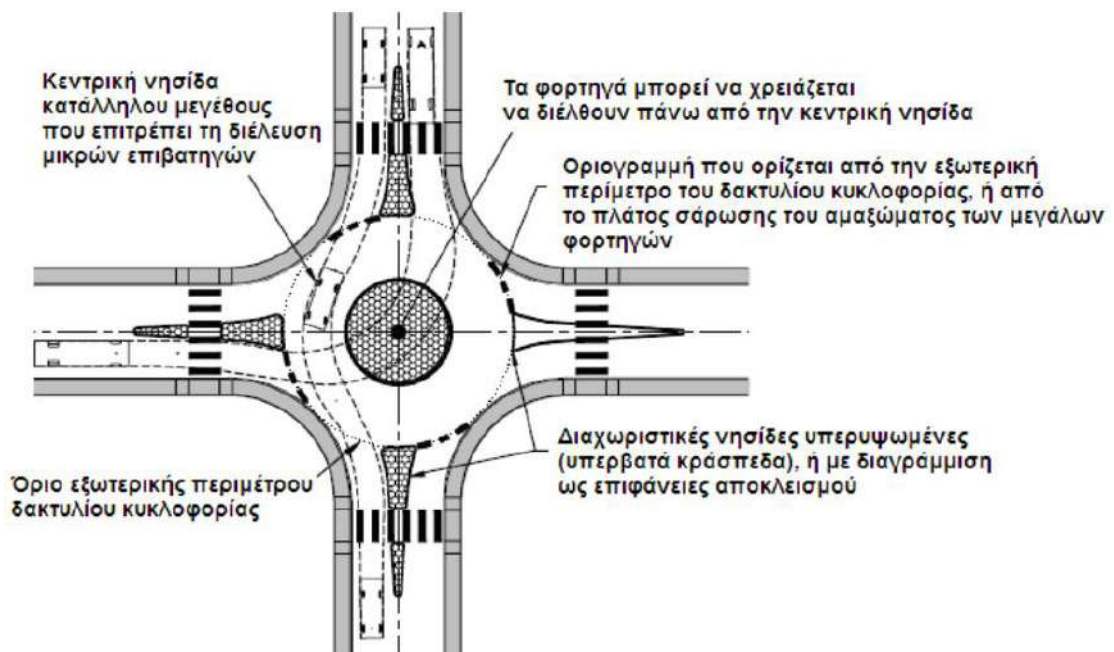
Το μοντέλο αυτό συναντάται μόνο σε αστικό περιβάλλον με κύριο χαρακτηριστικό του την υπερβατή κεντρική νησίδα, είτε υπερυψωμένη με κυρτώμενο κράσπεδο, είτε εντελώς επίπεδη, συνήθως κατασκευασμένη από σκυρόδεμα. Αποτελεί τη μικρότερη σε μέγεθος κατηγορία κυκλικών κόμβων, αφού η εξωτερική διάμετρος είναι μικρότερη από 30 μέτρα και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις περιορισμένου χώρου και χαμηλών ταχυτήτων, ενώ παράλληλα μπορεί να εξυπηρετήσει βαρέα οχήματα που κινούνται μέσα στον αστικό ιστό, με την δυνατότητα κίνησης πάνω από την κεντρική νησίδα. Επίσης, είναι η λιγότερο επεμβατική μέθοδος στον περιβάλλοντα χώρο αλλά και στην κίνηση των πεζών λόγω του μεγέθους και των σύντομων διαβάσεων.



Εικόνα 2-9: Κομβίδιο κυκλικής κίνησης σε υφιστάμενη διασταύρωση με υπερυψωμένη κεντρική νησίδα (συνιστάται υπερύψωση max 12,5 cm στο κέντρο)
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)



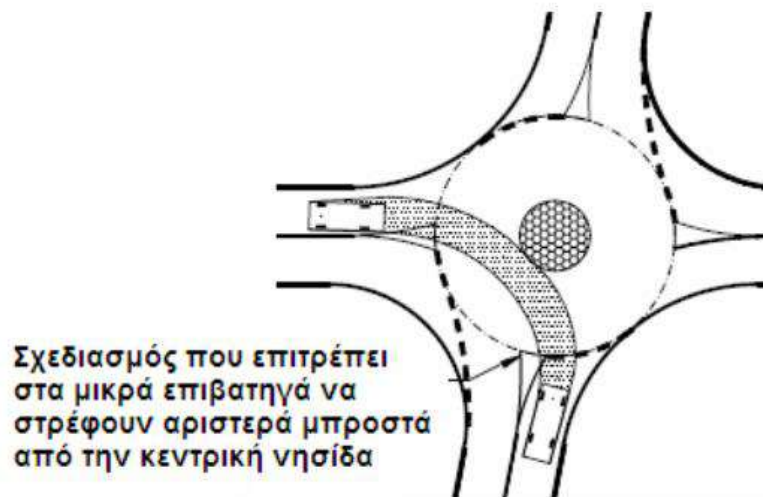
Εικόνα 2-10: Κομβίδια με κεντρική νησίδα πλήρως διελεύσιμη από φορτηγά
Πηγή: (ΟΜΟΕ-Κ3, 2011)



Εικόνα 2-11: Βασικά χαρακτηριστικά κομβιδίου
Πηγή: (ΟΜΟΕ-Κ3, 2011)

Παρ' όλα τα θετικά χαρακτηριστικά τους, λόγω της μικρής ακτίνας, της πλήρως διελεύσιμης κεντρικής νησίδας αλλά και του γεγονότος ότι συναντώνται σε αστικά κέντρα με περιορισμένο χώρο, δημιουργούνται προβλήματα ορατότητας. Επίσης, παρατηρείται συχνά παράβαση της κλασικής αριστερόστροφης κίνησης, με τα οχήματα να πραγματοποιούν απευθείας αριστερή στροφή μπροστά από την κεντρική νησίδα ή παράβαση προτεραιότητας, με τη διέλευση πάνω από την κεντρική νησίδα και συνήθως με ταχύτητες υψηλότερες από τις προβλεπόμενες.

Στην ειδική περίπτωση που το κομβίδιο χαρακτηρίζεται από οξεία γωνία σκέλους, μικρό μέγεθος κεντρικής νησίδας και μεγάλο πλάτος δακτυλίου κυκλοφορίας, μπορεί να επιτραπεί η απευθείας αριστερή στροφή μπροστά από την κεντρική νησίδα σε μικρά επιβατηγά οχήματα.



Εικόνα 2-12: Σχεδιασμός με διέλευση μπροστά από την κεντρική νησίδα
Πηγή: (ΟΜΟΕ Κ3, 2011)

II. Αστικοί συνεπτυγμένοι (Urban compact)

Και σε αυτή τη κατηγορία παρατηρείται σχετικά μικρή εξωτερική διάμετρος (25-30 μέτρα), 1 λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας και ανά κατεύθυνση στα σκέλη πρόσβασης αλλά και ένα ευνοϊκότερο περιβάλλον προς τους πεζούς και τους ποδηλάτες, λόγω των ήπιων συνθηκών κυκλοφορίας που επιβάλλονται, όμοια με την κατηγορία των κομβιδίων. Κύρια διαφορά αποτελεί η ύπαρξη μη υπερβατής κεντρικής νησίδας, ενώ ενδέχεται να χρειαστεί υπερβατή ζώνη περιμετρικά αυτής για την εξυπηρέτηση της κίνησης των βαρέων οχημάτων.

III. Αστικοί κυκλικοί κόμβοι 1 λωρίδας

Η κατηγορία αυτή παρουσιάζει ομοιότητες με τους αστικούς συνεπτυγμένους, όσον αφορά τη 1 λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση στα σκέλη του κόμβου, αλλά διαφέρει στην εξωτερική διάμετρο (30-40 μέτρα) λόγω των υψηλότερων κυκλοφοριακών φόρτων, ταχυτήτων και χωρητικότητας που εξυπηρετεί. Παράλληλα, οι ακτίνες καμπής στις προσβάσεις εισόδου αυξάνονται, οι διαχωριστικές νησίδες είναι υπερυψωμένες, ενώ μπορεί να κατασκευαστεί υπερβατή ζώνη περιμετρικά της κεντρικής νησίδας για την εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων.

IV. Αστικοί κυκλικοί κόμβοι 2 λωρίδων

Η κατηγορία αυτή επιλέγεται όταν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι μεγαλύτεροι αυτών που εξυπηρετούνται από τις προαναφερθείσες κατηγορίες και συγκεκριμένα, όταν τουλάχιστον 1 από τους κλάδους εισόδου στον κόμβο αποτελείται από 2 λωρίδες. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους είναι παρόμοια με αυτά των κυκλικών κόμβων 1

λωρίδας, απαιτείται όμως μεγαλύτερη επιφάνεια ώστε να επιτρέπεται η κίνηση σε 2 στοίχους μέσα στο δακτύλιο κυκλοφορίας.

V. Υπεραστικοί κυκλικοί κόμβοι 1 λωρίδας

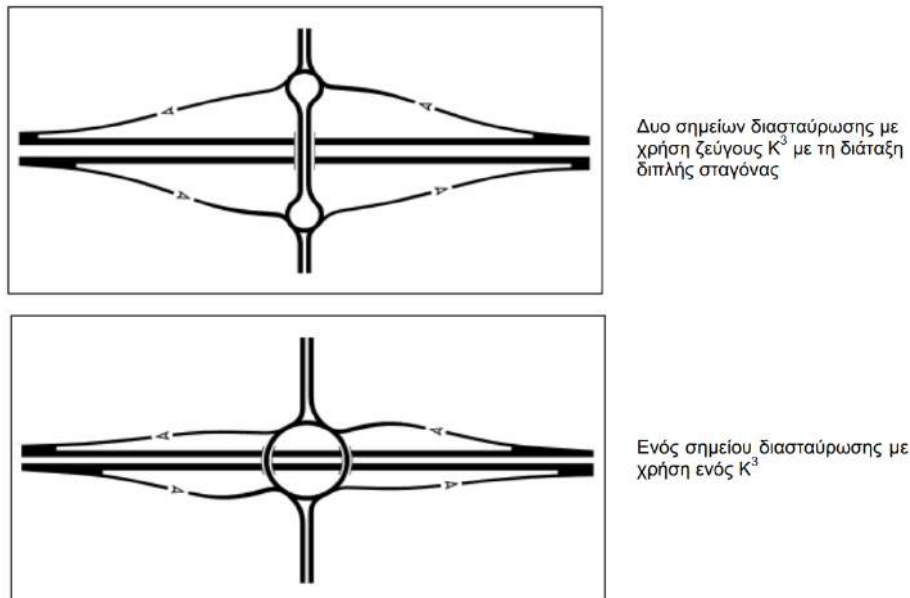
Εντοπίζονται εκτός του αστικού ιστού όπου οι ταχύτητες αυξάνονται σημαντικά, επομένως έχουν μεγαλύτερες ακτίνες και για αυτό το λόγο δεν απαιτείται η κατασκευή υπερβατής ζώνης περιμετρικά της κεντρικής νησίδας για την άνετη κίνηση των βαρέων οχημάτων. Λόγω των υψηλών ταχυτήτων που αναπτύσσονται, συνήθως απαιτείται η λήψη μέτρων περιορισμού της ταχύτητας στους κλάδους εισόδου, όπως σήμανση (οριζόντια και κατακόρυφη) ή διαμόρφωση της γεωμετρίας (καμπύλωση).

VI. Υπεραστικοί κυκλικοί κόμβοι 2 λωρίδων

Είναι παρόμοιοι με τους υπεραστικούς κυκλικούς κόμβους 1 λωρίδας, αλλά έχουν μεγαλύτερη εξωτερική διάμετρο και 2 λωρίδες στον δακτύλιο κυκλοφορίας, για την εξυπηρέτηση μεγαλύτερου κυκλοφοριακού φόρτου και υψηλότερων ταχυτήτων.

2.6 Εφαρμογή σε ανισόπεδους κόμβους

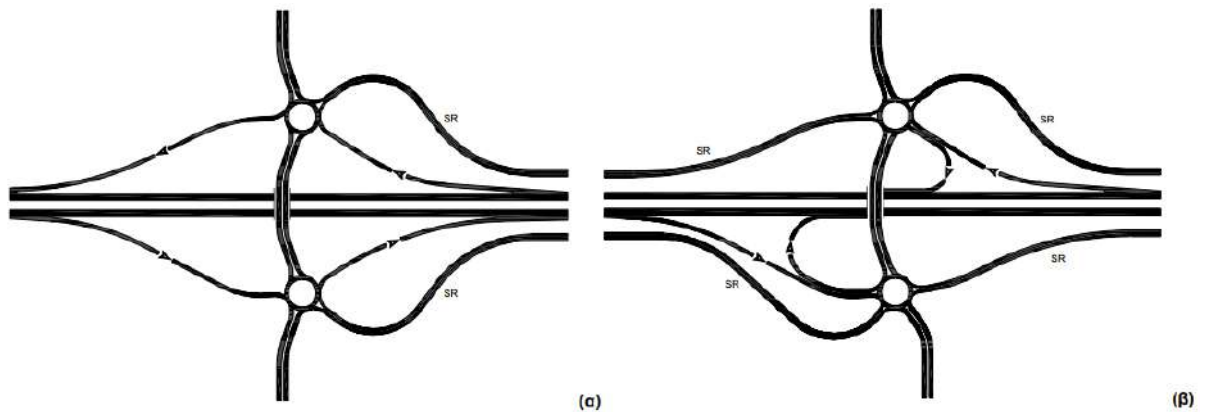
Οι κυκλικοί κόμβοι βρίσκουν πολύ καλή εφαρμογή ως αντικατάσταση κλασικών διασταυρώσεων σε διάφορους τύπους ανισόπεδων κόμβων, σε ένα από τα επίπεδά τους. Συνηθέστερα, εντοπίζονται σε διασταυρώσεις αστικών αυτοκινητοδρόμων με δευτερεύουσες αρτηρίες, όπου συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση ουρών αλλά και καθυστερήσεων που δημιουργούνται στη δευτερεύουσα οδό. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόζονται σε ανισόπεδους κόμβους μορφής «ρόμβου» και αντικαθιστούν ένα ή και τα δύο σημεία διασταύρωσής του με τη δευτερεύουσα οδό.



Εικόνα 2-13: Εναλλακτικές εφαρμογές $K3$ σε ανισόπεδους κόμβους μορφής ρόμβου
Πηγή: (ΟΜΟΕ- $K3$, 2011)

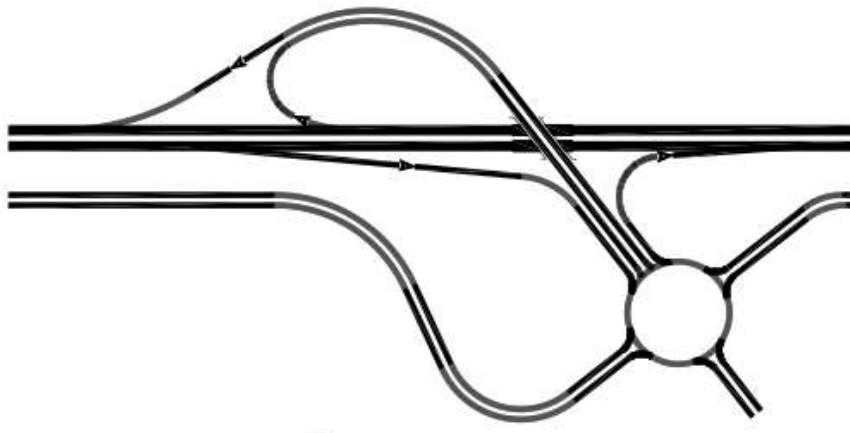
Επιπροσθέτως, ιδιαίτερα χρήσιμη μπορεί να χαρακτηριστεί η κατασκευή κυκλικού κόμβου σε διασταύρωση με δευτερεύουσα οδό, επί της οποίας συμβάλλουν πολλαπλές οδοί, όπως παράπλευρες οδοί εξυπηρέτησης. Υπόδειγμα μιας τέτοιας εφαρμογής,

αποτελεί η μορφή «μισό τριαντάφυλλο», η οποία καθιστά αποτελεσματική τη λειτουργία πεντασκελούς κόμβου.



Εικόνα 2-14: Περιπτώσεις εφαρμογής $K3$ σε διασταύρωση αυτοκινητοδρόμου και δευτερεύουσας οδού με πολλαπλά σκέλη
Πηγή: (ΟΜΟΕ- $K3$, 2011)

Όμοια με την προηγούμενη περίπτωση, για αποκατάσταση της συνέχειας παράπλευρης οδού αλλά και πρόσβαση σε ανισόπεδο κόμβο, σημαντικά πλεονεκτήματα προσφέρει η μορφή «τρομπέτα».



Εικόνα 2-15: Εφαρμογή $K3$ σε ανισόπεδο κόμβο μορφής τρομπέτας
Πηγή: (ΟΜΟΕ- $K3$, 2011)

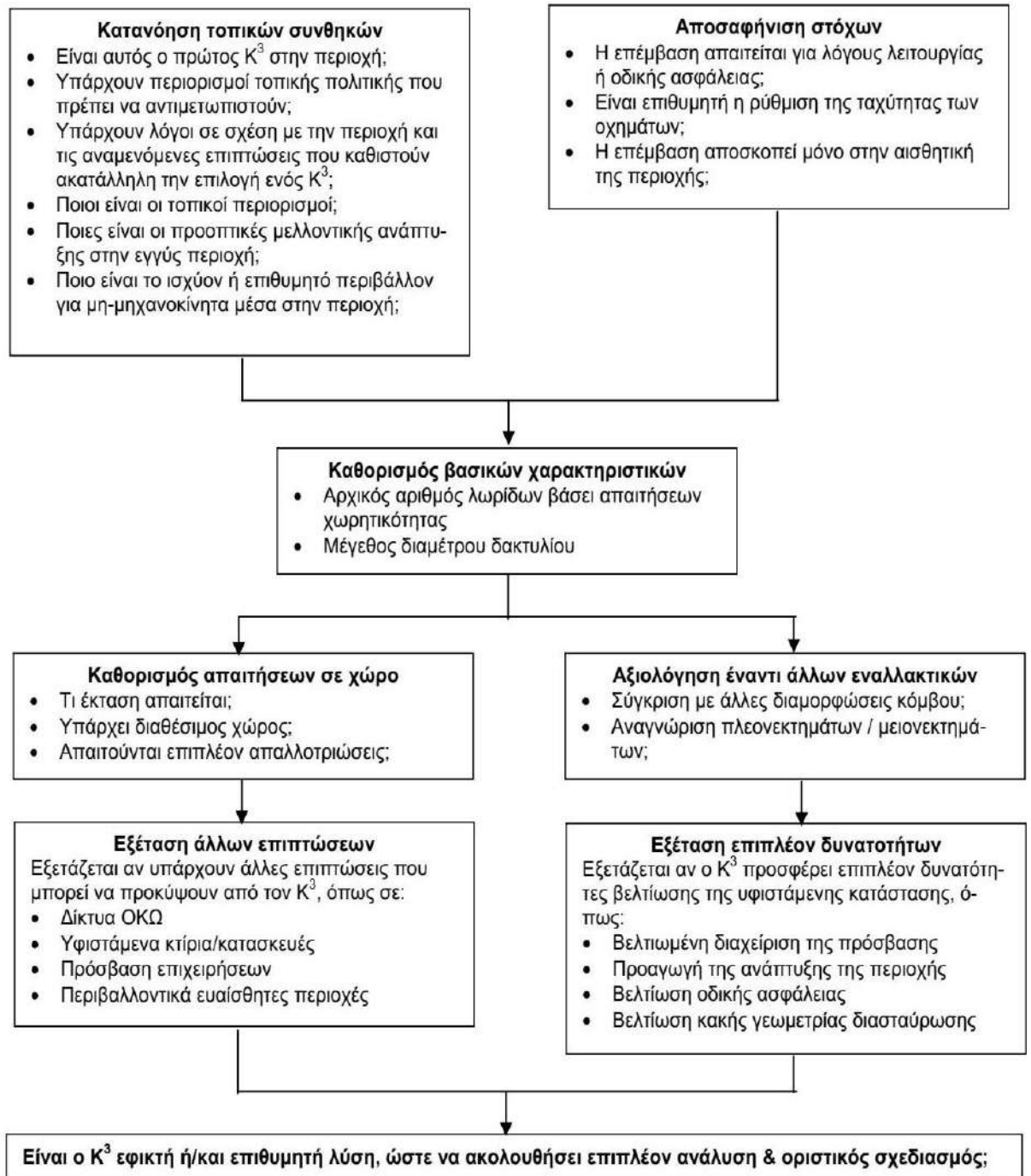
Η διάταξη της «διπλής σταγόνας» αποτελεί ειδική περίπτωση σχεδιασμού κυκλικού κόμβου. Σε αυτή την περίπτωση, εντοπίζονται δύο κυκλικές διαμορφώσεις που λειτουργούν ως ένας επιμήκης ενιαίος κόμβος κυκλικής κίνησης. Αποτρέπεται έτσι η λανθασμένη είσοδος σε κλάδο αντίθετης κυκλοφορίας, δίνοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα αναστροφής για τις παρόδιες στη δευτερεύουσα οδό χρήσεις γης. Το μοντέλο αυτό χρίζει ιδιαίτερης προσοχής όσον αφορά στη γεωμετρία και τη σήμανσή του.



