



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΔΙΜΗΝΙΟΥ**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
κ. ΗΛΙΟΥΝ.**

**ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ:
ΕΥΓΕΝΙΟΥ ΑΓΑΘΗ-ΛΑΣΠΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ, 2002

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τον κ. Ηλιού Ν. Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ευκαιρία που μας έδωσε να συνεργαστούμε μαζί του, καθώς και για την ηθική υποστήριξη που μας παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Θεωρούμε επίσης χρέος μας να ευχαριστήσουμε όλους τους καθηγητές μας για τις πολύτιμες γνώσεις που μας μετέδωσαν κατά την διάρκεια των σπουδών μας. Επίσης ευχαριστούμε την κ. Ναθαναήλ Ε. και τον κ. Ντακούλα Π. που μας τίμησαν με την παρουσία τους στην τριμελή επιτροπή.

Ευχαριστούμε τον συμφοιτητή μας Καραγιάννη Χρήστο και όλους τους φίλους μας, που ζήσαμε μαζί τα φοιτητικά μας χρόνια.

Τέλος ευχαριστούμε τις οικογένειες μας, που στάθηκαν δίπλα μας όλα αυτά τα χρόνια.

*Η Έργασία αυτή
αφιερώνεται στους γονείς μας.*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διαμόρφωση του αστικού κόμβου, στην περιοχή του Διμηνίου, στο Βόλο. Ο κόμβος αυτός βρίσκεται στην είσοδο της πόλης και συνδέει τις οδούς Λαρίσης, Μπότσαρη, Δερβενακίων και Φιλικής Εταιρίας.

Στόχος της όλης μελέτης είναι μια ολοκληρωμένη πρόταση που θα βελτιώσει τις συνθήκες κυκλοφορίας στην περιοχή και θα εξαφανίσει τα υπάρχοντα προβλήματα, αυξάνοντας το επίπεδο οδικής ασφάλειας.

Έτσι, γίνεται αρχικά περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του κόμβου, που περιλαμβάνει τα τοπογραφικά δεδομένα και τους λόγους που καθιστούν αναγκαία την διαμόρφωση του. Στη συνέχεια ακολουθεί αναφορά των βασικών στοιχείων σχεδιασμού ενός κόμβου καθώς επίσης και ενός κυκλικού κόμβου.

Έπειτα αναλύονται οι προτεινόμενες λύσεις και τέλος γίνεται η επιλογή της βέλτιστης, βάση των θεμελιωδών αρχών διαμόρφωσης, ενός κόμβου.

Αναλυτικά η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει:

- Τεχνική Έκθεση
- Κυκλοφοριακές Μετρήσεις
- Υπολογισμός Σηματοδότησης του Κόμβου
- Σχέδια – Χάρτες
- Φωτογραφίες

2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

2.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο κόμβος στην υπάρχουσα κατάσταση του, δεν αποτελεί καμιά τυποποιημένη μορφή, που αναφέρεται στις οδηγίες μελέτης ισόπεδων και ανισόπεδων κόμβων. Πρόκειται για ισόπεδο σηματοδοτούμενο κόμβο, αποτελούμενος από πέντε σκέλη, με δυνατότητα πραγματοποίησης είκοσι ενός κινήσεων (βλέπε παράρτημα 3). Ο κόμβος βρίσκεται κοντά στην είσοδο της πόλης με κύρια οδό την Λαρίσης, η οποία εξυπηρετεί την κίνηση με προορισμό την βόρεια, κεντρική και δυτική Ελλάδα με αφετηρία τον Βόλο. Εκατέρωθεν της κύριας οδού βρίσκονται οι οδοί Μπότσαρη, Φιλικής Εταιρίας και Δερβενακίων, που συνδέουν τις περιοχές Νέα Ιωνία με Νεάπολη και Διμήνι.

Η οδός Λαρίσης αποτελείται από τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και μια λωρίδα αναμονής για αριστερές στροφές, ενώ οι δευτερεύουσες οδοί αποτελούνται από μια λωρίδα ανά κατεύθυνση και στα σημεία εισόδου του κόμβου οι λωρίδες αυτές διαπλατώνονται. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κόμβου απεικονίζονται στα σκαριφήματα που παραθέτονται στο παράρτημα 3.