Εικόνα 2-16: Παραδείγματα K^3 μορφής διπλής σταγόνας
Πηγή: (ΟΜΟΕ- K^3 , 2011)

2.7 Κριτήρια επιλογής κατασκευής κυκλικού κόμβου

Κατά το στάδιο της αρχικής μελέτης, πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψιν οι λόγοι υλοποίησης ενός κυκλικού κόμβου, είτε αυτό είναι προς αντικατάσταση υφιστάμενης διασταύρωσης είτε προς εξ ολοκλήρου νέας κατασκευής. Παρ' όλη την διάδοση των κυκλικών κόμβων ανά τον κόσμο τις τελευταίες δεκαετίες και την ευρεία χρήση τους από πολλές χώρες, αποτελεί επιβεβλημένη ανάγκη να προηγούνται πάντα κάποιες σχετικές αναλύσεις. Πρώτο στάδιο της ανάλυσης αυτής είναι να καθοριστεί το πού αποσκοπεί η εκάστοτε υλοποίηση κυκλικής διαμόρφωσης. Στη συνέχεια εκτιμάται ο ελάχιστος αριθμός λωρίδων σε κάθε κλάδο και παράλληλα, σε ποιον τύπο κυκλικού κόμβου αντιστοιχείται. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η στοχαστική διαδικασία επιλογής ως λύσης του μοντέλου του κυκλικού κόμβου, όπως συντάχθηκε από τις ΟΜΟΕ- K^3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

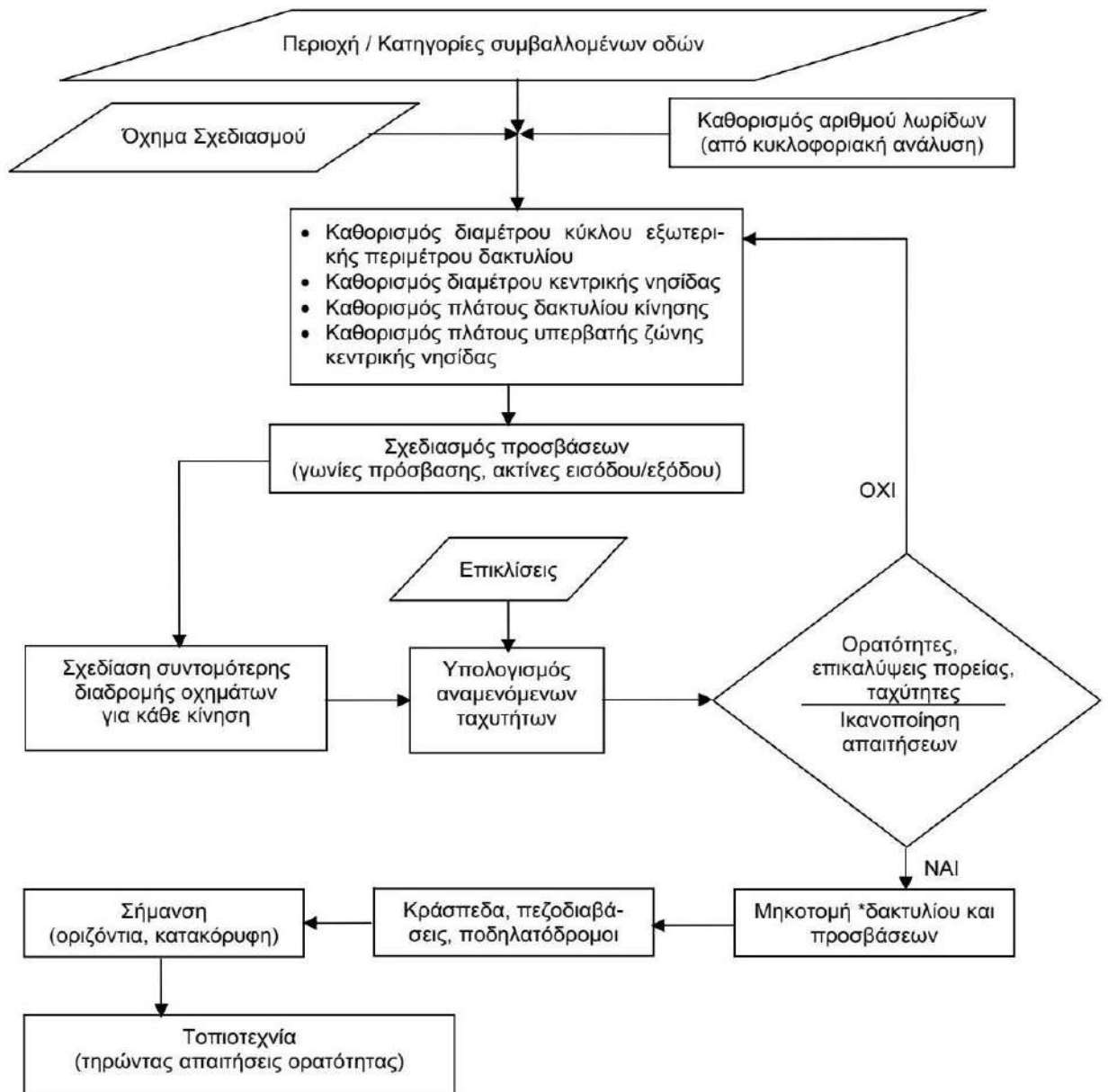


Σχήμα 2-1: Στάδια διαδικασίας απόφασης επιλογής κατασκευής K^3
Πηγή: (ΟΜΟΕ- K^3 , 2011)

2.8 Κριτήρια σχεδιασμού κυκλικού κόμβου

Αφού ληφθεί η απόφαση για την κατασκευή ενός κυκλικού κόμβου, αρχίζει η διαδικασία του αναλυτικού σχεδιασμού του. Η χρήση κατάλληλων γεωμετρικών χαρακτηριστικών παίζει καθοριστικό ρόλο στην ασφάλεια και τη λειτουργικότητα που θα αποφέρει ο νέος κυκλικός κόμβος. Ο μη ορθός γεωμετρικός σχεδιασμός επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα τόσο στη συνολική αποδοτικότητα του κόμβου αλλά και στην οδική συμπεριφορά των χρηστών του, γι' αυτό το λόγο ο σχεδιασμός χρειάζεται συνεχείς

επαναπροσδιορισμούς με απώτερο στόχο τη μέγιστη λειτουργική λύση. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα βήματα σχεδιασμού ενός κυκλικού κόμβου, όπως συντάχθηκε από τις ΟΜΟΕ-Κ3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).



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

Σχήμα 2-2: Βήματα σχεδιασμού Κ3
Πηγή: (ΟΜΟΕ-Κ3, 2011)

3 Προτεινόμενη διαμόρφωση κυκλικού κόμβου στη συμβολή της οδού Ιωλκού με την Περιφερειακή Οδό Βόλου

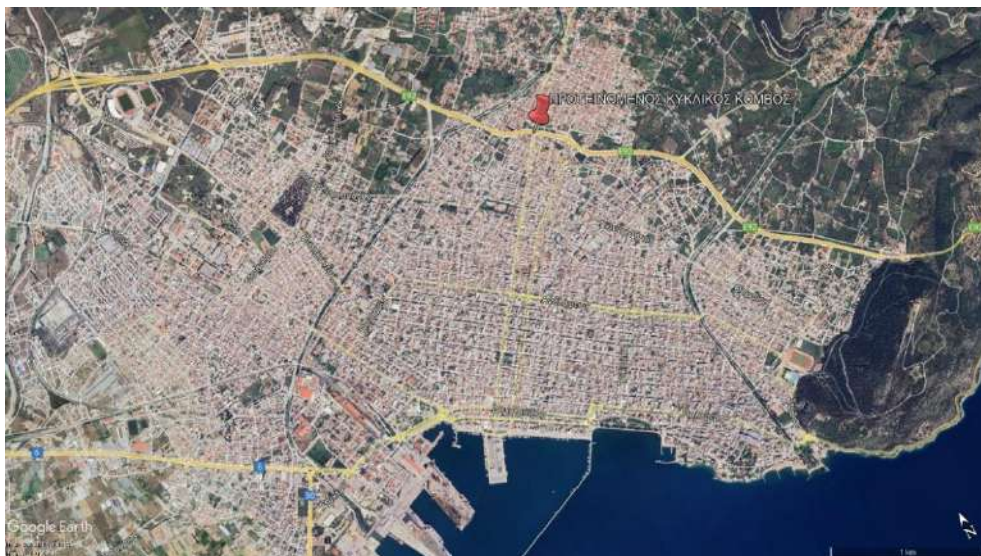
3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, πραγματοποιείται πρακτική εφαρμογή των ΟΜΟΕ-Κ3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011), όσον αφορά στον ορθό γεωμετρικό και λειτουργικό σχεδιασμό ενός κυκλικού κόμβου, λαμβάνοντας επίσης υπόψη όσα αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η περιοχή μελέτης είναι η υφιστάμενη σηματοδοτούμενη διασταύρωση στη συμβολή των οδών Ιωλκού με την Περιφερειακή Οδό Βόλου. Η πρόταση περιλαμβάνει την ολοκληρωμένη μελέτη ενός περιαστικού κυκλικού κόμβου 2 λωρίδων κυκλοφορίας, με στόχο τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και λειτουργικότητας της συγκεκριμένης διασταύρωσης, αλλά και της αισθητικής του περιβάλλοντος χώρου.

Ο παραμετρικός σχεδιασμός του κυκλικού κόμβου, καθώς και ο έλεγχος επάρκειάς του πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση των εξειδικευμένων λογισμικών Transoft AutoTURN 11 και Transoft TORUS 6. Η πλήρης μελέτη του κόμβου πραγματοποιήθηκε στο εξειδικευμένο λογισμικό οδοποιίας Anadelta Tessera. Η τελική επεξεργασία του συνόλου των σχεδίων και η ολοκληρωμένη οριζοντιογραφία υλοποιήθηκε στο γραφιστικό περιβάλλον Autodesk AutoCAD 2024, ενώ η απόδοσή της σε τρισδιάστατο μοντέλο έγινε στο λογισμικό Rhinoceros 6 και τέλος, η επεξεργασία του μοντέλου για την εξαγωγή φωτορεαλιστικών πλάνων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού Lumion 2023.

3.2 Υφιστάμενη κατάσταση

Η περιοχή όπου προτείνεται να κατασκευασθεί ο κυκλικός κόμβος της παρούσας διπλωματικής εργασίας βρίσκεται εντός σχεδίου πόλης του Βόλου. Συγκεκριμένα, εντοπίζεται στο βορειοανατολικό άκρο της πόλης, στους πρόποδες του Πηλίου, επί της σηματοδοτούμενης διασταύρωσης της οδού Ιωλκού (προέκταση Βενιζέλου) με την Περιφερειακή Οδό Βόλου.



Εικόνα 3-1: Θέση μελετώμενου κόμβου
Πηγή: (Google Earth)

Η Περιφερειακή Οδός αποτελεί την βασική αρτηρία της πόλης του Βόλου και συνδέει όλο το πολεοδομικό συγκρότημα με διεύθυνση ανατολικά-δυτικά. Αποτελείται από δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, οι οποίες διαχωρίζονται σε όλο της το μήκος από υπερυψωμένη διαχωριστική νησίδα, με τις κατάλληλες διαμορφώσεις στις αντίστοιχες διασταυρώσεις. Στο ύψος της μελετώμενης διασταύρωσης, επί των ρευμάτων εισόδου, το κατάστρωμα της οδού διαπλατύνεται σημαντικά, καθώς εντοπίζονται δύο πρόσθετες λωρίδες αποκλειστικής στρέφουσας κίνησης για τα οχήματα που στρίβουν αριστερά και δεξιά αντίστοιχα. Επί των ρευμάτων εξόδου, το κατάστρωμα της οδού διαπλατύνεται σε μικρότερο βαθμό, για την εξυπηρέτηση δεξιάς στρέφουσας κίνησης των οχημάτων που κινούνται από την οδό Ιωλκού (*Παράρτημα Εικόνων*). Η Περιφερειακή Οδός υπάγεται στη λειτουργική κατάταξη «ΒΙΙΙ», χαρακτηρίζεται δηλαδή ως αστική αρτηρία υψηλών ταχυτήτων που διατρέχει αστικές και ημιαστικές περιοχές εντός σχεδίου με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση των παρόδιων ιδιοκτησιών, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).

Όσον αφορά στην οδό Ιωλκού, αποτελεί τον βασικό άξονα της πόλης από και προς το Πήλιο. Αποτελείται από μία λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, ενιαίου οδοστρώματος. Αξίζει να αναφερθεί ότι κατά την επιτόπια αυτοψία στην περιοχή μελέτης, εντοπίστηκε έντονο φαινόμενο παρόδιας στάθμευσης επί της Ιωλκού, επί το πλείστω παράνομη (*Παράρτημα Εικόνων*). Η οδός Ιωλκού υπάγεται στη λειτουργική κατάταξη «ΓΙΥ», χαρακτηρίζεται δηλαδή ως κύρια συλλεκτήρια οδός που διατρέχει περιοχή εντός σχεδίου με βασική της λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης των παρόδιων ιδιοκτησιών, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).

Σε όλες τις προσβάσεις του σηματοδοτούμενου κόμβου, υπάρχουν πεζοδρόμια επαρκούς πλάτους για την ασφαλή κίνηση των πεζών, παρ' όλα αυτά χαρακτηρίζονται ως μη προσβάσιμα, καθώς δεν υπάρχουν οι απαραίτητες ράμπες και εξοπλισμός για την εξυπηρέτηση ΑμεΑ και εμποδιζόμενων ατόμων. Η κίνηση των πεζών στην περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται ως μη ιδιαίτερα σημαντική, αφού η ευρύτερη περιοχή είναι περιαστική και εντοπίζεται στο άκρο του πολεοδομικού συγκροτήματος.

Στην υπό μελέτη σηματοδοτούμενη διασταύρωση πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου, σύνθεσης της κυκλοφορίας και στρεφουσών κινήσεων κατά τη διάρκεια πρωινής και μεσημβρινής ώρας αιχμής, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στο *Παράρτημα Κυκλοφοριακής Ανάλυσης*. Σε γενικό πλαίσιο, η σύνθεση της κυκλοφορίας στη συγκεκριμένη συμβολή αποτελείται ως επί το πλείστω από Ι.Χ. επιβατικά αυτοκίνητα και επαγγελματικού τύπου ημιφορτηγά. Ακολουθούν τα δίκυκλα, ενώ σε κάποιες στρέφουσες σημαντική είναι η ύπαρξη λεωφορείων και φορτηγών, αλλά και βαρέων επικαθήμενων φορτηγών, κυρίως επί της Περιφερειακής Οδού. Τέλος, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, παρατηρήθηκε λανθασμένη συμπεριφορά μερικών οδηγών. Πιο συγκεκριμένα, κάποιοι από αυτούς επιχείρησαν παράνομη επί τόπου αναστροφή επί της Περιφερειακής Οδού στο ύψος του σηματοδότη αποκλειστικής αριστερής στροφής με αποτέλεσμα τη δημιουργία εμπλοκής με οδηγούς που χρησιμοποιούσαν κανονικά την αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής, ενώ άλλοι στάθμευαν το όχημά τους για μεγάλο χρονικό διάστημα μπροστά από τα παρόδια καταστήματα εστίασης και επί του καταστρώματος κυκλοφορίας.

3.3 Στόχοι σχεδιασμού του προτεινόμενου κυκλικού κόμβου

Έπειτα από την αυτοψία που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή μελέτης, εντοπίστηκαν κάποια ζητήματα που χρίζουν βελτίωσης. Προτείνεται λοιπόν, η αντικατάσταση της υφιστάμενης σηματοδοτούμενης ισόπεδης διασταύρωσης από κόμβο κυκλικής κίνησης. Η πρόταση αυτή αποσκοπεί κυρίως στη βελτίωση της κυκλοφοριακής κατάστασης, στην αναβάθμιση του επιπέδου οδικής ασφάλειας, στην αισθητική αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής, αλλά και στην μελλοντικά πιθανή εγκαθίδρυση ενός συστήματος αλληπάληλων κυκλικών κόμβων επί της Περιφερειακής Οδού με στόχο την διατήρηση ενός ομοιογενούς περιβάλλοντος υψηλής οδικής ασφάλειας και ρυθμιζόμενων ταχυτήτων.

Όπως προαναφέρθηκε, η κατασκευή κόμβου κυκλικής κίνησης στη συγκεκριμένη διασταύρωση θα επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην κυκλοφοριακή κατάσταση αλλά και στο επίπεδο εξυπηρέτησης του κόμβου. Στην υφιστάμενη κατάσταση και με την ύπαρξη φωτεινού σηματοδότη, σε ώρες εκτός αιχμής όπου η κυκλοφορία είναι χαμηλή, πολλές φορές η κίνηση των οχημάτων διακόπτεται ενώ ο κόμβος είναι άδειος. Με την ύπαρξη λοιπόν ενός κυκλικού κόμβου στο σημείο αυτό, τέτοιες περιπτώσεις απαλείφονται και οι οδηγοί δεν χρειάζεται να διακόψουν την πορεία τους και να περιμένουν ακινητοποιημένοι επί των συμβαλλουσών οδών, όταν αυτό δεν κρίνεται απαραίτητο.