Η κυκλοφορία στον κόμβο ρυθμίζεται με φωτεινή σηματοδότηση και με οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση. Η φωτεινή σηματοδότηση χρησιμοποιείται έτσι ώστε να αλλάζει διαδοχικά η προτεραιότητα στην κίνηση των διαφόρων ρευμάτων οχημάτων και πεζών. Η εναλλαγή των κινήσεων γίνεται ως εξής: αρχικά έχουμε ένδειξη πρασίνου για τις κινήσεις A_1, A_2, B_1, B_2 και B_3 οι οποίες είναι η ευθεία και η δεξιά κίνηση της διατομής A και B αντίστοιχα (βλέπε παράρτημα 3, σκαρίφημα κινήσεων). Ο χρόνος πρασίνου για αυτή την περίπτωση είναι 30sec. Στην συνέχεια έχουμε πράσινη ένδειξη για τις αριστερές κινήσεις των διατομών A και B, οι οποίες είναι A_3, A_4 και B_4 αντίστοιχα. Ο χρόνος πρασίνου για αυτή την σειρά κινήσεων είναι 15sec. Έπειτα πραγματοποιούνται όλες οι κινήσεις της διατομής Δ, δηλαδή $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ και Δ_4 . Ο χρόνος σε αυτή την περίπτωση είναι 15sec. Τέλος εκτελούνται οι

κινήσεις της διατομής Ε, οι οποίες είναι Ε₁, Ε₂, Ε₃ και Ε₅ και της διατομής Γ, οι οποίες είναι η Γ₁, Γ₂ και Γ₄. Ο χρόνος πρασίνου και σε αυτή την περίπτωση είναι 15sec. Οι κινήσεις Γ₃ και Ε₄ δεν ελέγχονται με φωτεινή σηματοδότηση συνεπώς πραγματοποιούνται οποιαδήποτε στιγμή.

Η οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση συμβάλλει στην ρύθμιση της κυκλοφορίας, στην αύξηση της οδικής ασφάλειας και στην παροχή πληροφοριών στους χρήστες του κόμβου. Η σχηματική απεικόνιση υπάρχει στο παράρτημα 3.

Το πρόβλημα που παρουσιάζεται στην υφιστάμενη κατάσταση του κόμβου και οδηγεί στον επανασχεδιασμό του, είναι η ύπαρξη της κοινής σηματοδότησης των δύο δευτερεύουσων οδών, Φιλικής Εταιρίας και Δερβενακίων, καθώς επίσης και ο περιορισμένος χώρος στις προαναφερθείσες οδούς που δεν επιτρέπει την ομαλή διεξαγωγή των κινήσεων.

2.2 ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Για τον προσδιορισμό του μεγέθους του προβλήματος αναγκαίο είναι να προσδιοριστεί η κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου, η κυκλοφοριακή ικανότητα κάθε επί μέρους πρόσβασης στο κόμβο ή και τμήματος της πρόσβασης. Με τον όρο κυκλοφοριακή ικανότητα εννοούμε τον μέγιστο αριθμό οχημάτων που μπορούν να περάσουν από ένα δεδομένο σημείο ή ομοίμορφο τμήμα λωρίδας κυκλοφορίας ή οδού, κατά μία κατεύθυνση ή κατά τις δύο κατευθύνσεις κατά την διάρκεια μίας δεδομένης χρονικής περιόδου, με τις οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες καθώς και τις συνθήκες ελέγχου της κυκλοφορίας που επικρατούν.

Η κυκλοφοριακή ικανότητα προσδιορίζεται με τις μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου, οι οποίες έχουν γίνει για την συγκεκριμένη μελέτη και παρουσιάζονται στο παράρτημα 1.

Οι μετρήσεις αυτές διεξάχθηκαν μέσα στο χρονικό διάστημα από 24/05/2002 έως 04/06/2002, τις ημέρες Τρίτη, Παρασκευή και Σάββατο, τις ώρες αιχμής (7:00 έως 9:00, 13:00 έως 15:00 και 17:00 έως 19:00). Λόγω

του πλήθους των κινήσεων στο κόμβο δύο παρατηρητές ανέλαβαν ορισμένες στρέφουσες κινήσεις, ανεξάρτητα του αν αυτές αναφέρονται σε ένα μόνο σκέλος ή όχι και κατέγραψαν τον κυκλοφοριακό φόρτο των διαφόρων τύπων οχημάτων. Στην συνέχεια ο κυκλοφοριακός φόρτος ανάχθηκε σε επιβατικά αυτοκίνητα ανά ώρα, για μια καθορισμένη 15λεπτη-μικρή περίοδο ανάλυσης. Για την μετατροπή άλλων τύπων οχημάτων σε αντίστοιχα επιβατικά αυτοκίνητα (ΜΕΑ), χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω συντελεστές μετατροπής που δίνονται στον **Πίνακα 1**.

Τύπος οχημάτων	Συντελεστές μετατροπής σε ΜΕΑ
Επιβατικά (Ι.Χ)	1.00
Λεωφορεία	3.00
Φορτηγά	2.00
Δίκυκλα	0.75

Πίνακας 1:Συντελεστής Μετατροπής σε ΜΕΑ

Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ΜΕΑ για κάθε μετρούμενη μέρα των δύο διαδοχικών εβδομάδων, έτσι ώστε να έχουμε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα των μετρήσεων. Λόγω του ότι το πρόβλημα δημιουργείται από την ύπαρξη μεγάλου ποσοστού φορτηγών, υπολογίστηκε ξεχωριστά ο φόρτος των φορτηγών, καθώς και ο φόρτος φορτηγών που εξέρχονται και εισέρχονται στις δύο δευτερεύουσες οδούς, Φιλικής Εταιρίας και Δερβενακίων.

Βάση των αποτελεσμάτων των παραπάνω μετρήσεων προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Τις πρωινές ώρες η κίνηση από Βόλο για Λάρισα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίθετη κατεύθυνση. Αντίθετα το μεσημέρι η κίνηση είναι πιο αυξημένη από Λάρισα προς Βόλο.
- Η κίνηση από Βόλο προς την οδό της Φιλικής Εταιρίας είναι ελάχιστη σε σχέση με αυτή προς την οδό Δερβενακίων.
- Το μεσημέρι και το απόγευμα η κίνηση από Βόλο προς την οδό Μπότσαρη είναι αυξημένη σε σχέση με την κίνηση προς τις οδούς Φιλικής Εταιρίας και Δερβενακίων ενώ το πρωί είναι περίπου ίδιες.

- Η κίνηση από Λάρισα προς την οδό Μπότσαρη είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της κίνησης προς τις οδούς Φιλικής Εταιρίας και Δερβενακίων.
- Το μεσημέρι και το απόγευμα η κίνηση από την οδό Φιλικής Εταιρίας προς την οδό Μπότσαρη είναι αυξημένη σε σχέση με την κίνηση προς Λάρισα ενώ το πρωί είναι περίπου ίδιες.
- Η κίνηση από την οδό Μπότσαρη προς Λάρισα είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της κίνησης προς Βόλο ενώ η κίνηση προς τις οδούς Φιλικής Εταιρίας και Δερβενακίων είναι ίδια το πρωί και το μεσημέρι. Το απόγευμα η κίνηση προς την οδό Δερβενακίων είναι μεγαλύτερη από αυτή της οδού Φιλικής Εταιρίας ενώ οι κινήσεις προς Λάρισα και Βόλο είναι περίπου ίδιες.
- Η κίνηση από την οδό Δερβενακίων προς την οδό Φιλικής Εταιρίας και προς Βόλο είναι ίδιες καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας.
- Η κίνηση από την οδό Δερβενακίων προς Λάρισα είναι μεγαλύτερη της κίνησης προς Βόλο.
- Η κίνηση από την οδό Μπότσαρη προς την οδό Δερβενακίων είναι μεγαλύτερη της κίνησης από την οδό Δερβενακίων προς την οδό Μπότσαρη.
- Το ποσοστό φορτηγών που εισέρχεται και εξέρχεται στην οδό Φιλικής Εταιρίας είναι μικρότερο σε σχέση με το ποσοστό που εισέρχεται και εξέρχεται στην οδό Δερβενακίων.
- Το μεγαλύτερο ποσοστό των φορτηγών από Λάρισα εισέρχεται στην οδό Φιλική Εταιρία, ενώ από Βόλο και την οδό Μπότσαρη εισέρχεται στην οδό Δερβενακίων.

3. ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΟΜΒΟΥ

Από τα παραπάνω συμπεράσματα γίνεται προφανής, για την βελτίωση των συνθηκών κυκλοφορίας, η ανάγκη επανασχεδιασμού του κόμβου, ο οποίος θα βασίζεται στις θεμελιώδεις αρχές διαμόρφωσης κόμβων.

Σύμφωνα λοιπόν με τις αρχές αυτές το είδος του κόμβου (ισόπεδος ή ανισόπεδος) επηρεάζει την ασφάλεια, τη κυκλοφοριακή ικανότητα και την οικονομία του κόμβου και κατά συνέπεια ολόκληρου του οδικού δικτύου.