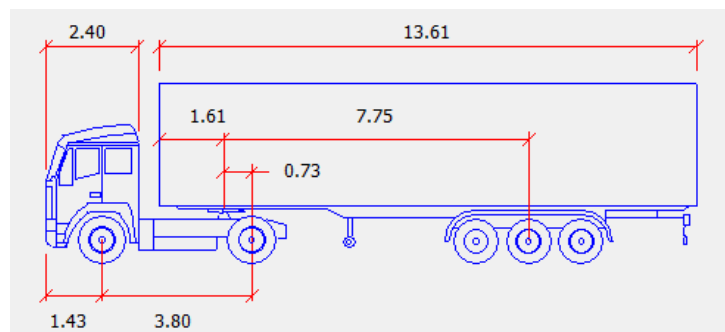
Ιδιαίτερα σημαντική θα είναι επίσης η συμβολή του κυκλικού κόμβου στην αύξηση της οδικής ασφάλειας της υπάρχουσας διασταύρωσης. Παρατηρήθηκε πως όταν οι οδηγοί συναντούν πράσινο σηματοδότη διασχίζουν τη διασταύρωση με πολύ υψηλές ταχύτητες και στην περίπτωση της αριστερής και δεξιάς στρέφουσας, εισέρχονται στην οδό Ιωλκού χωρίς να επιβραδύνουν. Με την ύπαρξη ενός κυκλικού κόμβου αλλά και με την αντίστοιχη διαμόρφωση στα συμβαλλόμενα σκέλη του, επιτυγχάνεται η ρύθμιση των ταχυτήτων τόσο στις εισόδους όσο και στις εξόδους του. Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της αναβάθμισης της οδικής ασφάλειας του κόμβου, λαμβάνεται υπόψη η ασφαλής διέλευση των πεζών, με τη σωστή καθοδήγησή τους περιμετρικά του δακτυλίου κυκλοφορίας, μέσω ισόπεδων διαβάσεων.

Συνοψίζοντας, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες της μελετώμενης περιοχής, επιλέχθηκε κυκλικός κόμβος δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Για την όσο το δυνατόν μικρότερη επέμβαση στην υπάρχουσα ρυμοτομία της περιοχής και ανάγκη για απαλλοτριώσεις, αρχικά λήφθηκε εξωτερική διάμετρος του δακτυλίου λίγο μικρότερη σε σχέση με τα προτεινόμενα όρια που ορίζουν οι ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011), παρ' όλα αυτά, έπειτα από επαναληπτικές διαδικασίες και τις προτεινόμενες διορθώσεις του Επιβλέποντα, επιλέχθηκε τελικά υπέρ της ασφάλειας, εξωτερική διάμετρος και γεωμετρικά χαρακτηριστικά σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-K3. Στο επόμενο υποκεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά το σύνολο των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών που λήφθηκαν για την προτεινόμενη διάταξη κυκλικής κίνησης. Για τον σχεδιασμό της διάταξης καθώς και τους κατάλληλους ελέγχους, έγινε χρήση των ειδικών λογισμικών Transoft TORUS 6 και Transoft AutoTURN 11.

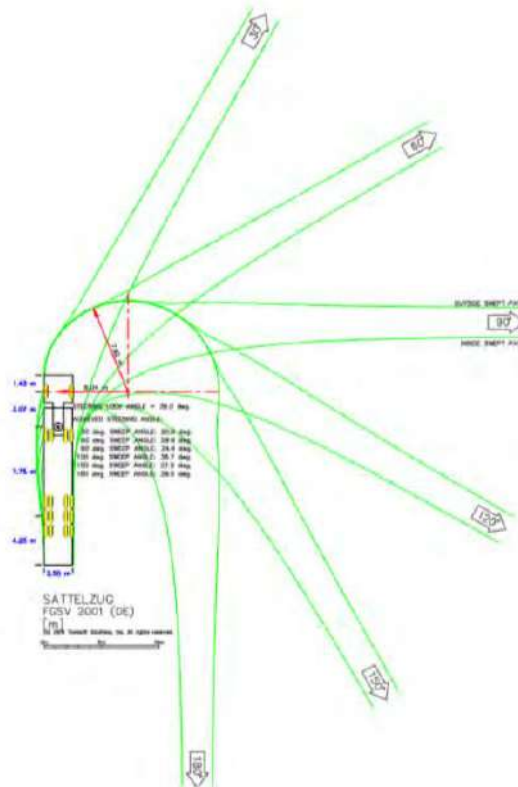
3.4 Γεωμετρικός και λειτουργικός σχεδιασμός προτεινόμενου κυκλικού κόμβου

3.4.1 Όχημα σχεδιασμού

Το όχημα σχεδιασμού καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των λειτουργικών κατηγοριών των συμβαλλουσών οδών, του χαρακτήρα της μελετώμενης περιοχής, του μετρούμενου κυκλοφοριακού φόρτου και του ποσοστού βαρέων οχημάτων που την διασχίζουν. Σύμφωνα με τις κυκλοφοριακές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αλλά και το γεγονός ότι πρόκειται για περιοχή περιαστικού χαρακτήρα, λήφθηκε ως όχημα σχεδιασμού το επικαθήμενο φορτηγό μήκους 16,50 μέτρων το οποίο παρουσιάζεται μαζί με τις διαγραφόμενες επιφάνειες στροφής του παρακάτω.



Εικόνα 3-2: Διαστάσεις οχήματος σχεδιασμού
Πηγή: AutoTURN template



Εικόνα 3-3: Ακτίνες στροφής οχήματος σχεδιασμού
Πηγή: AutoTURN template

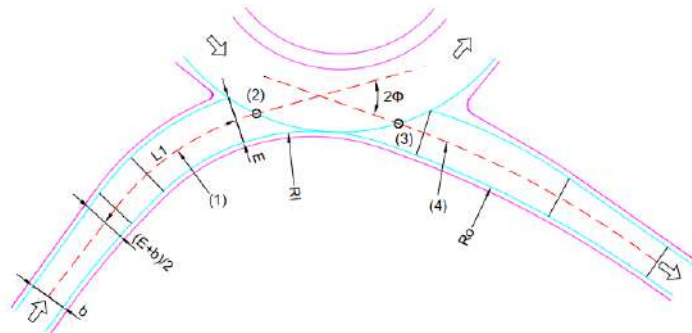
3.4.2 Στοιχεία σχεδιασμού

Τα συνιστώμενα μεγέθη διαμέτρου του κύκλου της εξωτερικής περιμέτρου του δακτυλίου και οι λεπτομερείς διαστάσεις του δακτυλίου, ανάλογα με την περιοχή που εξυπηρετούν οι συμβάλλουσες οδοί του κόμβου, την κατηγορία του κόμβου και τον αριθμό λωρίδων του δακτυλίου, αλλά και το σύνολο των γεωμετρικών παραμέτρων του, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες και σχήμα αντίστοιχα, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

Πίνακας 3-1: Συνιστώμενη διάμετρος κύκλου εξωτερικής περιμέτρου δακτυλίου
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)

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

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



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

Σχήμα 3-1: Γεωμετρικές παράμετροι σχεδιασμού
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)

Πίνακας 3-2: Τυπικά πεδία τιμών σχεδιασμού γεωμετρικών παραμέτρων
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)

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

Πίνακας 3-3: Διαστάσεις γεωμετρικών παραμέτρων σχεδιασμού σε K3
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)

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

Για τον προτεινόμενο κυκλικό κόμβο, λήφθηκε διάμετρος κύκλου της εξωτερικής περιμέτρου ίση με 46,0 μέτρα, ακτίνα κεντρικής νησίδας ίση με 10,50 μέτρα και πλάτος υπερβατής νησίδας για την εξυπηρέτηση των βαρέων οχημάτων ίση με 3,0 μέτρα.

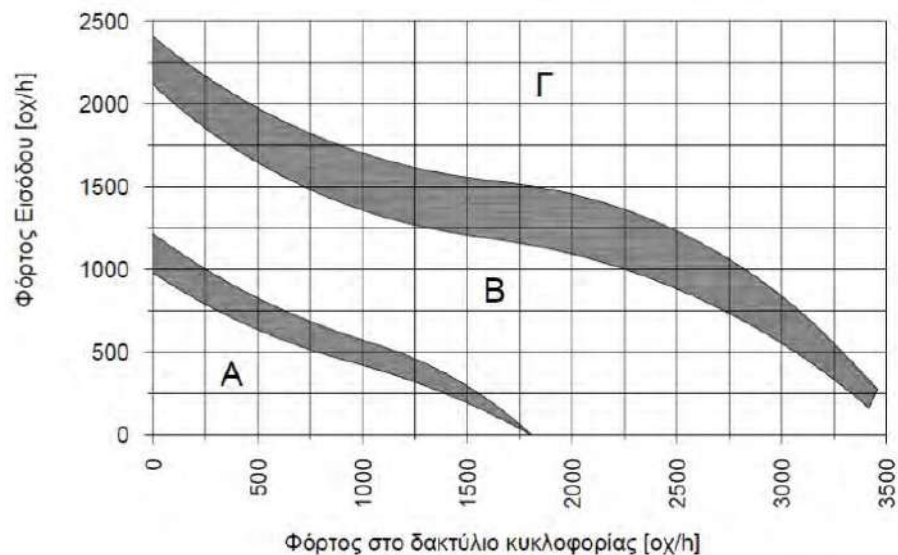
3.4.3 Πλάτος δακτυλίου

Πρόκειται για τη μεγαλύτερη διάμετρο που μπορεί να εγγραφεί στο εξωτερικό περίγραμμα του κύκλου. Στην περίπτωση κατασκευής ρείθρου στην εσωτερική ή

εξωτερική περίμετρο, το πλάτος του δεν περιλαμβάνεται στο πλάτος του δακτυλίου. Για δακτύλιο με 2 λωρίδες κίνησης και με σημαντικό φόρτο βαρέων οχημάτων, πρέπει να πραγματοποιηθεί κατάλληλος σχεδιασμός ώστε το πλάτος του να εξυπηρετεί την παράλληλη κίνηση του μεγαλύτερου οχήματος σχεδιασμού, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι το φορτηγό όχημα μήκους 16,50 μέτρων, μαζί με μικρό επιβατηγό όχημα δίχως να εμπλέκονται τα ίχνη των αμαξωμάτων τους. Όσον αφορά στην προτεινόμενη διάταξη, το πλάτος του δακτυλίου κυκλοφορίας λήφθηκε ίσο με 9,50 μέτρα.

3.4.4 Αριθμός λωρίδων δακτυλίου και προσβάσεων

Σύμφωνα με τους κανονισμούς, ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας πρέπει να λαμβάνεται ως ο ελάχιστος απαιτούμενος ανάλογα με την υφιστάμενη και προβλεπόμενη ζήτηση. Ο απαιτούμενος αριθμός λωρίδων στον δακτύλιο κυκλοφορίας υπολογίζεται με τη χρήση του παρακάτω διαγράμματος, ανάλογα με τον φόρτο στις εισόδους και στον δακτύλιο κυκλοφορίας.



Σχήμα 3-2: Απαιτούμενος αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)

Σύμφωνα με τις κυκλοφοριακές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην υφιστάμενη διασταύρωση κατά την ώρα αιχμής, ο κόμβος εμπίπτει στην κατηγορία Β, οπότε επαληθεύεται η επιλογή των 2 λωρίδων στον δακτύλιο κυκλοφορίας. Όσον αφορά στους κλάδους πρόσβασης, ο αριθμός λωρίδων παραμένει στις 2 ανά κατεύθυνση για τη Περιφερειακή Οδό, ενώ για την οδό Ιωλκού στη 1 λωρίδα ανά κατεύθυνση κυκλοφορίας.

3.4.5 Διάταξη κλάδων πρόσβασης

Ο τρόπος με τον οποίο διατάσσονται στον χώρο τα σκέλη ενός κόμβου παίζει σημαντικό ρόλο στη συνολική λειτουργία του κόμβου, αφού επηρεάζει τη ρύθμιση της ταχύτητας, την ικανότητα εξυπηρέτησης του οχήματος σχεδιασμού και την ορατότητα μεταξύ διαδοχικών κλάδων. Στην προτεινόμενη διάταξη, το κέντρο του κόμβου τοποθετείται εκτός ευθείας των αξόνων πρόσβασης, δεν επιλέγεται δηλαδή η τυπική περίπτωση διάταξης που είναι και η πλέον αναμενόμενη από τους οδηγούς. Η εκτός κέντρου διάταξη επιτρέπει μεγαλύτερη γωνία εκτροπής και καλύτερη ρύθμιση των ταχυτήτων και παράλληλα ευνοεί την εξυπηρέτηση βαρέων οχημάτων με τη χρήση

μικρότερης διαμέτρου κύκλου. Στην προτεινόμενη διάταξη, το μήκος των κλάδων πρόσβασης λήφθηκε περί τα 100 μέτρα.

3.4.6 Γωνίες μεταξύ σκελών

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η εφαρμογή ενός κυκλικού κόμβου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των σημείων εμπλοκής μεταξύ οχημάτων και πεζών και της επικινδυνότητάς τους. Στις περιπτώσεις μεγάλων γωνιών μεταξύ διαδοχικών κλάδων πρόσβασης, παρουσιάζονται υψηλές ταχύτητες και λανθασμένη οδηγική συμπεριφορά. Εν αντιθέσει, στις περιπτώσεις μικρών γωνιών, καθίσταται δύσκολη η κίνηση των βαρέων οχημάτων. Γενικά, η προτιμότερη περίπτωση είναι οι διαδοχικοί κλάδοι να σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία όσο το δυνατόν πιο κοντά στις 90 μοίρες. Στην προτεινόμενη διάταξη, ο κόμβος αποτελείται από 4 σκέλη και ο σχεδιασμός του παρομοιάζει τη διάταξη «σταυρού», η οποία θεωρείται προτιμότερη αφού το κάθε σκέλος συμβάλλει κάθετα με τα υπόλοιπα.

3.4.7 Είσοδοι δακτυλίου κυκλοφορίας

Ο σχεδιασμός της εκάστοτε εισόδου σε έναν κυκλικό κόμβο έχει ως στόχο την ομαλή μετάβαση των οχημάτων αλλά και τη ρύθμιση της ταχύτητας με την οποία αυτά εισέρχονται στον κόμβο. Για τον προτεινόμενο κόμβο που αποτελείται από 2 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, στους 2 κλάδους πρόσβασης επί της Περιφερειακής Οδού, χρησιμοποιήθηκε τόξο μεγάλης ακτίνας για τη συναρμογή μεταξύ των τόξων εισόδου και του δακτυλίου, με σκοπό τη σωστή καθοδήγηση των οχημάτων στη σωστή λωρίδα επί του δακτυλίου κίνησης. Για την περεταίρω μείωση της ταχύτητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο, οι κλάδοι εισόδου επί της Περιφερειακής Οδού σχεδιάστηκαν με διαμόρφωση θλάσης μεγάλης ακτίνας προς την αριστερή πλευρά της κίνησης στο ύψος της συμβολής τους. Τέλος, οι γωνίες εισόδου στους κλάδους πρόσβασης υπολογίστηκαν εντός των προτεινόμενων ορίων και συγκεκριμένα, η γωνία εισόδου του δυτικού κλάδου είναι 27° με τόξο εισόδου 30 μέτρα και πλάτος εισόδου 10,05 μέτρα, του ανατολικού κλάδου είναι 37° με ακτίνα τόξου 35 μέτρα και πλάτος εισόδου 11,25 μέτρα, του νότιου κλάδου είναι 25° με ακτίνα τόξου 6 μέτρα και πλάτος εισόδου 6,50 μέτρα και τέλος, του βόρειου κλάδου είναι 15° με ακτίνα τόξου 10 μέτρα και πλάτος εισόδου 5,87 μέτρα. Όλα τα παραπάνω πλάτη εισόδου συμπεριλαμβάνουν το πλάτος ρείθρου εκατέρωθεν, το οποίο είναι 0,25 μέτρα και θεωρείται κυκλοφορίσιμο.

3.4.8 Έξοδοι δακτυλίου κυκλοφορίας

Η ακτίνα στην εκάστοτε θέση εξόδου από δακτύλιο μπορεί να είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την ακτίνα του δακτυλίου, σε αντίθεση με τις θέσεις εισόδου. Στο στάδιο του σχεδιασμού είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη τόσο η απόσταση ορατότητας στάσης για τους οδηγούς αλλά και ο χρόνος που απαιτείται για να διασχίσουν οι πεζοί το οδόστρωμα. Επίσης, πρέπει να παρέχεται στον οδηγό ομαλή μετάβαση από το δακτύλιο στον κλάδο εξόδου της πρόσβασης. Ο προτεινόμενος κυκλικός κόμβος σχεδιάστηκε με αρκετά μικρές ακτίνες εξόδου σε όλα τα σκέλη πρόσβασης, ώστε να διατηρείται η χαμηλή ταχύτητα των οχημάτων κατά την έξοδό τους από το δακτύλιο κυκλοφορίας και να γίνεται αντιληπτή η πρόθεση των οδηγών από τους πεζούς νωρίτερα. Συγκεκριμένα, η ακτίνα του τόξου εξόδου του δυτικού κλάδου είναι 50,0 μέτρα με πλάτος εξόδου 10,33 μέτρα, του ανατολικού κλάδου είναι 45,0 μέτρα με πλάτος εξόδου 8,95 μέτρα, του νότιου κλάδου είναι 14,0 μέτρα με πλάτος εξόδου 6,15 μέτρα και τέλος, του βόρειου κλάδου είναι 15,0 μέτρα με πλάτος εξόδου 4,93 μέτρα. Όλα τα παραπάνω πλάτη εξόδου

συμπεριλαμβάνουν το πλάτος ρείθρου εκατέρωθεν, το οποίο είναι 0,25 μέτρα και θεωρείται κυκλοφορίσιμο.

3.4.9 Έλεγχος πορείας οχημάτων

Η διάταξη της εισόδου, της εξόδου και των λωρίδων κυκλοφορίας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην καθοδήγηση των οχημάτων στις σωστές πορείες. Είναι επιθυμητό να μην υπάρχει επικάλυψη πορειών, ούτε κατά την παράλληλη κίνηση οχημάτων με ίδια προέλευση και προορισμό, ούτε κατά τη διασταύρωση οχημάτων με διαφορετικές πορείες, όπως αναφέρουν οι ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

Στο πλαίσιο ελέγχου επάρκειας της προτεινόμενης διαμόρφωσης, πραγματοποιήθηκε έλεγχος περιτυπώματος οπισθοτροχιάς για το όχημα σχεδιασμού σε όλες τις δυνατές στρέφουσες κινήσεις, με τη χρήση του εξειδικευμένου λογισμικού Transoft AutoTurn 11. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ενδεικτικά σκαρίφημα της προτεινόμενης διαμόρφωσης για παράλληλη κίνηση επικαθήμενου φορτηγού (όχημα σχεδιασμού) με τυπικό επιβατικό ΙΧ επί της Περιφερειακής Οδού.