Οι κόμβοι πρέπει να είναι «**ασφαλείς**», «**οικονομικοί**» και να έχουν επαρκή «**κυκλοφοριακή ικανότητα**». Η κυκλοφοριακή ικανότητα ενός κόμβου θεωρείται δεδομένη όταν διευθετείται η κίνηση όλων των κυκλοφοριακών ρευμάτων με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην προκύπτουν υπερβολικά μεγάλα χρονικά διαστήματα αναμονής για κανένα από αυτά. Ένας κόμβος θεωρείται οικονομικός όταν για δεδομένο επίπεδο ασφάλειας και κυκλοφοριακής ικανότητας, το σύνολο των δαπανών κατασκευής, συντήρησης και κυκλοφορίας είναι ελάχιστο. Η ασφάλεια ενός κόμβου εξαρτάται εκτός από τα στοιχεία της χάραξης και από το αν προβλέπεται ικανοποιητική καθοδήγηση της συμπεριφοράς των οδηγών και μάλιστα εκείνων που δεν γνωρίζουν τις τοπικές συνθήκες.

Συνεπώς πρέπει να παρέχεται στους οδηγούς:

1. δυνατότητα έγκαιρης αναγνώρισης του κόμβου,
2. σαφής εικόνα του κόμβου και του τρόπου λειτουργίας του,
3. καλή ορατότητα και εποπτεία του κόμβου, και
4. συνθήκες καλής βατότητας του κόμβου.

Η «**έγκαιρη αναγνώριση**» του κόμβου επιτυγχάνεται με:

- επαρκούς μήκους διαπλάτυνση των προσβάσεων του κόμβου με πρόσθετες λωρίδες,
- κατασκευή νησιδων μορφής σταγόνας στη δευτερεύουσα οδό, ώστε να γίνεται σαφής η υποχρέωση αναμονής,

- έγκαιρη και σαφή πληροφόρηση με πινακίδες για το που οδηγεί κάθε κατεύθυνση.

Η «**επαρκής ορατότητα και εποπτεία**» του κόμβου επιτυγχάνεται με:

- κατάργηση των εμποδίων ορατότητας,
- σύνδεση δευτερευόντων κλάδων του κόμβου υπό ορθή γωνία.

Η «**σαφήνεια**» του κόμβου και του «**τρόπου λειτουργίας**» του επιτυγχάνεται με:

- χρήση απλών και γενικά γνωστών τύπων κόμβων,
- υπογράμμιση του δικαιώματος προτεραιότητας με την ίδια την κατασκευαστική διαμόρφωση του κόμβου,
- καλή οπτική καθοδήγηση των επιμέρους κυκλοφοριακών ρευμάτων με σήμανση του οδοστρώματος και πινακίδες κατεύθυνσης,
- σαφή διάταξη όλων των δρόμων που συναντιούνται στον κόμβο.

Οι «**συνθήκες βατότητας**» του κόμβου απαιτούν:

- επαρκείς πλάτους λωρίδες κυκλοφορίας, οι οποίες να ανταποκρίνονται στις φάσεις και στον πραγματικό τρόπο κίνησης των οχημάτων, και οι οποίες να συνεχίζονται και μετά την άμεση περιοχή του κόμβου,
- άψογη απορροή των νερών.

Εφόσον τηρούνται οι αρχές αυτές υπό το στάδιο μελέτης, είναι βέβαιο ότι ο κόμβος θα έχει επαρκή ασφάλεια και κυκλοφοριακή ικανότητα. Η κυκλοφοριακή ικανότητα πρέπει να παραμένει ίδια μέχρι το τέλος της περιόδου ζωής για την οποία μελετάται ο κόμβος.

4. ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ

4.1 Γενικά

Οι κυκλικοί κόμβοι αποτελούν ειδική μορφή κόμβων όπου τα οχήματα κινούνται συνεχώς κατά φορά αντίθετη προς εκείνη των δειχτών του ωρολογίου, γύρω από μια κυκλική κεντρική νησίδα. Στους κυκλικούς κόμβους όλες οι διασταυρώσεις κυκλοφοριακών ρευμάτων μετατρέπονται σε διαδοχικούς ελιγμούς μερισμού και συμβολής. Έτσι αποφεύγεται η διασταύρωση, αλλά δημιουργείται μια περιοχή πολλαπλής πλέξης. Η ύπαρξη πολλαπλής πλέξης περιορίζει την χρήση των κυκλικών κόμβων σε διασταυρώσεις μικρών κυκλοφοριακών φόρτων και ταχυτήτων.

Το όριο κυκλοφοριακής ικανότητας για έναν ισόπεδο κυκλικό κόμβο με υψηλά πρότυπα διαμόρφωσης είναι 3000 περίπου εισερχόμενα οχήματα την ώρα σε όλα τα σκέλη. Η κυκλοφοριακή ικανότητα ενός κυκλικού κόμβου καθορίζεται συνήθως από τους φόρτους στην πιο κρίσιμη περιοχή πλέξης του κόμβου.

Υπάρχουν πέντε βασικές κατηγορίες κυκλικών κόμβων βασισμένες στο περιβάλλον, τον αριθμό λωρίδων και το μέγεθος:

- Μικροί κυκλικοί κόμβοι
- Αστικοί μιας λωρίδας κυκλικοί κόμβοι
- Αστικοί δύο λωρίδων κυκλικοί κόμβοι
- Αγροτικοί μιας λωρίδας κυκλικοί κόμβοι
- Αγροτικοί δύο λωρίδων κυκλικοί κόμβοι

Να σημειωθεί, ότι οι κατηγορίες αυτές δεν έχουν προσδιοριστεί ρητά για το προαστιακό περιβάλλον.

Ο **Πίνακας 2** συνοψίζει και συγκρίνει μερικά θεμελιώδη σχεδιαστικά και λειτουργικά στοιχεία για κάθε μια από τις πέντε κατηγορίες κυκλικών κόμβων.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά	Μικρός Κυκλικός Κόμβος	Αστικός Μιας Λωρίδας Κυκλοφορίας Κυκλικός Κόμβος	Αστικός Δυο λωρίδων Κυκλοφορίας Κυκλικός Κόμβος	Αγροτικός Μιας Λωρίδας Κυκλοφορίας Κυκλικός Κόμβος	Αγροτικός Δυο λωρίδων Κυκλοφορίας Κυκλικός Κόμβος
Συνιστώμενη μέγιστη Ταχύτητα σχεδιασμού εισόδου	25km/h	35km/h	40km/h	40km/h	50km/h
Μέγιστος αριθμός λωρίδων Εισόδου ανά προσέγγιση	1	1	2	1	2
Χαρακτηριστική εγγεγραμμένη Διάμετρος κύκλων	13-25m	30-40m	45-55m	35-40m	55-60m
Τυπικός καθημερινός Κυκλοφοριακός φόρτος	10.000	20.000	-	20.000	-

Πίνακας 2: Σχεδιαστικά και Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Κόμβων

Στις περισσότερες περιπτώσεις, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες των πεζών, των μοτοσικλετιστών, και των μεγάλων οχημάτων. Όποτε παρέχεται μια διαχωριστική νησίδα, πρέπει να υπάρχει και νησίδα διάβασης για τους πεζούς. Σε αυτήν την περίπτωση, το πέρασμα για τους πεζούς διευκολύνει τις δύο ξεχωριστές κινήσεις: κράσπεδο πεζοδρομίου- νησίδα και νησίδα- κράσπεδο πεζοδρομίου. Το πέρασμα εξόδου του κόμβου θα απαιτήσει περισσότερη επαγρύπνηση από τον πεζό και τον αυτοκινητιστή σε σχέση με το πέρασμα εισόδου του κόμβου.

Η σχέση μεταξύ των μετακινήσεων προέλευση-προορισμού σε μια διατομή και των ροών κυκλοφορίας εισόδου σε έναν ισόπεδο κυκλικό κόμβο είναι σημαντική, όμως είναι συχνά περίπλοκη για να υπολογιστεί, ιδιαίτερα

εάν μια διατομή έχει περισσότερες από τέσσερις προσεγγίσεις όπως στην περίπτωση μας.

Για τους συμβατικούς ισόπεδους κόμβους, τα στοιχεία κυκλοφοριακής ροής συσσωρεύονται από τις κατευθυντήριες στρέφουσες κινήσεις, όπως για την αριστερή στροφή. Εντούτοις, για τους κυκλικούς κόμβους, τα στοιχεία που ενδιαφέρουν είναι, για κάθε προσέγγιση, η ροή εισόδου και η ροή κυκλοφορίας. Η ροή εισόδου είναι απλά το άθροισμα της ευθείας, αριστεράς, και δεξιάς κίνησης σε μια διατομή. Η ροή κυκλοφορίας είναι το άθροισμα των οχημάτων από τις διαφορετικές κινήσεις που περνούν μπροστά από τη παρακείμενη διαχωριστική νησίδα. Οι δεξιές στροφές συμπεριλαμβάνονται στον κυκλοφοριακό φόρτο και στην απαιτούμενη κυκλοφοριακή ικανότητα, αλλά δεν συμπεριλαμβάνονται στον κυκλοφοριακό φόρτο παρακάτω επειδή βγαίνουν πριν από την επόμενη είσοδο.