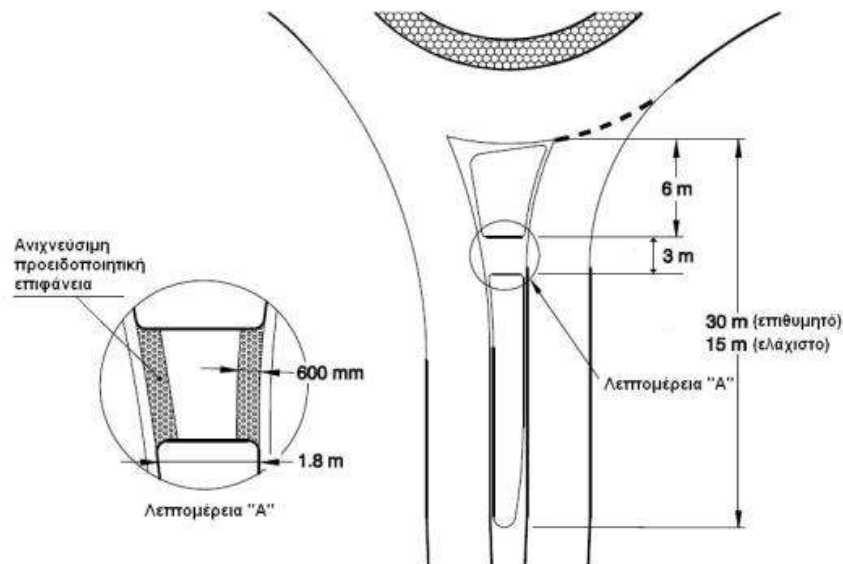


Εικόνα 3-4: Έλεγχος οπισθοτροχιάς παράλληλης κίνησης οχήματος σχεδιασμού και ΙΧ
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

3.4.10 Νησίδια διαχωρισμού

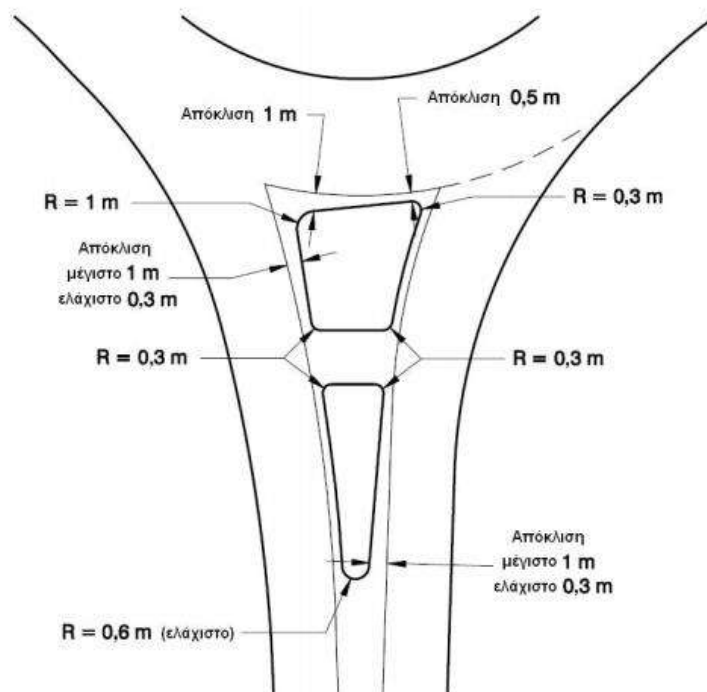
Στους κυκλικούς κόμβους, προτείνεται οι πεζοδιαβάσεις να περνούν εγκάρσια της νησίδας διαχωρισμού των δύο ρευμάτων κυκλοφορίας κάθε σκέλους του κόμβου. Το συνολικό μήκος της νησίδας διαχωρισμού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 μέτρα. Σε περιοχές υψηλών ταχυτήτων θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα κατασκευής νησίδας μήκους 45 μέτρων, σε συνδυασμό με καμπυλοειδή διαμόρφωση του οδοστρώματος του κλάδου προσέγγισης. Στην περίπτωση ανάγκης χωροθέτησης πεζοδιαβάσεων, αυτή διακόπτεται σε απόσταση τουλάχιστον 6 μέτρων από την εξωτερική οριογραμμή του

δακτυλίου κυκλοφορίας, για λόγους ευκολότερης διέλευσης και προστασίας πεζών, ποδηλάτων και ΑμΕΑ. Ο σχεδιασμός των διαχωριστικών νησίδων πραγματοποιήθηκε με βάση τα παρακάτω σχήματα, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).



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

Σχήμα 3-3: Σχεδιασμός νησίδας-Διακοπή πεζοδιάβασης
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)



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

Σχήμα 3-4: Λεπτομέρεια σχεδιασμού γωνιών τριγωνοειδούς νησίδας
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)

3.4.11 Κράσπεδα

Τα κράσπεδα κατασκευάζονται ως υπερβατά, μη υπερβατά ή καθόλου, ανάλογα με τη θέση τους και λαμβάνοντας υπόψη την περιοχή στην οποία αναπτύσσεται ο κόμβος. Η επιλογή κατασκευής των κρασπέδων πραγματοποιήθηκε με βάση τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3-4: Είδος κρασπέδου ανάλογα με την περιοχή του κόμβου
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)

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

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

Η περίμετρος της κυκλικής νησίδας είναι υπερβατή και υψώνεται κατά 5 εκατοστά από το οδόστρωμα, οι διαχωριστικές νησίδες σε όλες τις προσβάσεις κατασκευάζονται μη υπερβατές και υψώνονται κατά 10-15 εκατοστά άνω του οδοστρώματος και τέλος, η εξωτερική περίμετρος του δακτυλίου κατασκευάζεται με μη υπερβατό κράσπεδο ύψους 10-15 εκατοστών, όμοια με το κράσπεδο των πεζοδρομίων.

3.4.12 Πεζοδιαβάσεις

Στόχος των πεζοδιαβάσεων αποτελεί η άνετη και ασφαλής μετακίνηση των πεζών εγκάρσια του οδοστρώματος. Για αυτό το λόγο πρέπει να τοποθετούνται σε επαρκή απόσταση από τα άκρα των λωρίδων κυκλοφορίας, ώστε να παρεμβάλλεται χώρος για την τοποθέτηση της απαραίτητης σήμανσης. Στον προτεινόμενο κυκλικό κόμβο, επιλέχθηκαν πεζοδιαβάσεις κάθετες στις οριογραμμές του κλάδου, αφού επιτυγχάνουν την ελάχιστη διανυόμενη απόσταση για τον πεζό επί του οδοστρώματος. Χαρακτηρίζονται από μήκος 3 μέτρων και διαμορφώνονται με αναλογία γραμμής-κενού 0,5:0,5, από αντιολισθητική ανακλαστική βαφή λευκού χρώματος. Η διαχωριστική νησίδα διακόπτεται στο ύψος της διάβασης, ώστε οι πεζοί να διέρχονται ισόπεδα, χωρίς τη χρήση ράμπας. Στο σημείο αυτό η νησίδα έχει πλάτος τουλάχιστον 2 μέτρα, ώστε να παρέχεται επαρκής χώρος στάσης για πεζούς, ποδηλάτες και ΑμΕΑ, έως ότου διασχίσουν και το απέναντι οδόστρωμα κυκλοφορίας. Οι πεζοδιαβάσεις επί της Ιωλκού χωροθετούνται σε απόσταση 6 μέτρων από την οριογραμμή του δακτυλίου, ενώ οι πεζοδιαβάσεις επί της Περιφερειακής Οδού χωροθετούνται σε απόσταση 10 μέτρων από την οριογραμμή του δακτυλίου, ώστε να είναι δυνατή η ακίνδυνη ακινητοποίηση 2 αλλεπάλληλων οχημάτων κατά την έξοδό τους από το δακτύλιο κινούμενοι επί της Περιφερειακής Οδού. Τα πεζοδρόμια σε όλη την περιοχή μελέτης κατασκευάζονται με πλάτος τουλάχιστον 1,75 μέτρα και σε ύψος 10-15 εκατοστά άνω του οδοστρώματος. Η υψομετρική αυτή διαφορά στα σημεία των πεζοδιαβάσεων καλύπτεται με αντιολισθητικές ράμπες κλίσης 7%.

3.4.13 Υψομετρική διαμόρφωση και αποχέτευση καταστρώματος

Όταν ο κόμβος αναπτύσσεται σε σχεδόν οριζόντιο έδαφος λαμβάνονται ειδικά μέτρα για την αποχέτευση του καταστρώματος του δακτυλίου. Συνιστάται ολόκληρος ο δίσκος του κόμβου να διαμορφώνεται με κλίση 0,5 έως 1,0%, ώστε να διασφαλίζεται η καθοδήγηση της απορροής προς συγκεκριμένη θέση φυσικού ή τεχνητού αποδεκτή. Όταν το ανάγλυφο του εδάφους δεν προσφέρει τη δυνατότητα εφαρμογής των προαναφερόμενων ήπιων κλίσεων, τότε ο κόμβος επιτρέπεται να κατασκευάζεται με σταθερή μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση ως 4% κατά μήκος δύο κάθετων μεταξύ τους διαμέτρων και κατά προτίμηση μόνο στη μια εξ' αυτών, αν είναι δυνατό. Οι κλάδοι πρόσβασης δεν επιτρέπεται να έχουν κατά μήκος κλίση μεγαλύτερη από 2,5%, τουλάχιστον σε μήκος 12 μέτρων από την περίμετρο του δακτυλίου. Στις εξόδους η κλίση μπορεί να είναι ελαφρά μεγαλύτερη, με μέγιστη τιμή 4%, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

Στο πλαίσιο εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, μελετήθηκαν οι μηκοτομές τόσο των κλάδων πρόσβασης όσο και του δακτυλίου κυκλοφορίας, ώστε τα σκέλη του κόμβου να προσαρμόζονται στο δακτύλιο με ορθό τρόπο, όσον αφορά στην υψομετρική τους διαμόρφωση. Μηκοτομικά, οι κλάδοι πρόσβασης ακολουθούν την υφιστάμενη χάραξη, διατηρώντας ήπιες κατά μήκος κλίσεις μικρότερες του 7%. Ο δακτύλιος κυκλοφορίας προβλέπεται να κατασκευασθεί με εναλασσόμενη κατά μήκος κλίση 2,5%, ενώ όλα οι κλάδοι συμβάλλουν σε αυτόν με κλίση μικρότερη του 2,5%.

Τέλος, θεωρήθηκε ότι η κλίση του εδάφους και κατ' επέκταση η μηκοτομική διαμόρφωση της προτεινόμενης διάταξης, σε συνδυασμό με την μετατόπιση των υφιστάμενων σχαρών και φρεατίων υδροσυλλογής με βάση την νέα χάραξη, επαρκούν για την απορροή των ομβρίων και την αποχέτευση του καταστρώματος κυκλοφορίας.

3.4.14 Οδόστρωμα και διατομές

Σε περιπτώσεις κόμβου με δακτύλιο κυκλοφορίας μίας λωρίδας συνηθίζεται η διαμόρφωση μονοκλινούς οδοστρώματος, με κλίση 2 έως 2,5% προς την εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου. Σε κόμβους με δακτύλιο δύο λωρίδων συνιστάται η κατασκευή δικλινούς οδοστρώματος, με σημείο αλλαγής της επίκλισης στα 2/3 ή το 1/2 του πλάτους του δακτυλίου, μετρούμενο από την εσωτερική περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας.

Στο πλαίσιο εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας και σύμφωνα με τα κριτήρια επιλογής των ΟΜΟΕ-Δ (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001), επιλέχθηκε για την αναδιαμόρφωση της οδού Ιωλκού η τυπική διατομή «δ2», με καθαρό πλάτος λωρίδας 3,25 μέτρα, αποτελούμενη από 1 λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και συνολικό πλάτος κυκλοφορίας 7,0 μέτρα. Για την αναδιαμόρφωση της Περιφερειακής Οδού επιλέχθηκε η τυπική διατομή «β4νσ», με καθαρό πλάτος λωρίδας 3,50 μέτρα, αποτελούμενη από 2 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και μεταβαλλόμενο πλάτος κεντρικής διαχωριστικής νησίδας.

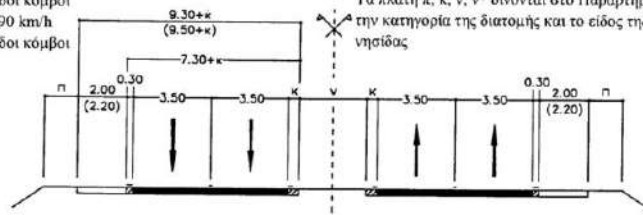
β 4 νσ

Κατηγορία οδού
 AII : $V_{επιτ} \leq 110 \text{ km/h}$
 ανισόπεδοι κόμβοι
 BI : $V_{επιτ} \leq 100 \text{ km/h}$
 ανισόπεδοι κόμβοι
 BII : $V_{επιτ} \leq 90 \text{ km/h}$
 ανισόπεδοι κόμβοι

Υπόμνημα
 Λαρίδα κυκλοφορίας
 Λαρίδα καθοδήγησης
 Σταθεροποιημένο έρεισμα

π πλάτος μη σταθεροποιημένου ερείσματος
 κ πλάτος εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης
 ν πλάτος κεντρικής νησίδας
 ν* πλάτος στηθαίου

Σημείωση :
 Τα πλάτη π, κ, ν, ν* δίνονται στο Παράρτημα Ι ανάλογα με την κατηγορία της διατομής και το είδος της κεντρικής νησίδας

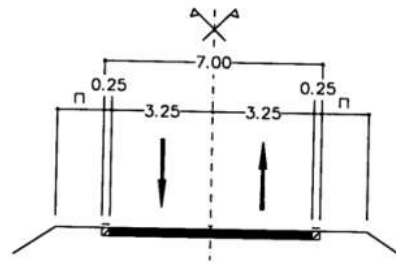


Σχήμα 3-5: Τυπική διατομή «β4νσ»

Πηγή: (ΟΜΟΕ-Δ, 2001)

δ 2

Κατηγορία οδού
 AIII, AIV : $V_{επιτ} \leq 80 \text{ km/h}$
 ισόπεδοι κόμβοι
 BIII : $V_{επιτ} \leq 70 \text{ km/h}$
 ισόπεδοι κόμβοι
 BIV : $V_{επιτ} \leq 60 \text{ km/h}$
 ισόπεδοι κόμβοι



Σχήμα 3-6: Τυπική διατομή «δ2»

Πηγή: (ΟΜΟΕ-Δ, 2001)

Τόσο οι κλάδοι πρόσβασης όσο και ο δακτύλιος κυκλοφορίας σχεδιάστηκαν με σταθερή επίκλιση 2,5% προς την εξωτερική πλευρά. Η οδοστρώση τόσο του δακτυλίου κίνησης όσο και των κλάδων πρόσβασης είναι μονοκλινής και αποτελείται από 5 εκατοστά ασφαλτικής στρώσης κυκλοφορίας, 5 εκατοστά ασφαλτικής στρώσης βάσης, 2 στρώσεις βάσης, πάχους 10 εκατοστών έκαστη και 2 στρώσεις υπόβασης, πάχους 10 εκατοστών έκαστη.

Στο πλαίσιο σχεδιασμού σε επίπεδο προμελέτης, διαμορφώθηκαν οι κατάλληλες τυπικές διατομές για την επαρκή περιγραφή της προτεινόμενης διάταξης και έπειτα από επεξεργασία, παρήχθησε το παραδοτέο σχέδιο «Τυπικές Διατομές» σε κλίμακα 1:100, το οποίο επισυνάπτεται στην πλήρη του μορφή στο Παράρτημα Παραδοτέων Σχεδίων.

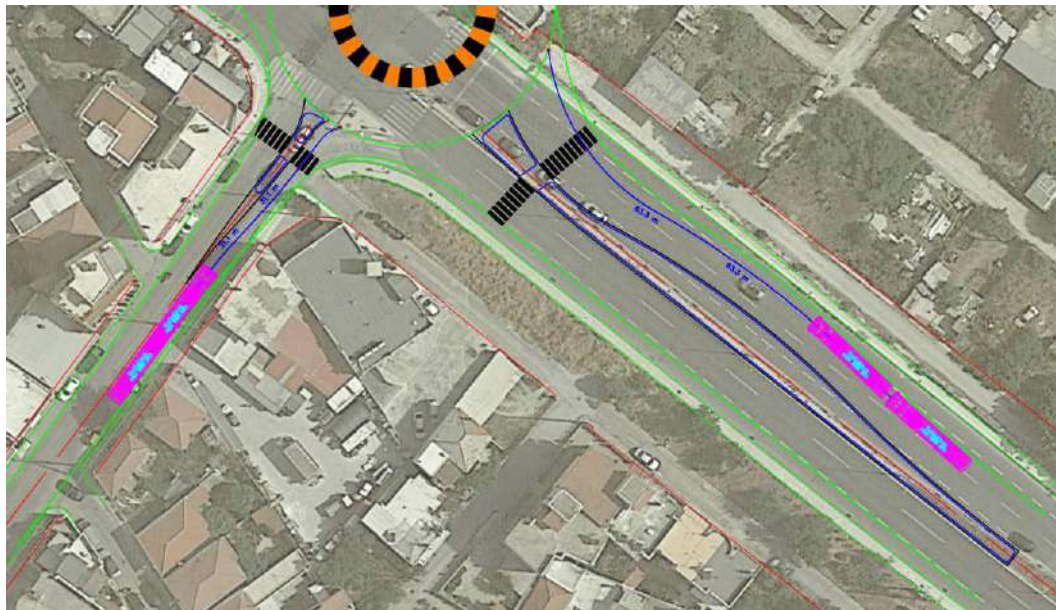
3.4.15 Ορατότητα

Η γεωμετρία κάθε κυκλικού κόμβου πρέπει να καθιστά δυνατό στους οδηγούς να μπορούν οποιαδήποτε στιγμή να αναγνωρίζουν τι ακολουθεί στην πορεία τους, ώστε να αποφασίσουν έγκαιρα για τον κατάλληλο χειρισμό που θα πραγματοποιήσουν ή και για πιθανή στάση. Πιο συγκεκριμένα, απαιτείται επαρκής απόσταση ορατότητας για τους οδηγούς ώστε να καλύπτεται ο απαιτούμενος χρόνος αντίληψης για στάση, με σημεία ιδιαίτερης προσοχής κατά την προσέγγιση στον κόμβο, επί του δακτυλίου και κατά την προσέγγιση στις πεζοδιαβάσεις των εξόδων. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας για την απαιτούμενη απόσταση ορατότητας ανάλογα με την ταχύτητα κίνησης των οχημάτων, με παραμέτρους το χρόνο αντίληψης-αντίδρασης ίσο με 2,5s και επιβράδυνση 3,4m/s², σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

Πίνακας 3-5: Απόσταση ορατότητας ανάλογα με ταχύτητα κίνησης
Πηγή: (ΟΜΟΕ-Κ3, 2011)

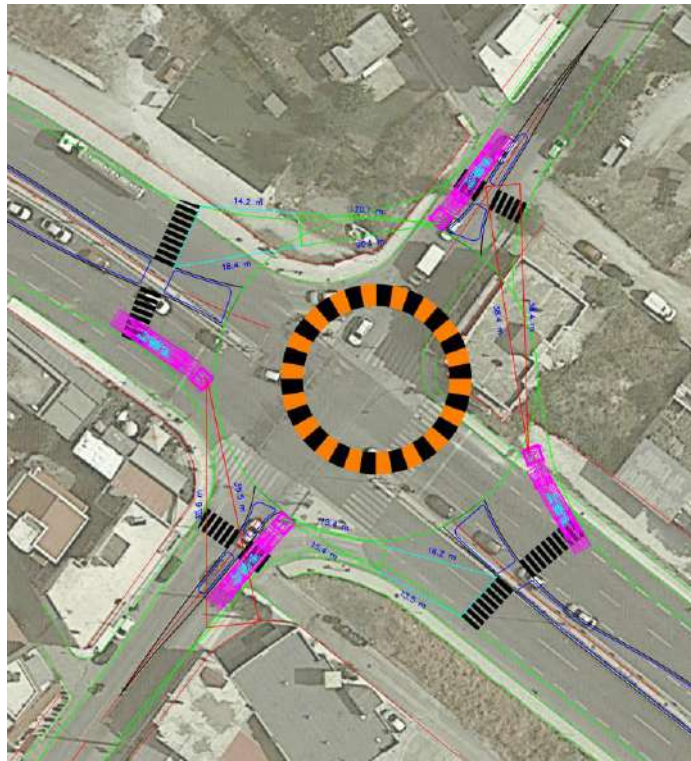
Ταχύτητα [km/h]	15	25	30	40	50
Απόσταση Ορατότητας [m]	20	30	40	50	60

- ❖ Το μήκος ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον κυκλικό κόμβο, στο ύψος της διάβασης πεζών και στο ύψος της οριογραμμής του δακτυλίου υπολογίστηκε στα 63,3 μέτρα, με ταχύτητα προσέγγισης τα 50 χλμ/ώρα για τους κλάδους πρόσβασης επί της Περιφερειακής Οδού, ενώ για τους κλάδους επί της Ιωλκού το συγκεκριμένο μήκος ορατότητας υπολογίστηκε στα 31,1 μέτρα, με ταχύτητα προσέγγισης τα 30 χλμ/ώρα.



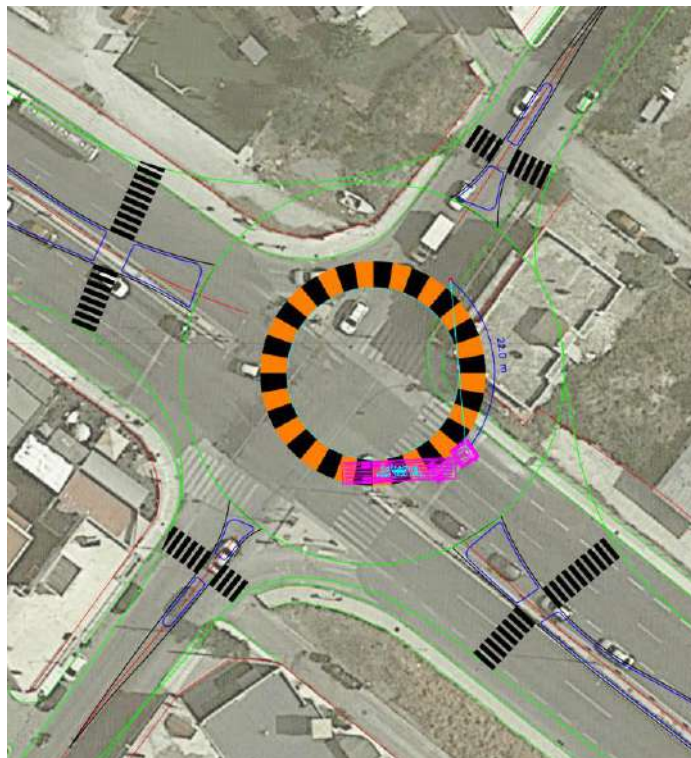
Εικόνα 3-5: Μήκη ορατότητας για στάση κατά την προσέγγιση στον Κ3, μέχρι την πεζοδιάβαση και μέχρι την οριογραμμή εισόδου
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- ❖ Το μήκος ορατότητας για στάση μέχρι τη διάβαση πεζών της πιο κοντινής εξόδου υπολογίστηκε για τον δυτικό κλάδο στα 35,50 μέτρα, για τον ανατολικό κλάδο στα 38,40 μέτρα, για τον νότιο κλάδο στα 31,60 μέτρα και για τον βόρειο κλάδο υπολογίστηκε στα 38,50 μέτρα. Η ταχύτητα προσέγγισης από τον δυτικό κλάδο υπολογίστηκε στα 33 χλμ/ώρα, από τον ανατολικό κλάδο στα 35 χλμ/ώρα, από τον νότιο κλάδο στα 17 χλμ/ώρα και από τον βόρειο κλάδο υπολογίστηκε στα 21 χλμ/ώρα.



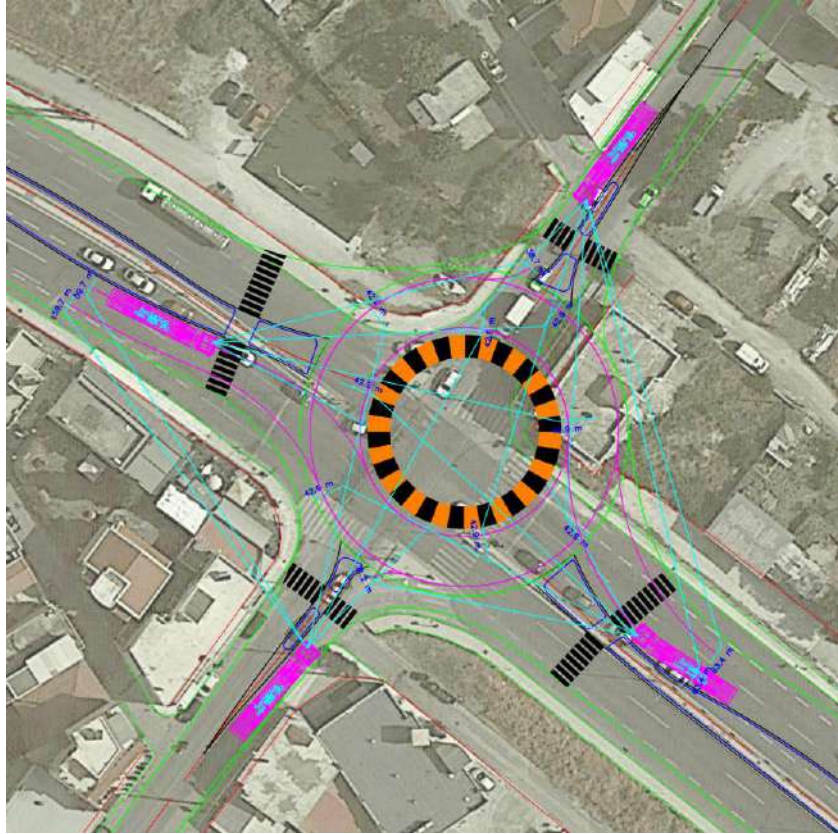
Εικόνα 3-6: Μήκη ορατότητας για στάση μέχρι τη διάβαση πεζών της πλησιέστερης εξόδου
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- ❖ Το μήκος ορατότητας για στάση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας υπολογίστηκε στα 22,0 μέτρα, με ταχύτητα κίνησης επί του δακτυλίου τα 23 χλμ/ώρα.



Εικόνα 3-7: Μήκος ορατότητας για στάση επί του δακτυλίου κυκλοφορίας
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

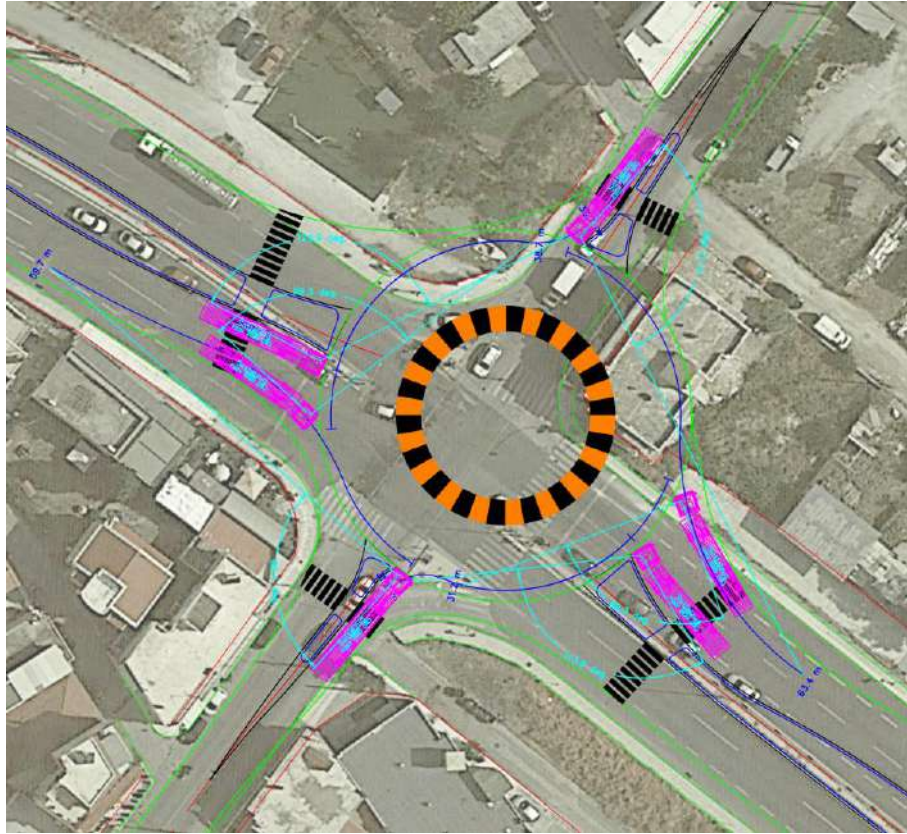
Κατά την είσοδό του στον δακτύλιο κυκλοφορίας, κάθε όχημα πρέπει να έχει πλήρη ορατότητα των κινούμενων οχημάτων με τα οποία υπάρχει πιθανότητα εμπλοκής. Το πεδίο ορατότητας ελεύθερο από εμπόδια παρουσιάζεται με τη μορφή τριγώνων ορατότητας, όπου το εμπόδιο ορίζεται σε ύψος 1 μέτρου, όπως το ύψος οφθαλμών του οδηγού. Τα τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στον δακτύλιο κυκλοφορίας παρουσιάζονται παρακάτω. Όλα τα μήκη φαίνεται πως επαρκούν, με μόνο πιθανό ζήτημα την είσοδο από το νότιο κλάδο, λόγω της παρόδιας δόμησης.



Εικόνα 3-8: Τρίγωνα ορατότητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- ❖ Τέλος, όλες οι γωνίες ορατότητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας υπολογίστηκαν πάνω από το ελάχιστο επιτρεπτό όριο των 75 μοιρών.



Εικόνα 3-9: Γωνία ορατότητας κατά την είσοδο στο δακτύλιο κυκλοφορίας
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

3.4.16 Αισθητική

Η κατασκευή ενός κυκλικού κόμβου συνδέεται τόσο με τη βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών και της οδικής ασφάλειας, όσο και με την αισθητική αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής. Το βασικότερο πλεονέκτημα που προσφέρουν οι κυκλικοί κόμβοι στην αισθητική της γύρω περιοχής είναι η δημιουργία ελεύθερων χώρων για τοπιοτεχνία. Η ύπαρξη τοπιοτεχνίας στην κεντρική νησίδα είναι ικανή να βελτιώσει την συνολική ασφάλεια του κόμβου, εξαναγκάζοντας τη διέλευση με χαμηλές ταχύτητες αλλά και μειώνοντας τη θάμβωση μεταξύ των οχημάτων που κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Στον προτεινόμενο κυκλικό κόμβο, επιλέχθηκε η τοποθέτηση τοπιοτεχνίας σε όλο το μήκος των διαχωριστικών νησίδων και στην κεντρική νησίδα, λαμβάνοντας υπόψη τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας.

3.5 Κυκλοφοριακή σήμανση

Μέσω της σήμανσης, προαναγγέλλεται σε οδηγούς, πεζούς και ποδηλάτες η παρουσία ενός κυκλικού κόμβου, ενώ στη συνέχεια καθοδηγούνται προς τη σωστή πορεία.

3.5.1 Οριζόντια σήμανση

Ιδιαίτερα σημαντική για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία κάθε κυκλικού κόμβου αποτελεί η παρουσία επαρκούς οριζόντιας σήμανσης και συγκεκριμένα, η τοποθέτηση βελών χρήσης λωρίδων ανά προορισμό σε κατάλληλα

σημεία, με στόχο την έγκαιρη ενημέρωση για τους κανόνες χρήσης του κόμβου και η διαμήκης διαγράμμιση διαχωρισμού λωρίδων και κατευθύνσεων κυκλοφορίας, ώστε να αποθαρρύνονται οι οδηγοί σε αλλαγές μεταξύ λωρίδων.

Για τον προτεινόμενο κυκλικό κόμβο, επιλέχθηκαν βελτιωμένες εκδοχές των βελών χρήσης λωρίδων, που υποδεικνύουν το πέρασμα της κεντρικής νησίδας ως προϋπόθεση για στρέφουσα κίνηση. Τα βέλη χρήσης λωρίδων τοποθετήθηκαν σε κάθε κλάδο εισόδου, σε απόσταση 30 μέτρων από την περίμετρο του δακτυλίου κυκλοφορίας και επαναληπτικά σε απόσταση 30 μέτρων από τα προηγούμενα. Σε κάθε κλάδο εισόδου χρησιμοποιήθηκαν οι κατάλληλες εκδοχές βελών, ανάλογα της λωρίδας κίνησης και των επιτρεπόμενων στρεφουσών κινήσεων. Αναλυτικότερα, στον ανατολικό και δυτικό κλάδο, η αριστερή λωρίδα δύναται να χρησιμοποιηθεί για ευθεία κίνηση και αριστερή στροφή, ενώ η δεξιά στρέφουσα εκτελείται μόνο από την δεξιά λωρίδα. Στον νότιο και βόρειο κλάδο επιτρέπονται όλες οι στρέφουσες κινήσεις. Επιπρόσθετα, τοποθετούνται απλά βέλη κίνησης στις λωρίδες του δακτυλίου κυκλοφορίας αλλά και στους κλάδους εξόδου από τον κόμβο. Όλα τα βέλη κίνησης κατασκευάζονται πάνω στο οδόστρωμα με μήκος 5 μέτρα, από ανακλαστική βαφή λευκού χρώματος.

Όσον αφορά στην οριζόντια διαγράμμιση, υλοποιείται με ανακλαστική βαφή λευκού χρώματος. Η εξωτερική διαγράμμιση του δακτυλίου κίνησης πραγματοποιείται με διακεκομμένη γραμμή πάχους 25 εκατοστών, με αναλογία γραμμής-κενού 1,50:1,50 μέτρα. Η εσωτερική διαχωριστική διαγράμμιση του δακτυλίου είναι πάχους 12 εκατοστών, με αναλογία γραμμής-κενού 1,50:1,50 μέτρα. Τέλος, σε όλο το μήκος των σκελών πρόσβασης, στα άκρα του οδοστρώματος και εκατέρωθεν των διαχωριστικών νησίδων, προβλέπεται συνεχής διαγράμμιση οριοθέτησης πάχους 12 εκατοστών. Επί της Ιωλκού ο διαχωρισμός της κυκλοφορίας των σκελών γίνεται με συνεχή διαγράμμιση πάχους 12 εκατοστών, καθώς απαγορεύεται η προσπέραση πλησίον του κόμβου, ενώ διακόπτεται σε συγκεκριμένα σημεία συμβολής με κάθετες οδούς. Επί της Περιφερειακής Οδού, ο διαχωρισμός των λωρίδων γίνεται με διακεκομμένη διαγράμμιση πάχους 12 εκατοστών και αναλογίας γραμμής-κενού 3,0:3,0 μέτρα, καθώς επιτρέπεται η προσπέραση σε συγκεκριμένη απόσταση από τον κόμβο, ενώ γίνεται συνεχής και απαγορεύει την προσπέραση πλησίον αυτού, σε απόσταση περί των 30 μέτρων.

3.5.2 Κατακόρυφη σήμανση

Η κατακόρυφη σήμανση ενός κυκλικού κόμβου αποτελείται από ρυθμιστικές πινακίδες του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (ΚΟΚ) και πληροφοριακές πινακίδες για τις πορείες ανά προορισμό. Στην περίπτωση σημαντικών αρτηριών με περισσότερες από 2 λωρίδες ανά κατεύθυνση, μετά από πινακίδα προαναγγελίας του κυκλικού κόμβου, συνίσταται εγκατάσταση κατακόρυφης σήμανσης χρήσης λωρίδων σε πρόβολο ή σε παράπλευρες πινακίδες, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Κ3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

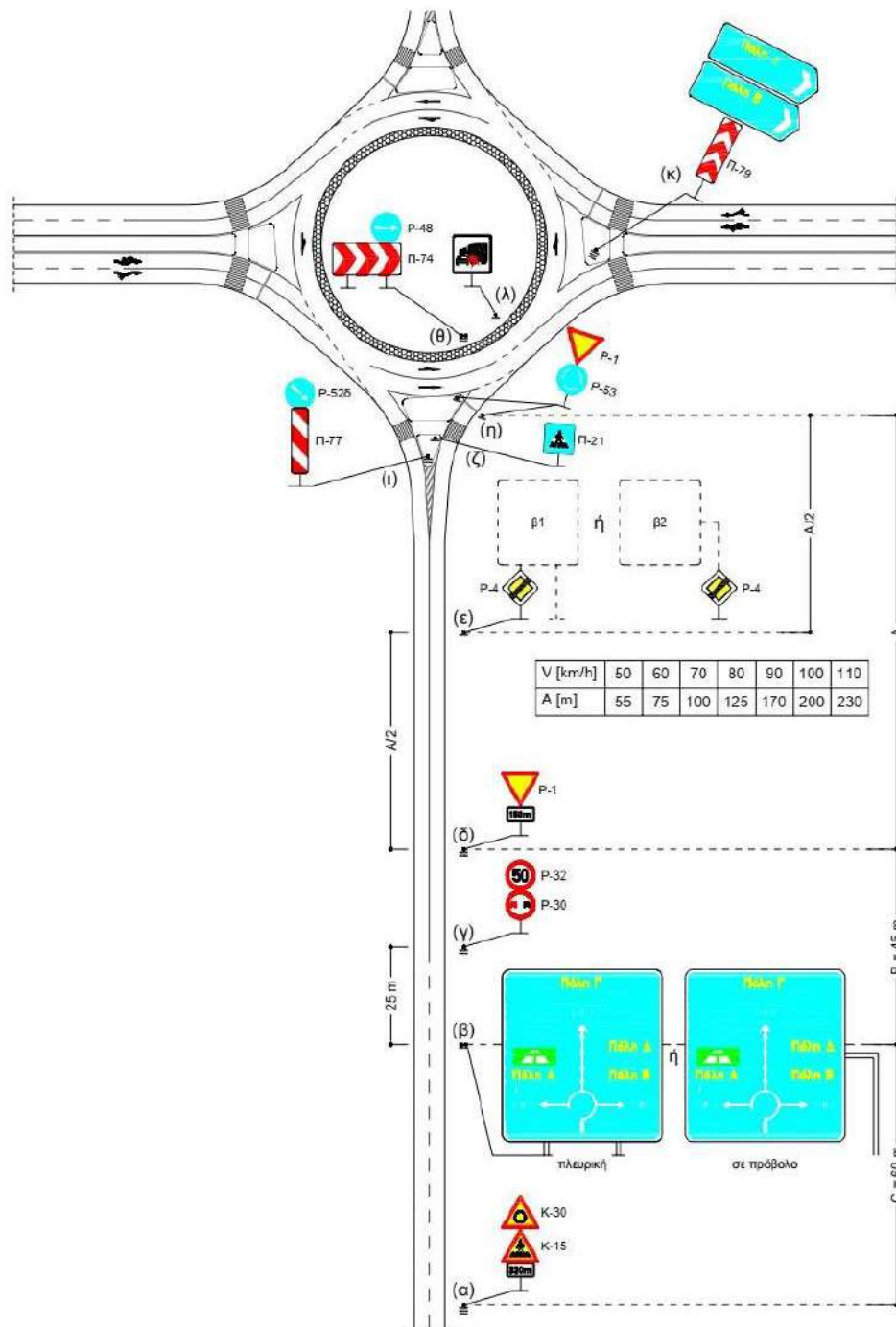
Το βασικό χρώμα του υποβάθρου των πληροφοριακών πινακίδων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές για την πληροφοριακή σήμανση του Εθνικού και επαρχιακού οδικού δικτύου είναι μπλε. Οι Ελληνικοί χαρακτήρες είναι κίτρινου χρώματος. Τα βέλη, οι λατινικοί χαρακτήρες και τα περιθώρια των πινακίδων είναι λευκά. Τα γραφικά σύμβολα εμφανίζονται σε λευκά ένθετα υπόβαθρα σύμφωνα με τις «Προδιαγραφές και Οδηγίες Κατακόρυφης Σήμανσης Αυτοκινητοδρόμων» και τις «Τεχνικές Οδηγίες Κατακόρυφης Σήμανσης Τυπικού Οδικού Δικτύου». Για την αναγραφή των Ελληνικών τοπωνυμίων με Λατινικούς χαρακτήρες ισχύει το πρότυπο ΕΛΟΤ 743.