Για τον προτεινόμενο με πέντε κλάδους κυκλικό κόμβο οι εξισώσεις 1 μέχρι 5 μπορούν να εφαρμοστούν για να καθοριστούν τα εμπλεκόμενα ποσοστά ρεύματα κυκλοφορίας.

$$VM\Lambda = VM\Delta + VM\Phi + VMB + V\Phi\Delta + VB\Delta + VB\Phi \quad (1)$$

$$V\Lambda\Delta = V\Lambda\Phi + V\Lambda B + V\Lambda M + VB\Phi + VM\Phi + VMB \quad (2)$$

$$V\Delta\Phi = V\Delta B + V\Delta M + V\Delta\Lambda + VMB + V\Lambda B + V\Lambda M \quad (3)$$

$$V\Phi B = V\Phi M + V\Phi\Lambda + V\Phi\Delta + V\Delta M + V\Delta\Lambda + V\Lambda M \quad (4)$$

$$VBM = VB\Phi + VB\Delta + VBA + V\Phi\Delta + V\Phi\Lambda + V\Delta\Lambda \quad (5)$$

Συνεπώς, εφαρμόζοντας τις παραπάνω εξισώσεις, υπολογίζεται ο κυκλοφοριακός φόρτος εντός του κυκλικού κόμβου μπροστά από κάθε παρακείμενη νησίδα και η μεγαλύτερη τιμή από αυτές καθορίζει την κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου.

Ενώ αυτή η μέθοδος είναι από μαθηματική άποψη σωστή, παρουσιάζει σφάλματα και ασυνέπειες στα δεδομένα εισόδου. Είναι σημαντικό, οι μετρήσεις σε όλες τις θέσεις στον κυκλικό κόμβο να γίνονται ταυτόχρονα. Οι ασυνέχειες, στα στοιχεία από τις μετρήσεις που λαμβάνονται τις διαφορετικές ημέρες μπορούν να παράγουν λανθασμένα αποτελέσματα.

Τουλάχιστον, το άθροισμα του φόρτου εισόδου και εξόδου πρέπει να ελεγχθεί, να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις αν απαιτούνται, για να εξασφαλιστεί ότι η ίδια ποσότητα κυκλοφορίας εισέρχεται και εξέρχεται από τον κυκλικό κόμβο.

4.2 Κυκλοφοριακή Ικανότητα Κυκλικού Κόμβου

Είναι το μέγιστο ποσοστό ροής που μπορεί να προσαρμοστεί σε μια είσοδο κυκλικού κόμβου και εξαρτάται από δύο παράγοντες:

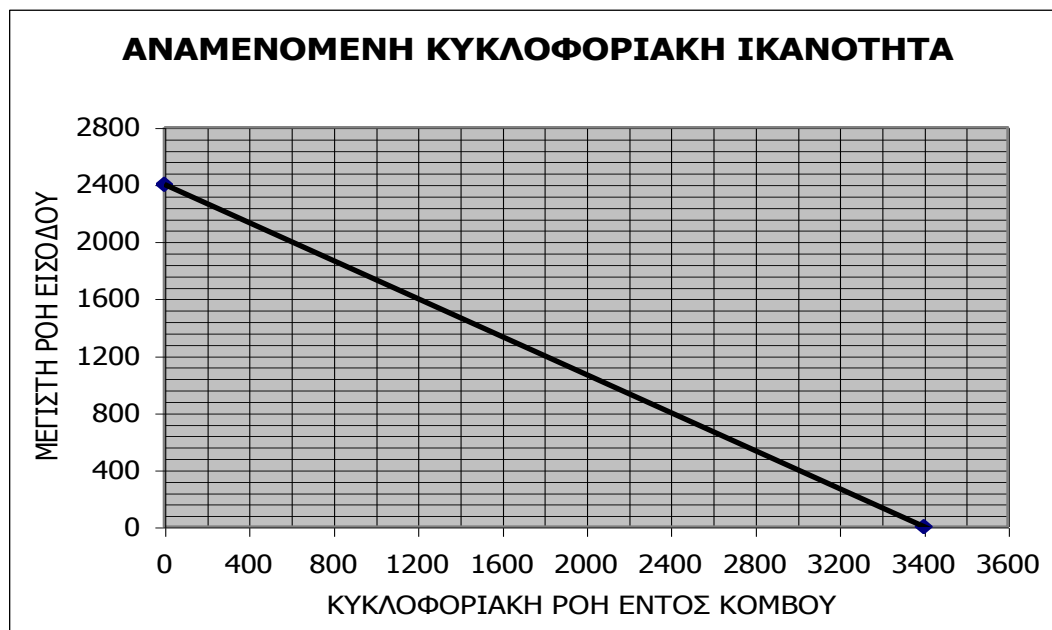
1. τη ροή κυκλοφορίας εντός του κυκλικού κόμβου που συνδέεται με τη ροή εισόδου και
2. τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κόμβου.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κυκλικού κόμβου επηρεάζουν επίσης το ποσοστό ροής εισόδου. Το σημαντικότερο γεωμετρικό χαρακτηριστικό είναι το πλάτος της εισόδου και του κυκλοφοριακού οδοστρώματος ή ο αριθμός λωρίδων στην είσοδο και στον κυκλικό κόμβο. Οι δύο λωρίδες αναλαμβάνουν δύο φορές σχεδόν το ποσοστό ροής εισόδου στον κόμβο σε σύγκριση με μια λωρίδα, επιπλέον τα ευρύτερα κυκλοφοριακά οδοστρώματα επιτρέπουν στα οχήματα να ταξιδέψουν παράλληλα. Το μήκος διαπλάτυνσης της λωρίδας προσέγγισης έχει επίσης επιπτώσεις στην κυκλοφοριακή ικανότητα. Η εγγεγραμμένη διάμετρος κύκλων και η γωνία εισόδου είναι δευτερεύοντες παράμετροι επίδρασης της κυκλοφοριακής ικανότητας.

Όπως συμβαίνει σε άλλες μορφές ισόπεδων κόμβων όταν οι κυκλοφοριακές ροές υπερβαίνουν το 85 τοις εκατό της κυκλοφοριακής ικανότητας τα μήκη σειρών αναμονής και οι καθυστερήσεις αλλάζουν σημαντικά για τις μέσες τιμές τους. Για αυτόν τον λόγο, οι διαδικασίες ανάλυσης σε μερικές χώρες (Αυστραλία, Γερμανία, και το Ηνωμένο Βασίλειο), συστήνουν ότι οι κυκλικοί κόμβοι σχεδιάζονται για να λειτουργήσουν λιγότερο από 85 τοις εκατό της εκτιμηθείσας κυκλοφοριακής ικανότητάς τους.

Το **Σχήμα 1** παρουσιάζει την αναμενόμενη κυκλοφοριακή ικανότητα κυκλικού κόμβου δύο λωρίδων κυκλοφορίας, βασισμένο στα πρότυπα σχεδιασμού για τους αστικούς/αγροτικούς κυκλικούς κόμβους δύο λωρίδων.

Η κυκλοφοριακή ικανότητα, που προβλέπεται και εμφανίζεται στο διάγραμμα ισχύει για κυκλικούς κόμβους δύο λωρίδων με τις εγγεγραμμένες διαμέτρους κύκλων 40μ έως 60μ. Οι μεγαλύτεροι σε διάμετρο κυκλικοί κόμβοι αναμένονται να έχουν ελαφρώς πιο υψηλές κυκλοφοριακές ικανότητες και μέτριες έως υψηλές ροές κυκλοφορίας.



Σχήμα 1: Αναμενόμενη Κυκλοφοριακή Ικανότητα

Η κυκλοφοριακή ροή εξόδου μιας λωρίδας κυκλοφορίας ακόμη και με καλούς λειτουργούντες όρους για τα οχήματα (δηλ., εφραπτόμενη ευθυγράμμιση, και κανένας πεζός και ποδηλάτης) είναι δύσκολο να επιτευχθεί για περισσότερο από 1.400 οχ/ώρα. Υπό τους κανονικούς αστικούς όρους, η κυκλοφοριακή ικανότητα λωρίδας εξόδου κυμαίνεται από 1.200 έως 1.300 οχ/ώρα. Επομένως, οι ροές εξόδων που υπερβαίνουν τα 1.200 οχ/ώρα καθιστούν αναγκαία την κατασκευή για μια έξοδο δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

4.3 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ

Ο σχεδιασμός των κυκλικών κόμβων περιλαμβάνει την παροχή ασφάλειας και κυκλοφοριακής ικανότητας. Η ασφάλεια του κυκλικού κόμβου εξασφαλίζεται όταν εξαιτίας της γεωμετρίας του, τα οχήματα αναγκάζονται να