Πινακίδες που τοποθετούνται πάνω σε πεζοδρόμια πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 2,25 μέτρα από την επιφάνειά του. Σε περίπτωση που οι πινακίδες αυτές εισέρχονται ελάχιστα στον κυκλοφοριακό χώρο των πεζών, είναι δυνατή η μείωση της αποστάσεως αυτής σε 2,0 μέτρα. Από το όριο του χώρου κυκλοφορίας μέχρι το πλησιέστερο σ' αυτό άκρο των πληροφοριακών πινακίδων πρέπει να τηρείται κατά κανόνα μια απόσταση τουλάχιστον 1,50 μέτρα. Σε συνθήκες περιορισμένου χώρου, επιτρέπεται η μείωση της ελάχιστης αυτής απόστασης σε 1,0 μέτρα.

Οι πληροφοριακές πινακίδες είναι πλήρως αντανακλαστικές σύμφωνα με τις «Τεχνικές Οδηγίες Κατακόρυφης Σήμανσης Τυπικού Οδικού Δικτύου» που συνοδεύουν την Εγκύκλιο (1/92) και τις ισχύουσες εγκεκριμένες Τεχνικές Προδιαγραφές Σήμανσης του ΥΠΕΧΩΔΕ. Οι πληροφοριακές πινακίδες θα έχουν αντανακλαστική γραφή και αντανακλαστικό υπόβαθρο ενώ τα μελανά σύμβολα προβλέπονται μη αντανακλαστικά. Προτείνεται η χρήση αντανακλαστικών μεμβρανών τύπου Π (υψηλής αντανακλαστικότητας σύμφωνα με προδιαγραφή Σ-311 Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.).

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, σχεδιάστηκαν 4 πληροφοριακές πινακίδες αναγγελίας δυνατών κατευθύνσεων, σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές ΟΜΟΕ-ΚΣΟ (Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2022). Οι συγκεκριμένες πινακίδες διαμορφώθηκαν με ύψος γραμμάτων 105 χιλιοστά για την οδό Ιωλκού και με ύψος 126 χιλιοστά για την Περιφερειακή Οδό και στη συνέχεια διαστασιολογήθηκαν ώστε να συμπεριληφθούν στην τελική προμέτρηση εργασιών.

Στον κυκλικό κόμβο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η τοποθέτηση της κατακόρυφης σήμανσης πραγματοποιήθηκε με βάση το παρακάτω σχήμα. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν κατά περίπτωση επιπλέον ρυθμιστικές πινακίδες και πινακίδες αναγγελίας κινδύνου, για τη ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων που εισέρχονται ή εξέρχονται από τον κόμβο, καθώς και την έγκαιρη προειδοποίηση των οδηγών επί της Περιφερειακής Οδού για την ύπαρξη διάβασης πεζών.



Σχήμα 3-7: Κατακόρυφη σήμανση σε προσβάσεις K3, 1 ή 2 λωρίδων
Πηγή: (ΟΜΟΕ-K3, 2011)

3.6 Οριζοντιογραφία

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα προαναφερθέντα γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός κυκλικού κόμβου, διαμορφώθηκε η τελική οριζοντιογραφία της προτεινόμενης διάταξης με τη χρήση των λογισμικών Autodesk AutoCAD 2024 και Anadelta Tessera. Στο πλαίσιο εκπόνησης σχεδιασμού σε στάδιο προμελέτης, αφού διαμορφώθηκε η τελική οριζοντιογραφία, επεξεργάστηκε επαρκώς και παρήχθησαν τα ακόλουθα 2 παραδοτέα σχέδια, τα οποία επισυνάπτονται στην πλήρη τους μορφή στο *Παράρτημα Παραδοτέων Σχεδίων*.

- «Οριζοντιογραφία Διαμόρφωσης», κλίμακα 1:500
- «Οριζοντιογραφία Σήμανσης», κλίμακα 1:500



Εικόνα 3-10:Οριζοντιογραφία σήμανσης προτεινόμενου Κ3
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Αρχικά, παρατηρείται σημαντική βελτίωση της αισθητικής της μελετώμενης περιοχής με την τοποθέτηση τοποτεχνίας στις διαχωριστικές νησίδες και στην κεντρική νησίδα, αλλά και χαμηλής βλάστησης στις προτεινόμενες ζώνες φύτευσης επί των διαπλατυσμένων πεζοδρομίων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι με την προτεινόμενη διαμόρφωση, τα πεζοδρόμια της περιοχής μελέτης καθίστανται πλήρως προσβάσιμα σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές ΦΕΚ 6213/Β/07-12-22 (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2022), λαμβάνοντας υπόψη το ελάχιστο απαιτούμενο ελεύθερο πλάτος όδευσης πεζών, την διαμόρφωση οδηγού όδευσης τυφλών εντός του ελεύθερου πλάτους και την εγκατάσταση ραμπών ΑμεΑ στα σημεία των πεζοδιαβάσεων, για την άνετη και ασφαλή εγκάρσια

διάσχιση του οδοστρώματος από όλα τα άτομα, εμποδιζόμενα και μη. Παρόλο που οι ροές πεζών στη συγκεκριμένη περιοχή δε θεωρούνται σημαντικές, κατέστη προσπάθεια για τη δημιουργία μίας πλήρως προσβάσιμης διαδρομής περιμετρικά του κόμβου, τουλάχιστον από τη μία πλευρά της οδού, όπου τα διαθέσιμα πλάτη δεν επαρκούν.

Η αναδιαμόρφωση τμήματος της οδού Ιωλκού σε μήκος περί των 100 μέτρων για την ορθή συναρμογή της με την προτεινόμενη κυκλική διάταξη, περιλαμβάνει ελαφρώς μετατόπιση του υφιστάμενου άξονα, με στόχο την δημιουργία πλήρως προσβάσιμων πεζοδρομίων στη μία πλευρά, ενώ στην απέναντι πλευρά, διαμόρφωση παράλληλων στην κίνηση των οχημάτων θέσεων στάθμευσης σε εσοχή, για την καλύτερη εξυπηρέτηση των κατοίκων και των παρόδιων χρήσεων γης.

Με την τοποθέτηση επαρκούς οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης, επιτυγχάνεται η έγκαιρη και έγκυρη ενημέρωση των οδηγών για μείωση ταχύτητας πλησιάζοντας τον κόμβο στα 30 χλμ/ώρα για την οδό Ιωλκού και στα 50 χλμ/ώρα για την Περιφερειακή Οδό και παραχώρηση προτεραιότητας τόσο στις πεζοδιαβάσεις πλησίον αυτού όσο και στους κινούμενους επί του δακτυλίου. Τέλος, προβλέπεται η απαγόρευση στάσης και στάθμευσης σε όλους τους κλάδους πρόσβασης του κόμβου.

3.7 Λειτουργική ανάλυση

Συνδυαστικά με την απόφαση για υλοποίηση ενός κυκλικού κόμβου, επιβεβλημένη είναι η ανάγκη λεπτομερούς εκτίμησης της απόδοσης σε επίπεδο λειτουργίας, η εκτίμηση δηλαδή της Στάθμης Εξυπηρέτησης. Είναι σημαντικό επίσης, η λειτουργικότητα του εκάστοτε κυκλικού κόμβου να παρακολουθείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να εξετάζεται η πιθανή ανάγκη επιπρόσθετων αλλαγών, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011).

Για μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με τις υπάρχουσες συνθήκες της μελετώμενης διασταύρωσης, πραγματοποιήθηκαν κυκλοφοριακές μετρήσεις στρεφουσών κινήσεων και σύνθεσης της κυκλοφορίας, στις 29 Δεκεμβρίου 2023 κατά την πρωινή και μεσημεριανή ώρα αιχμής (09:00-11:00 και 13:00-15:00 αντίστοιχα), με τη χρήση καταγραφικού εξοπλισμού (action-cam υψηλής ανάλυσης τοποθετημένη πάνω σε τηλεσκοπικό τρίποδο σε ύψος άνω των 4 μέτρων) *Παράρτημα Κυκλοφοριακής Ανάλυσης*. Έπειτα από την καταγραφή και την ανάλυση σε στρέφουσες κινήσεις, το σύνολο του κυκλοφοριακού φόρτου μετατράπηκε σε Μονάδες Επιβατικών Αυτοκινήτων (ΜΕΑ) σύμφωνα με τους συντελεστές του ΥΠΕΧΩΔΕ. Εν συνεχεία, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία υπολογισμού της χωρητικότητας εισόδου, του λόγου του εξυπηρετούμενου φόρτου προς τη χωρητικότητα, των συνολικών καθυστερήσεων και του μήκους ουράς για το 95% των περιπτώσεων, όπως δίνεται από τις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011). Για την υλοποίηση των παραπάνω αναλύσεων, δημιουργήθηκε μοντέλο ανάλυσης σε φύλλο Excel για απλοποιημένη περίπτωση τετρασκελούς κυκλικού κόμβου 1 λωρίδας ανά κατεύθυνση και 1 λωρίδας κίνησης επί του δακτυλίου, όπου εφαρμόστηκαν οι μισοί από τους μετρούμενους φόρτους στις στρέφουσες κινήσεις. Τα αποτελέσματα της λειτουργικής ανάλυσης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3-6: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα κυκλοφοριακής ανάλυσης κόμβου
 Πηγή: Ιδία επεξεργασία

	ΔΥΤΙΚΟΣ ΚΛΑΔΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΚΛΑΔΟΣ	ΒΟΡΕΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ
Φόρτοι εισόδου v (ΜΕΑ/h)	583	441	519	484
Χωρητικότητα εισόδου c (ΜΕΑ/h)	742	624	657	676
Λόγος $x=v/c$	0,79	0,71	0,79	0,72
Καθυστερήση ανά πρόσβαση (s/οχ)	22,8	20,2	23,9	18,3
Ουρά για το 95% των περιπτώσεων (οχ)	5	4	5	4
Σταθμισμένη καθυστέρηση κόμβου (s/οχ)	21,4			
Στάθμη εξυπηρέτησης	C			

Η προβλεπόμενη στάθμη εξυπηρέτησης υπολογίστηκε στο μέσο της κατηγορίας Γ. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι οι πρωτογενείς μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ώρες αιχμής, αλλά και εντός της εορταστικής περιόδου των Χριστουγέννων. Δεδομένου ότι τα κυκλοφοριακά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν ως βάση δεδομένων αποτυπώνουν μια ιδιαίτερα δυσμενή κατάσταση όσον αφορά στην φόρτιση του μελετώμενου κόμβου, το αποτέλεσμα αυτό παρέχει μια συγκεντρωτική εικόνα της λειτουργικότητάς του, ο οποίος προβλέπεται να είναι ιδιαίτερα αποδοτικός.

3.8 Προμέτρηση και προϋπολογισμός

Στο πλαίσιο προσπάθειας εκπόνησης Προμελέτης Οδοποιίας-Σήμανσης κυκλικού κόμβου, πραγματοποιήθηκε προμέτρηση εργασιών για την προτεινόμενη διαμόρφωση και στη συνέχεια καταρτίστηκε προϋπολογισμός μελέτης, συμπεριλαμβανομένων όλων των προβλεπόμενων προσαυξήσεων (απρόβλεπτα, αναθεώρηση, ΦΠΑ 24%), σύμφωνα με το Περιγραφικό Τιμολόγιο Εργασιών Έργων Οδοποιίας (Υπουργείο Μεταφορών και Υποδομών, 2017).

Πίνακας 3-7: Συνοπτική Προμέτρηση
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

A/A	Περιγραφή Εργασίας	A.T.	Κωδικός Άρθρου	Μον. Μέτρ.	Ποσότητες
	<u>ΟΜΑΔΑ Α: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ</u>				
	ΕΚΣΚΑΦΕΣ				
1	Αποξήλωση ασφαλτοταπής και στρώσεων οδοστρώσας σταθεροποιημένων με τσιμέντο εντός του ορίου των γενικών εκσκαφών.	AT 1	NET ΟΔΟ-ΜΕ Α-2.1	m3	3670
	ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΠΡΑΝΩΝ-ΠΛΗΡΩΣΗ ΝΗΣΙΔΩΝ				
2	Πλήρωση νησίδων με φυτική γη.	AT 2	NET ΟΔΟ-ΜΕ Α-25	m3	1000
	<u>ΟΜΑΔΑ Β: ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ</u>				
	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ				
3	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων και τάφρων πλάτους έως 5,0 m.	AT 3	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-1	m3	440
	ΛΙΘΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ - ΛΙΘΟΔΟΜΕΣ				
4	Λιθόστρωση αρμολογημένη.	AT 4	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-10	m3	90
	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ				
5	Κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15. Κατασκευή ρείθρων, τάφρων κλπ με σκυρόδεμα C12/15, άοπλο.	AT 5	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-29.2.1	m3	170
6	Κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15. Κοιτοστρώσεις, περιβλήματα αγωγών, εξομαλυντικές στρώσεις κλπ από σκυρόδεμα C12/15.	AT 6	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-29.2.2	m3	336
7	Κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20. Κατασκευή ρείθρων, τραπέζοιδή τάφρων, στρώσεων προστασίας στεγάνωσης γεφυρών κλπ με σκυρόδεμα C16/20.	AT 7	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-29.3.1	m3	64
8	Κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 και C25/30. Κατασκευή ρείθρων, επενδεδυμένων τάφρων, διαμορφώσεις πυθμένα κλπ. με σκυρόδεμα C20/25.	AT 8	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-29.4.1	m3	127
	ΚΡΑΣΠΕΔΑ - ΠΛΑΚΟΣΤΡΩΣΕΙΣ				
9	Πρόχυτα κράσπεδα από σκυρόδεμα.	AT 9	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-51	m	2122
10	Πλακοστρώσεις πεζοδρομίων, νησίδων κ.λ.π.	AT 10	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-52	m2	3225
	ΦΡΕΑΤΙΑ- ΒΑΘΜΙΔΩΤΑ ΡΕΙΘΡΑ				
11	Τυποποιημένα φρεάτια αποστράγγισης και αποχέτευσης ομβρίων. Φρεάτιο υδροσυλλογής τύπου Φ1Ν (ΠΚΕ).	AT 11	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-66.1	Τεμ.	19
	ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟΠΟΙΑ				
12	Διαμόρφωση διαβάσεων ΑΜΕΑ σε πεζοδρόμια και νησίδες.	AT 12	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-82	Τεμ.	18
	<u>ΟΜΑΔΑ Γ: ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ</u>				
13	Υπόβαση οδοστρώσας. Υπόβαση οδοστρώσας συμπτωμένου πάχους 0,10 m.	AT 13	NET ΟΔΟ-ΜΕ Γ-1.2	m2	10185
14	Βάση οδοστρώσας. Βάση πάχους 0,10 m (Π.Τ.Π. Ο-155).	AT 14	NET ΟΔΟ-ΜΕ Γ-2.2	m2	13666
	<u>ΟΜΑΔΑ Δ: ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ</u>				
15	Ασφαλτική προεπάλειψη.	AT 15	NET ΟΔΟ-ΜΕ Δ-3	m2	6833
16	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη.	AT 16	NET ΟΔΟ-ΜΕ Δ-4	m2	6833
17	Ασφαλτικές στρώσεις βάσης. Ασφαλτική στρώση βάσης συμπτωμένου πάχους 0,05 m.	AT 17	NET ΟΔΟ-ΜΕ Δ-5.1	m2	13666
18	Ασφαλτικές στρώσεις κυκλοφορίας. Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας συμπτωμένου πάχους 0,05 m με χρήση κοινής ασφάλτου.	AT 18	NET ΟΔΟ-ΜΕ Δ-8.1	m2	6833

	ΟΜΑΔΑ Ε: ΣΗΜΑΝΣΗ -ΑΣΦΑΛΕΙΑ				
19	Πληροφοριακές πινακίδες οδικής σήμανσης. Πλευρικές πληροφοριακές πινακίδες οδικής σήμανσης, πλήρως αντανakλαστικές, με υπόβαθρο τύπου 2 κατά ΕΛΟΤ EN 12899-1. Πλευρικές πληροφοριακές πινακίδες με αναγραφές και σύμβολα από αντανakλαστική μεμβράνη τύπου 2 κατά ΕΛΟΤ EN 12899-1.	ΑΤ 19	NET ΟΔΟ-ΜΕ Ε-8.2.2	m2	27
20	Πινακίδες ρυθμιστικές και ένδειξης επικίνδυνων θέσεων. Πινακίδες επικίνδυνων θέσεων, τριγωνικές, πλευράς 0,90 m.	ΑΤ 20	NET ΟΔΟ-ΜΕ Ε-9.1	Τεμ.	2
21	Πινακίδες ρυθμιστικές και ένδειξης επικίνδυνων θέσεων. Πινακίδες ρυθμιστικές μικρού μεγέθους.	ΑΤ 21	NET ΟΔΟ-ΜΕ Ε-9.3	Τεμ.	18
22	Πινακίδες ρυθμιστικές και ένδειξης επικίνδυνων θέσεων. Πινακίδες ρυθμιστικές μεσαίου μεγέθους.	ΑΤ 22	NET ΟΔΟ-ΜΕ Ε-9.4	Τεμ.	29
23	Στόλοι πινακίδων. Στόλος πινακίδων από γαλβαν. σιδηροσωλήνα DN 40 mm (1 1/2 '').	ΑΤ 23	NET ΟΔΟ-ΜΕ Ε-10.1	Τεμ.	70
24	Διαγράμμιση οδοστρώματος. Διαγράμμιση οδοστρώματος με θερμοπλαστικά ή ψυχροπλαστικά υλικά.	ΑΤ 24	NET ΟΔΟ-ΜΕ Ε-17.2	m2	453

Πίνακας 3-8: Προϋπολογισμός Μελέτης
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Α/Α	Είδος Εργασίας	Κωδικός Αρθρου	Αρ. Τιμ.	Αρθρο Αναθεώρησης	Μον άδα	Ποσό τητα	Τιμή (€)	Δαπάνη	
								Μερική (€)	Ολική (€)
	ΟΜΑΔΑ Α: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ								
	ΕΚΣΚΑΦΕΣ								
1	Αποξήλωση ασφαλοταπιτών και στρώσεων οδοστρώσας σταθεροποιημένων με τσιμέντο εντός του ορίου των γενικών εκσκαφών.	NET ΟΔΟ-ΜΕ Α-2.1	ΑΤ 1	ΟΔΟ 1123.Α 100,00%	m3	3670	3,5	12.845,00	
				Άθροισμα Εργασιών :				12.845,00	12.845,00
	ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΠΡΑΝΩΝ-ΠΑΗΡΩΣΗ ΝΗΣΙΔΩΝ								
2	Πλήρωση νησιδών με φυτική γη.	NET ΟΔΟ-ΜΕ Α-25	ΑΤ 2	ΟΔΟ 1620 100,00%	m3	1000	2,3	2.300,00	
				Άθροισμα Εργασιών :				2.300,00	2.300,00
	ΟΜΑΔΑ Β: ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ								
	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ								
3	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων και τάφρων πλάτους έως 5,0 m.	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-1	ΑΤ 3	ΟΔΟ 2151 100,00%	m3	440	5,9	2.596,00	
				Άθροισμα Εργασιών :				2.596,00	2.596,00
	ΛΙΘΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ - ΛΙΘΟΔΟΜΕΣ								
4	Λιθόστρωση αρμολογημένη.	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-10	ΑΤ 4	ΟΔΟ 2254 100,00%	m3	90	49,3	4.437,00	
				Άθροισμα Εργασιών :				4.437,00	4.437,00
	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ								
5	Κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15. Κατασκευή ρειθρών, τάφρων κλπ με σκυρόδεμα C12/15, άοπλο.	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-29.2.1	ΑΤ 5	ΟΔΟ 2531 100,00%	m3	170	86,5	14.705,00	
6	Κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15. Κοιτοστρώσεις, περιβλήματα αγωγών, εξομαλυντικές στρώσεις κλπ από σκυρόδεμα C12/15.	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-29.2.2	ΑΤ 6	ΟΔΟ 2531 100,00%	m3	336	89,8	30.172,80	
7	Κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20. Κατασκευή ρειθρών, τραπεζοειδών τάφρων, στρώσεων προστασίας στεγάνωσης γεφυρών κλπ με σκυρόδεμα C16/20.	NET ΟΔΟ-ΜΕ Β-29.3.1	ΑΤ 7	ΟΔΟ 2532 100,00%	m3	64	94,2	6.028,80	

8	Κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 και C25/30. Κατασκευή ρείθρων, επενδεδυμένων τάφρων, διαμορφώσεις πυθμένα κλπ. με σκυρόδεμα C20/25.	NET ΟΔΟ- ME B- 29.4.1	AT 8	ΟΔΟ 2522 100,00%	m3	127	104	13.208,00	
				Άθροισμα Εργασιών :				64.114,60	64.114,60
	ΚΡΑΣΠΕΔΑ - ΠΛΑΚΟΣΤΡΩΣΕΙΣ								
9	Πρόχυτα κράσπεδα από σκυρόδεμα.	NET ΟΔΟ- ME B-51	AT 9	ΟΔΟ 2921 100,00%	m	2122	9,6	20.371,20	
10	Πλακοστρώσεις πεζοδρομίων, νησίδων κ.λ.π.	NET ΟΔΟ- ME B-52	AT 10	ΟΔΟ 2922 100,00%	m2	3225	13,8	44.505,00	
				Άθροισμα Εργασιών :				64.876,20	64.876,20
	ΦΡΕΑΤΙΑ- ΒΑΘΜΙΔΩΤΑ ΡΕΙΘΡΑ								
11	Τυποποιημένα φρεάτια αποστράγγισης και αποχέτευσης ομβρίων. Φρεάτιο υδροσυλλογής τύπου Φ1N (ΠΚΕ).	NET ΟΔΟ- ME B-66.1	AT 11	ΟΔΟ 2548 100,00%	Τεμ.	19	438	8.322,00	
				Άθροισμα Εργασιών :				8.322,00	8.322,00
	ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟΠΟΙΑ								
12	Διαμόρφωση διαβάσεων ΑΜΕΑ σε πεζοδρόμια και νησίδες.	NET ΟΔΟ- ME B-82	AT 12	ΟΔΟ 2922 100,00%	Τεμ.	18	115	2.070,00	
				Άθροισμα Εργασιών :		2.070,00	2.070,00		
	ΟΜΑΔΑ Γ: ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ								
13	Υπόβαση οδοστρώσας συμπακνωμένου πάχους 0,10 m.	NET ΟΔΟ- ME Γ-1.2	AT 13	ΟΔΟ 3111.B 100,00%	m2	10185	1,29	13.138,65	
14	Βάση οδοστρώσας. Βάση πάχους 0,10 m (Π.Τ.Π. Ο-155).	NET ΟΔΟ- ME Γ-2.2	AT 14	ΟΔΟ 3211.B 100,00%	m2	13666	1,39	18.995,74	
				Άθροισμα Εργασιών :				32.134,39	32.134,39
	ΟΜΑΔΑ Δ: ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ								
15	Ασφαλτική προεπάλειψη.	NET ΟΔΟ- ME Δ-3	AT 15	ΟΔΟ 4110 100,00%	m2	6833	1,2	8.199,60	
16	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη.	NET ΟΔΟ- ME Δ-4	AT 16	ΟΔΟ 4120 100,00%	m2	6833	0,45	3.074,85	
17	Ασφαλτική στρώση βάσης συμπακνωμένου πάχους 0,05 m.	NET ΟΔΟ- ME Δ-5.1	AT 17	ΟΔΟ 4321.B 100,00%	m2	13666	7,2	98.395,20	
18	Ασφαλτικές στρώσεις κυκλοφορίας. Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας συμπακνωμένου πάχους 0,05 m με χρήση κοινής ασφάλτου.	NET ΟΔΟ- ME Δ-8.1	AT 18	ΟΔΟ 4521.B 100,00%	m2	6833	7,8	53.297,40	
				Άθροισμα Εργασιών :				162.967,05	162.967,05
	ΟΜΑΔΑ Ε: ΣΗΜΑΝΣΗ - ΑΣΦΑΛΕΙΑ								
19	Πληροφοριακές πινακίδες οδικής σήμανσης. Πλευρικές πληροφοριακές πινακίδες οδικής σήμανσης, πλήρως αντανakλαστικές, με υπόβαθρο τύπου 2 κατά ΕΛΟΤ EN 12899-1. Πλευρικές πληροφοριακές πινακίδες με αναγραφές και σύμβολα από αντανakλαστική μεμβράνη τύπου 2 κατά ΕΛΟΤ EN 12899-1.	NET ΟΔΟ- ME E- 8.2.2	AT 19	ΟΙΚ 6541 100,00%	m2	27	133	3.591,00	
20	Πινακίδες ρυθμιστικές και ένδειξης επικίνδυνων θέσεων. Πινακίδες επικίνδυνων θέσεων, τριγωνικές, πλευράς 0,90 m.	NET ΟΔΟ- ME E-9.1	AT 20	ΟΙΚ 6541 100,00%	Τεμ.	2	53,7	107,40	
21	Πινακίδες ρυθμιστικές και ένδειξης επικίνδυνων θέσεων. Πινακίδες ρυθμιστικές μικρού μεγέθους.	NET ΟΔΟ- ME E-9.3	AT 21	ΟΙΚ 6541 100,00%	Τεμ.	18	34,5	621,00	
22	Πινακίδες ρυθμιστικές και ένδειξης επικίνδυνων θέσεων. Πινακίδες ρυθμιστικές μεσαίου μεγέθους.	NET ΟΔΟ- ME E-9.4	AT 22	ΟΙΚ 6541 100,00%	Τεμ.	29	53,7	1.557,30	

23	Στύλοι πινακίδων. Στύλος πινακίδων από γαλβαν. σιδηροσωλήνα DN 40 mm (1 ½ ‘’).	NET ΟΔΟ- ME E-10.1	AT 23	ΟΔΟ 2653 100,00%	Τεμ.	70	31,1	2.177,00	
24	Διαγράμμιση οδοστρώματος. Διαγράμμιση οδοστρώματος με θερμοπλαστικά ή ψυχοπλαστικά υλικά.	NET ΟΔΟ- ME E-17.2	AT 24	ΟΙΚ 7788 100,00%	m2	453	19,7	8.924,10	
				Άθροισμα Εργασιών :				16.977,80	16.977,80

Εργασίες Προϋπολογισμού		373.640,04
Γ.Ε & Ο.Ε (%)	18,00%	67.255,21
Σύνολο :		440.895,25
Απρόβλεπτα (%)	15,00%	66.134,29
Σύνολο :		507.029,54
Ποσό για αναθεωρήσεις		25.349,49
Σύνολο :		532.379,03
Φ.Π.Α. (%)	24,00%	127.770,97
Γενικό Σύνολο :		660.150,00

3.9 Ζητήματα περαιτέρω μελέτης

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κατέστη προσπάθεια σχεδιασμού σε επίπεδο προμελέτης, συμπεριλαμβανομένων της οριζοντιογραφίας διαμόρφωσης και σήμανσης, των διαγραμμάτων μηκοτομών και διατομών. Δεδομένου ότι το μοντέλο εδάφους που χρησιμοποιήθηκε δεν προέκυψε από τοπογραφική μελέτη, αλλά από την υπηρεσία Google Terrain, δίνεται μια ρεαλιστική εικόνα για τις απαιτούμενες διαμορφώσεις και εργασίες, αλλά όχι απολύτως ακριβής.

Για την αποχέτευση των ομβρίων στην περιοχή του κόμβου, χρησιμοποιήθηκαν οι θέσεις των οι υφιστάμενων σχαρών και φρεατίων υδροσυλλογής, μετατοπισμένες σύμφωνα με την προτεινόμενη χάραξη. Επομένως, θεωρήθηκε ότι η προβλεπόμενη διάταξη σε συνδυασμό με την κλίση του εδάφους επαρκούν όσον αφορά στην αποχέτευση των ομβρίων επί του κόμβου και των κλάδων πρόσβασης σε αυτόν.

Τέλος, απαιτείται εξειδικευμένη ηλεκτρομηχανολογική και φωτοτεχνική μελέτη για τον επαρκή ηλεκτροφωτισμό του κόμβου, ώστε να καθίσταται ασφαλής κατά τις νυχτερινές ώρες ή σε συνθήκες μειωμένης ορατότητας.

Παράλληλα, κρίνεται αναγκαίο να γίνει εκτίμηση των κυκλοφοριακών φόρτων στο έτος σχεδιασμού, στο 20^ο δηλαδή έτος από την έναρξη λειτουργίας του κόμβου, καθώς και ο υπολογισμός της Στάθμης Εξυπηρέτησης με βάση τις προβλέψεις αυτές.

4 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, για την παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε εκτενής μελέτη σχετικά με το σύνολο των στοιχείων που χαρακτηρίζουν έναν κυκλικό κόμβο στο πλαίσιο του ορθού γεωμετρικού σχεδιασμού, της βελτίωσης της οδικής ασφάλειας και της αισθητικής αναβάθμισης της υπό μελέτη περιοχής. Η μελέτη αυτή είχε ως αποτέλεσμα την οριζοντιογραφική αποτύπωση προτεινόμενου κυκλικού κόμβου προς αντικατάσταση της υπάρχουσας σηματοδοτούμενης διασταύρωσης της οδού Ιωλκού με την Περιφερειακή Οδό Βόλου, την υψομετρική διαμόρφωσή του δακτυλίου κυκλοφορίας και όλων των κλάδων πρόσβασης με διαγράμματα μηκοτομών, τα οποία ακολουθούν κατά το δυνατό την υφιστάμενη χάραξη, καθώς και τη διαμόρφωση διατομών, με στόχο την πληρέστερη εκπόνηση του μελετώμενου κόμβου. Με γνώμονα την κατ' ελάχιστο επέμβαση στη ρυμοτομία της περιοχής, λήφθηκε δακτύλιος με επαρκή εξωτερική διάμετρο για την άνετη παράλληλη κίνηση βαρέος οχήματος με επιβατικό ΙΧ σε 2 στοίχους. Επιπλέον, επετεύχθη επαρκής ορατότητα, τόσο για την άνετη κίνηση των οχημάτων επί του κόμβου, όσο και για την ασφαλή κίνηση πεζών, ποδηλατιστών και ΑμεΕΑ εγκάρσια του κόμβου, μέσω ισόπεδων διαβάσεων.

Έπειτα από κυκλοφοριακές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην υφιστάμενη διασταύρωση της οδού Ιωλκού με την Περιφερειακή Οδό Βόλου, υπολογίστηκαν οι φόρτοι όλων των στρεφουσών κινήσεων. Στη συνέχεια ακολουθήθηκε η μεθοδολογία υπολογισμού χωρητικότητας, καθυστερήσεων και επιπέδου εξυπηρέτησης για τον προτεινόμενο κυκλικό κόμβο, όπως αυτή δίνεται στις ΟΜΟΕ-K3 (ΥΠΥΜΕΔΙ, 2011). Τα αποτελέσματα της κυκλοφοριακής ανάλυσης που παρουσιάστηκαν στο αντίστοιχο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας και αφορούν σε ιδιαίτερα δυσμενή κατάσταση φόρτισης του οδικού δικτύου, αποδίδουν επίπεδα καθυστερήσεων της τάξης των 20 δευτερολέπτων και συνεπώς ο προβλεπόμενος κόμβος κατατάσσεται στο επίπεδο εξυπηρέτησης Γ, ενώ ο μέγιστος αριθμός οχημάτων σε ουρά φτάνει τα 5 στους κλάδους πρόσβασης επί της Περιφερειακής Οδού.

Κλείνοντας, η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με την απόδοση της οριζοντιογραφικής αποτύπωσης σε φωτορεαλιστικά πλάνα, τα οποία παρουσιάζονται στο *Παράρτημα Φωτορεαλιστικών Πλάνων* ώστε να δοθεί μία πλήρης εικόνα των αποτελεσμάτων της προκείμενης διατριβής.

Βιβλιογραφία

Global Designing Cities Initiative. (2016). *Global Street Design Guide*.

Αντωνίου, Κ., & Σπυροπούλου, Ι. (2015). *Αρχές κυκλοφοριακής τεχνικής και προσομοίωσης*.

Αραβαντίνο, Α. (2007). *Πολοδομικός Σχεδιασμός για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου*.

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. (2018). *Ελάχιστα Παραδοτέα Μελετών Οδικών Έργων*.

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. (2022). *Ειδικές ρυθμίσεις για την εξυπηρέτηση ατόμων με αναπηρία σε κοινόχρηστους χώρους των οικισμών που προορίζονται για την κυκλοφορία πεζών*.

Μουρατίδης, Α. Κ. (2007). *Οδοποιία: Η Κατασκευή των Οδικών Έργων*.

Μουρατίδης, Α. Κ. (2008). *Οδοποιία: Η Διαχείριση των Οδικών Έργων*.

Μουρατίδης, Α. Κ. (2023). *Οδοποιία: Η Διαχείριση των Οδικών Έργων*.

ΥΠΕΧΩΔΕ. (2001). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 1: Λειτουργική Κατάταξη Οδικού Δικτύου*.

ΥΠΕΧΩΔΕ. (2001). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 2: Διατομές*.

ΥΠΕΧΩΔΕ. (2001). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 3: Χαράξεις*.

Υπουργείο Μεταφορών και Υποδομών. (2017). *Κανονισμός Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών*.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (χ.χ.). *Τεχνικές Οδηγίες για τον Σχεδιασμό Αστικών Οδών και υπαίθριων Δημόσιων Χώρων*.

Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. (χ.χ.). *Τεχνικές Οδηγίες "Σχεδιάζοντας για Όλους"*.

Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών. (2022). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 14: Οριζόντια Σήμανση Οδών*.

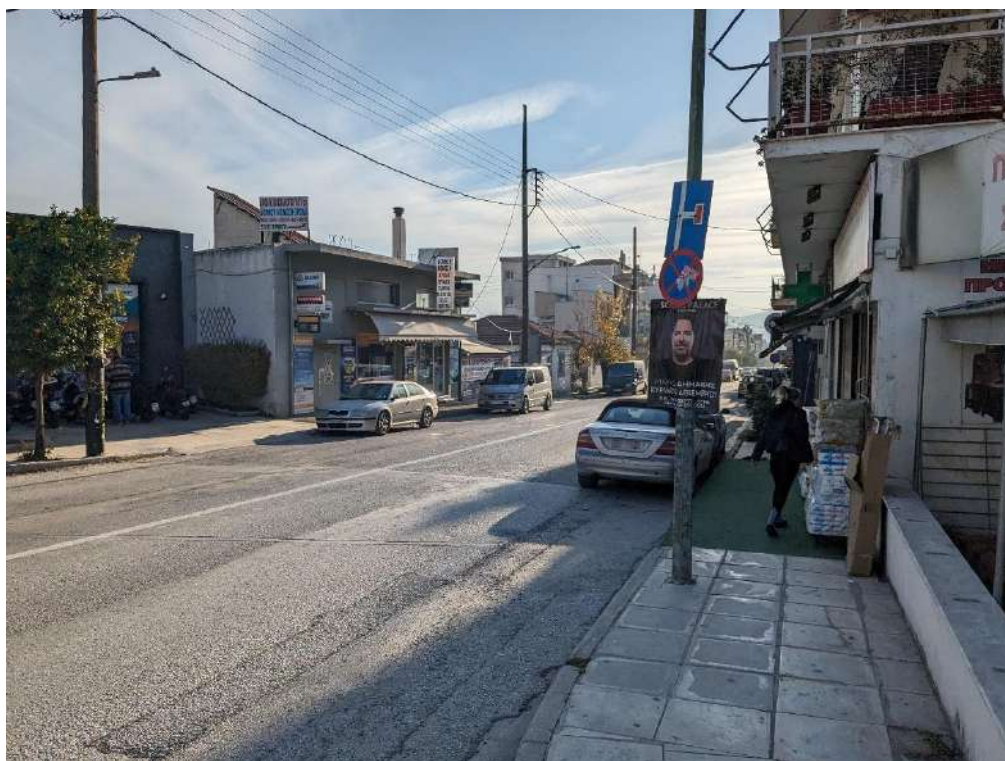
Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών. (2022). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 9: Κατακόρυφη Σήμανση Οδών*.

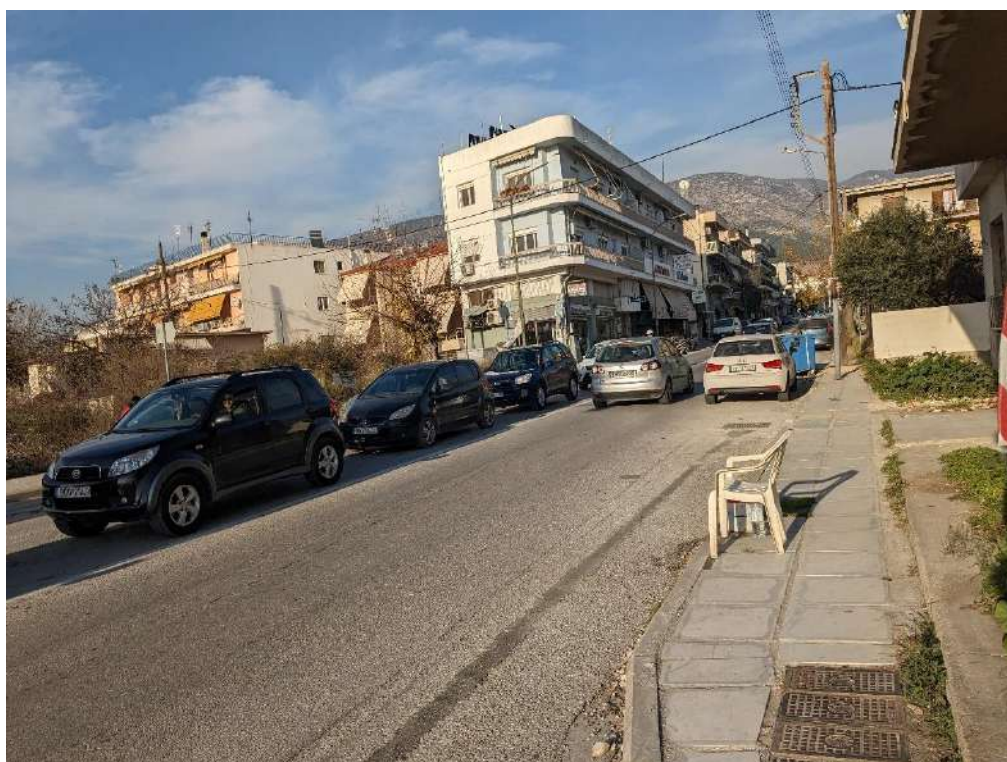
ΥΠΥΜΕΔΙ. (2011). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 10, Μέρος 1: Ισόπεδοι Κόμβοι*.

ΥΠΥΜΕΔΙ. (2011). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 10, Μέρος 2: Κόμβοι Κυκλικής Κίνησης*.

Παράρτημα Εικόνων

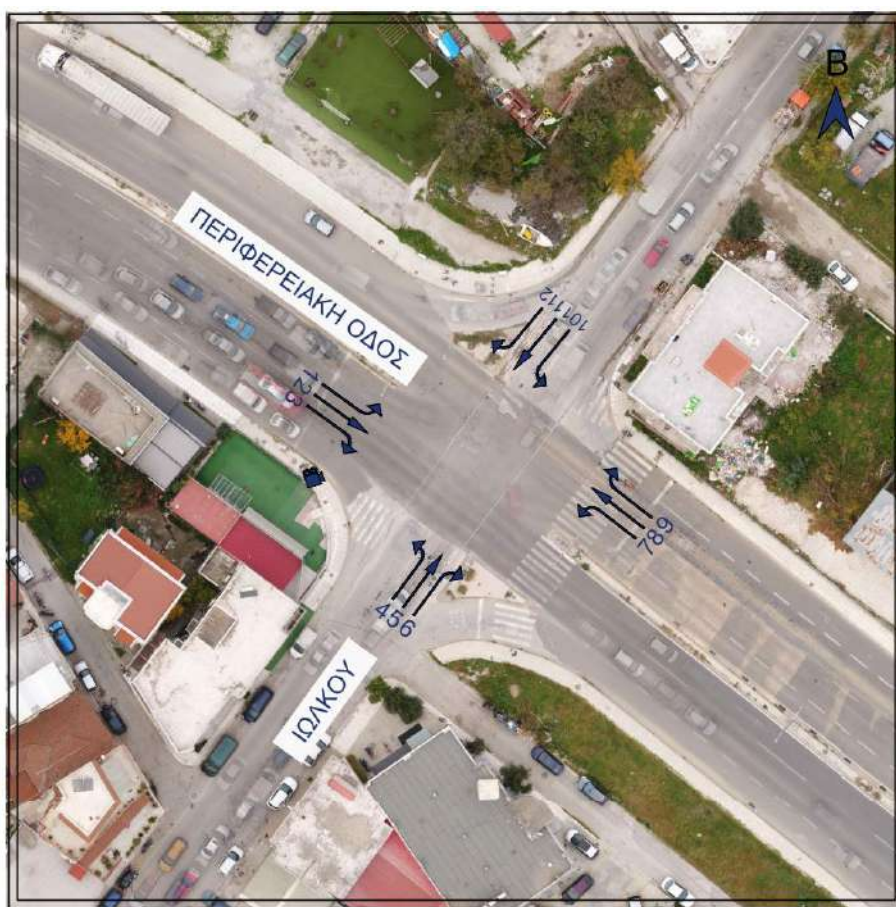
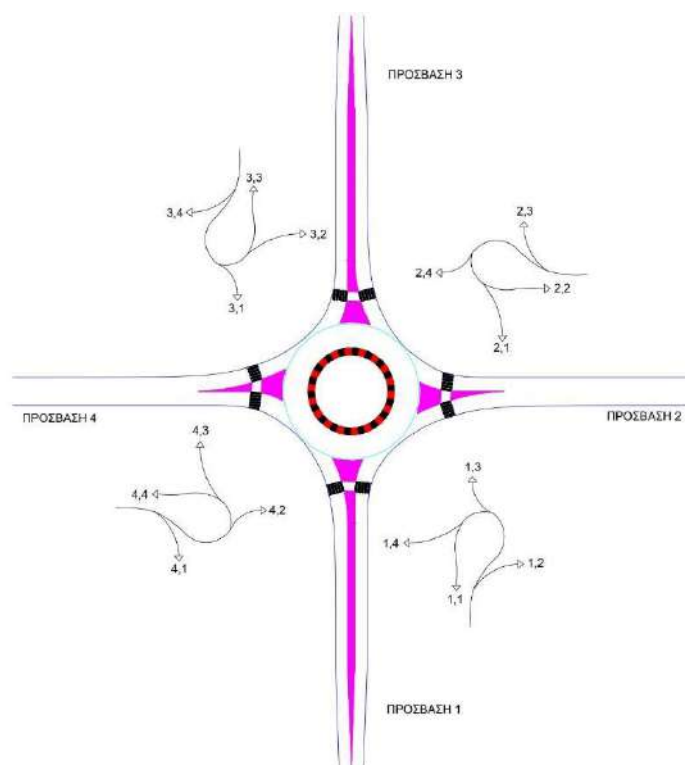
Υφιστάμενη κατάσταση μελετώμενης περιοχής



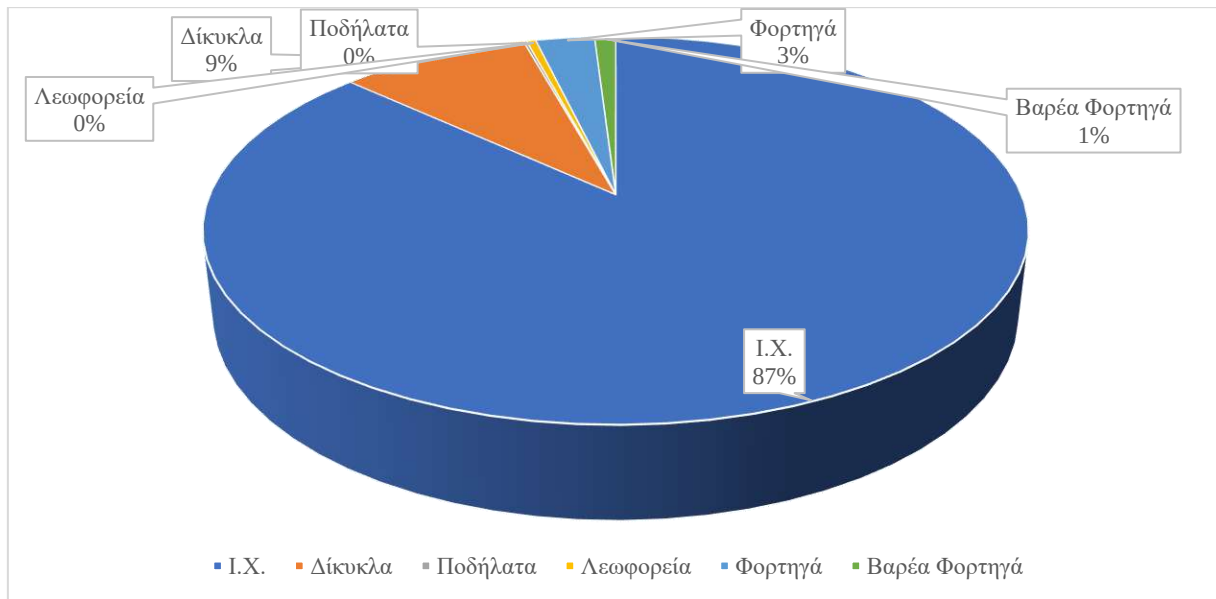




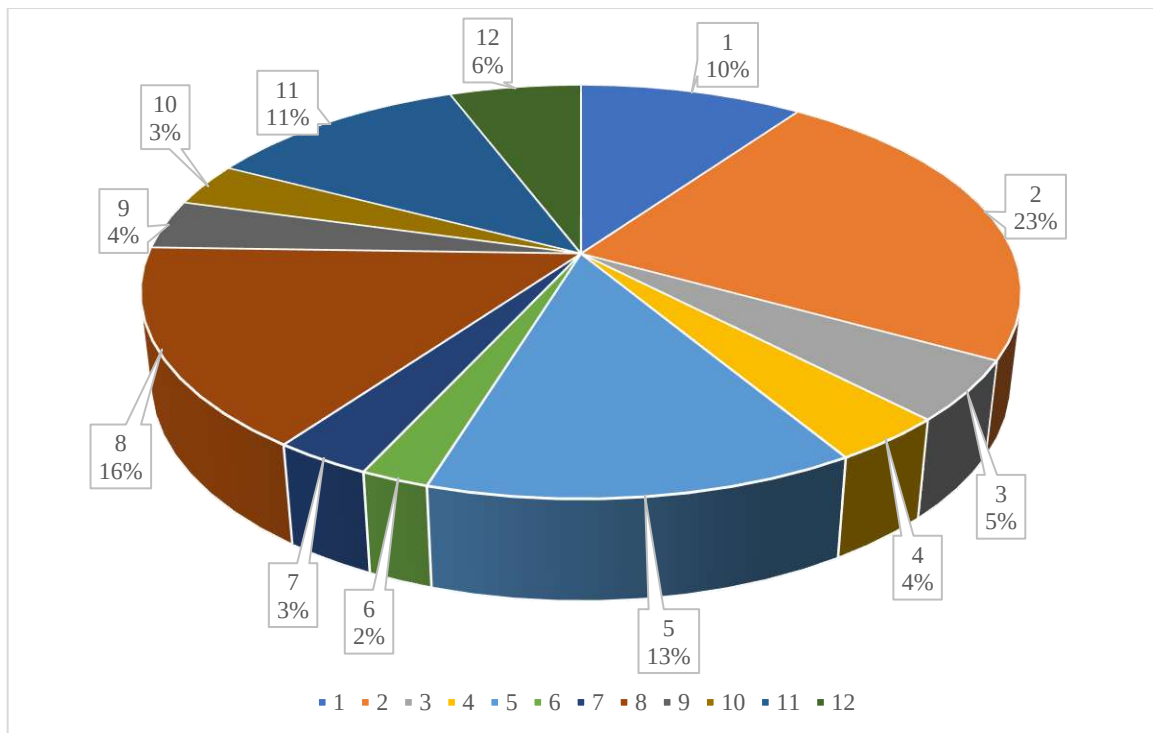
Παράρτημα Κυκλοφοριακής Ανάλυσης



Σύνθεση της κυκλοφορίας του μελετώμενου κόμβου



Ανάλυση στρεφουσών κινήσεων



Τύπος Οχήματος Στρέφουσα Κίνηση	2κυκλα	ΙΧ, Ταξί, Ημιφορτηγά	Λεωφορεία, Φορτηγά	Επικαθήμενα φορτηγά	Φορτηγά ρυμουλκούμενα	Σύνολο
"1"	9	136	0	4	1	150
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	6,0%	90,9%	0,0%	2,4%	0,7%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	5	136	0	7	3	151
"2"	13	320	0	7	6	346
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	3,7%	92,5%	0,1%	2,1%	1,6%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	6	320	1	15	17	359
"3"	9	64	0	1	0	75
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	12,1%	85,3%	0,4%	1,8%	0,4%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	5	64	1	3	1	73
""	0	0	0	0	0	0
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	0	0	0	0	0	0
"4"	9	71	0	4	0	84
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	10,2%	85,0%	0,0%	4,8%	0,0%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	4	71	0	8	0	83
"5"	58	249	5	9	1	322
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	18,0%	77,3%	1,6%	2,8%	0,3%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	29	249	10	18	3	309
"6"	7	41	1	2	0	51
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	13,9%	81,2%	1,0%	4,0%	0,0%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	4	41	1	4	0	50
""	0	0	0	0	0	0
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	0	0	0	0	0	0
"7"	3	66	0	2	0	71
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	4,3%	92,9%	0,0%	2,8%	0,0%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	2	66	0	4	0	71
"8"	15	289	1	16	10	330
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	4,4%	87,6%	0,3%	4,7%	3,0%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	7	289	2	31	30	359
"9"	8	76	0	4	1	88
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	9,1%	86,4%	0,0%	4,0%	0,6%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	4	76	0	7	2	89
""	0	0	0	0	0	0
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	0	0	0	0	0	0
"10"	9	71	0	4	1	84
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	10,8%	84,4%	0,0%	4,2%	0,6%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	5	71	0	7	2	84
"11"	39	234	3	4	0	279
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	13,8%	83,9%	1,1%	1,3%	0,0%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	19	234	6	7	0	266
"12"	12	115	1	5	1	133
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	9,0%	86,1%	0,4%	3,8%	0,8%	100,0%
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	6	115	1	10	3	135
""	0	0	0	0	0	0
% ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΜΕΑ/h	0	0	0	0	0	0

Εξίσωση 4.1-4: $v_{e,NB,pce} = v_{NBU,pce} + v_{NBL,pce} + v_{NBT,pce} + v_{NBR,pce}$ [MEA/h]

$V_{e,1} =$	583	MEA/h	571	ογ/h
$V_{e,2} =$	441	MEA/h	456	ογ/h
$V_{e,3} =$	519	MEA/h	489	ογ/h
$V_{e,4} =$	484	MEA/h	496	ογ/h

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

$V_{c,1} =$	421	MEA/h	433	ογ/h
$V_{c,2} =$	594	MEA/h	580	ογ/h
$V_{c,3} =$	543	MEA/h	555	ογ/h
$V_{c,4} =$	514	MEA/h	414	ογ/h

Εξίσωση 4.1-6: $v_{ex,NB,pce} = v_{NBU,pce} + v_{WBL,pce} + v_{SBT,pce} + v_{EBR,pce}$ [MEA/h]

$V_{ex,1} =$	492	MEA/h
$V_{ex,2} =$	548	MEA/h
$V_{ex,3} =$	577	MEA/h
$V_{ex,4} =$	410	MEA/h

Εξίσωση 4.2-2: $C_{e,pce} = 1130 * e^{(-1*0,001*V_{c,pce})}$

$C_{e,1} =$	742	MEA/h	733	ογ/h
$C_{e,2} =$	624	MEA/h	633	ογ/h
$C_{e,3} =$	657	MEA/h	649	ογ/h
$C_{e,4} =$	676	MEA/h	747	ογ/h

Εξίσωση 4.2-6: $X = V / C$

$X_1 =$	0,79
$X_2 =$	0,71
$X_3 =$	0,79
$X_4 =$	0,72

Εξίσωση 4.3-1: $d = 3600/c + 900 * T * [x - 1 + \sqrt{(x-1)^2 + (3600*x/c)/450*T}] + 5 * \min[x,1]$

$d_1 =$	22,8	s/ογ
$d_2 =$	20,2	s/ογ
$d_3 =$	23,9	s/ογ
$d_4 =$	18,3	s/ογ

Εξίσωση 4.3-2: $d_{κόμβου} = (\sum d_i * v_i) / (\sum v_i)$

$d_{κόμβου} =$	21,4	s/ογ
----------------	------	------



Επίπεδο εξυπηρέτησης: C

Εξίσωση 4.3-3: $Q_{95} = 900 * T * [x - 1 + \sqrt{(1-x)^2 + (3600*x/c)/150*T}] * c/360$

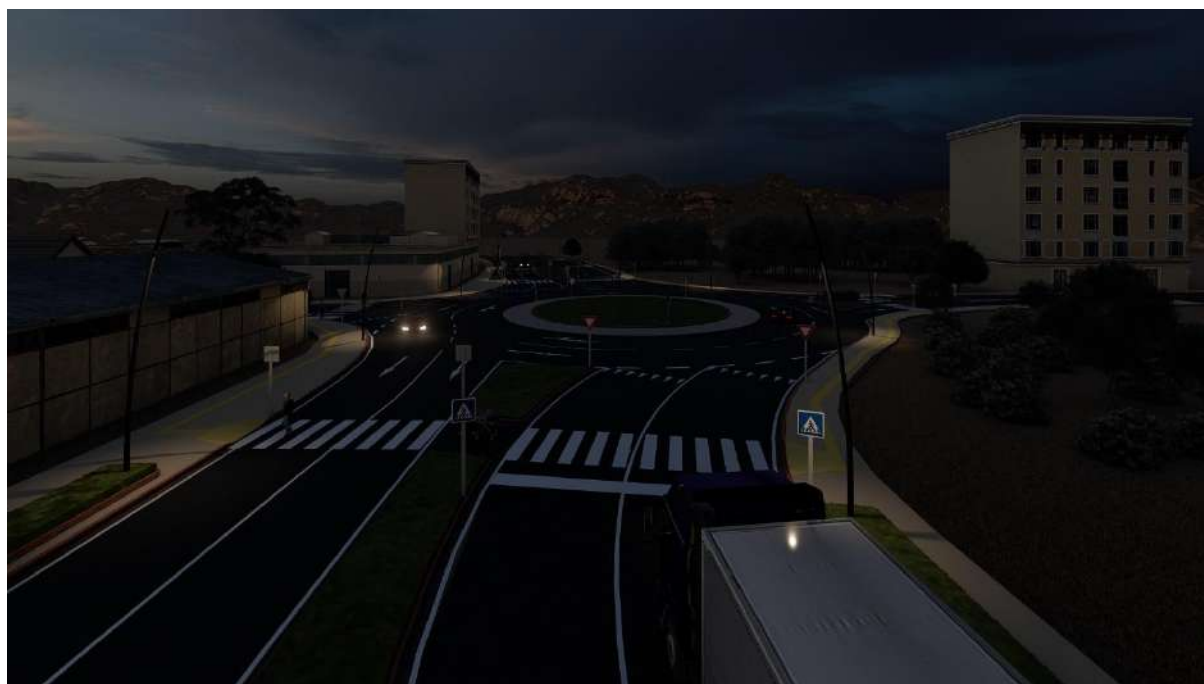
$Q_{95,1} =$	5	οχήματα
$Q_{95,2} =$	4	οχήματα
$Q_{95,3} =$	5	οχήματα
$Q_{95,4} =$	4	οχήματα

Παράρτημα Φωτορεαλιστικών Πλάνων











Παράρτημα Παραδοτέων Σχεδίων



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΗ ΟΔΟΥ

ΑΞΟΝΑΣ ΟΔΟΥ

ΡΕΙΘΡΟ

ΚΡΑΣΠΕΔΟ

ΚΡΑΣΠΕΔΟ ΒΥΘΙΣΜΕΝΟ

ΖΑΡΤΙΝΙΕΡΑ

ΑΣΦΑΛΤΟΣ

ΠΛΑΚΑ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟΥ

ΠΛΑΚΑ ΟΔΕΥΣΗΣ ΤΥΦΛΩΝ - ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

ΠΛΑΚΑ ΟΔΕΥΣΗΣ ΤΥΦΛΩΝ - ΚΙΝΔΥΝΟΣ

ΠΛΑΚΑ ΟΔΕΥΣΗΣ ΤΥΦΛΩΝ - ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΡΑΜΠΑ ΑΜΕΑ (ΠΛΑΚΑ ΟΔΕΥΣΗΣ - ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ)

ΚΥΒΟΛΙΘΟΣ

ΦΥΤΕΥΣΗ

ΦΡΕΑΤΙΟ

ΚΑΝΑΒΟΣ (100m)

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ»

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

« ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΣΗ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΙΩΛΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΟΔΟ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ »

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΗΛΙΟΥ, ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ-ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΟΣ PhD

ΦΟΙΤΗΤΗΣ:

ΜΕΝΕΛΑΟΣ ΚΟΤΑΣΙΔΗΣ, ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MEng

ΑΡ. ΜΗΤΡΩΟΥ: 00135

ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ:

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

ΚΛΙΜΑΚΑ

1:500

ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ

Σ01

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2023 - ΜΑΡΤΙΟΣ 2024

ΑΝΑΔΟΧΟΣ

ΕΓΚΡΙΣΗ

ΘΕΩΡΗΣΗ

ΛΟΙΠΕΣ ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
04/09/2026 16:18:53 EEST - 216.73.216.250

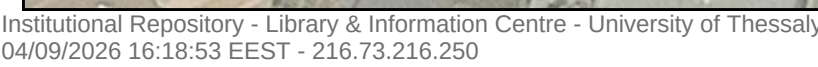


Diagram illustrating the cross-section of a concrete slab with various layers and materials. The total width is 0.40m and the total height is 0.50m.

- Top Layer (C20/25):** Concrete layer with a thickness of 0.25m.
- Reinforcement (C16/20):** A vertical reinforcement bar (diameter 15x30cm) is shown.
- Concrete Layer (C12/15):** A concrete layer with a thickness of 0.15m.
- Sub-base Layer (στρώση υπόβασης):** A layer of sub-base material.
- Base Layer (μ³ ξηράς άμμου):** A layer of dry sand.

0,05	ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΧΟΥΣ 0,05 m
0,05	ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ ΠΑΧΟΥΣ 0,05 m.
0,10	ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ 0,10 m.
0,10	ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ 0,10 m.
0,10	ΣΤΡΩΣΗ ΥΠΟΒΑΣΗΣ 0,10 m.
0,10	ΣΤΡΩΣΗ ΥΠΟΒΑΣΗΣ 0,10 m.