κινούνται με χαμηλές ταχύτητες. Τέτοια στοιχεία της γεωμετρίας είναι η οριζόντια κυρτότητα και τα στενά πλάτη των πεζοδρομίων. Αντιθέτως αυτά τα γεωμετρικά στοιχεία μειώνουν την κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου. Επίσης η κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου μειώνεται όσο μειώνονται τα πλάτη και οι ακτίνες εισόδου του κόμβου. Μία άλλη παράμετρος που επηρεάζει την γεωμετρία του κόμβου είναι οι απαιτήσεις ελιγμού των μεγαλύτερων οχημάτων που κινούνται σε αυτόν. Συνεπώς ο σχεδιασμός ενός κυκλικού κόμβου είναι μία διαδικασία η οποία προσπαθεί να συνδυάσει μία ισορροπία μεταξύ των παροχών ασφάλειας, της λειτουργικής απόδοσης και της ύπαρξης μεγάλου αριθμού οχημάτων.

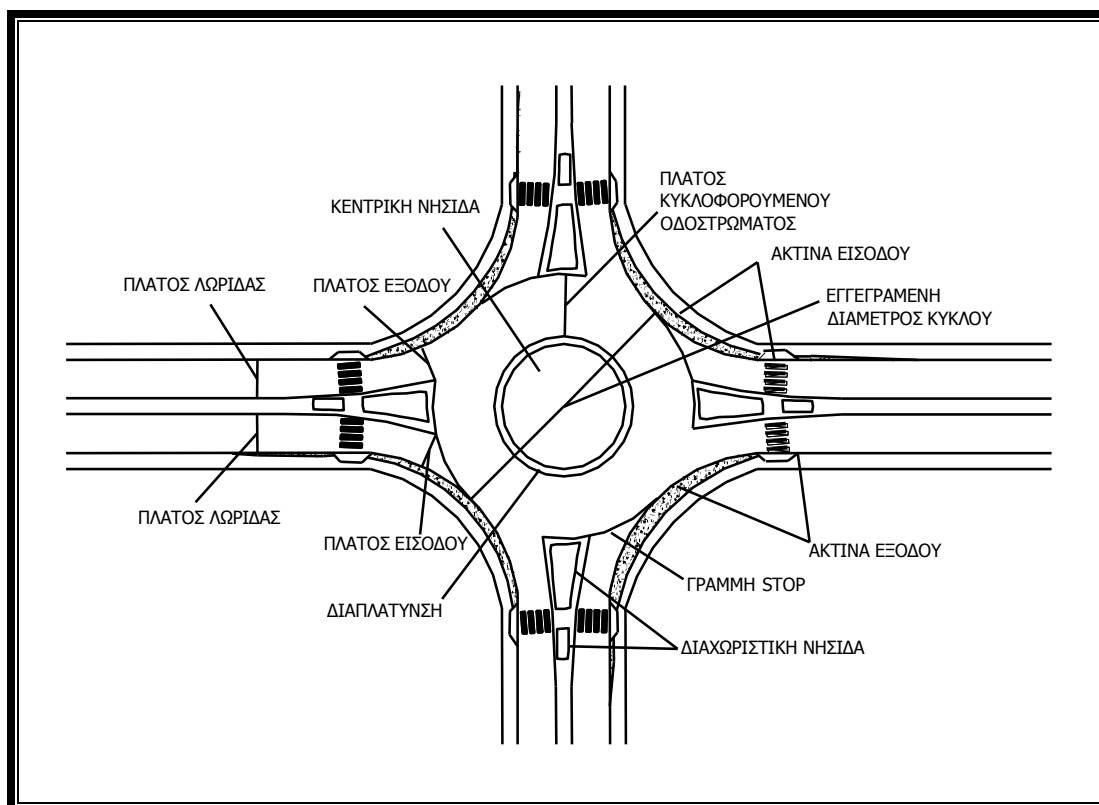
Οι τεχνικές και οι παράμετροι σχεδιασμού ενός κόμβου είναι ανάλογες με το περιβάλλον ταχύτητας και την επιθυμητή κυκλοφοριακή ικανότητα. Σε αγροτικές περιοχές, όπου οι ταχύτητες προσέγγισης στο κόμβο είναι υψηλές, τα ποδήλατα και η χρήση του κόμβου από τους πεζούς είναι ελάχιστη, ο σχεδιασμός του κόμβου είναι διαφορετικός από μία αστική περιοχή, όπου ο αριθμός των ποδηλάτων και η χρήση του κόμβου από τους πεζούς είναι μεγάλη. Στις αστικές περιοχές απαιτείται περισσότερη προσοχή για την ασφάλεια του πεζού. Επίσης διαφορά στο σχεδιασμό υπάρχει στο αν ο κυκλικός κόμβος είναι μίας λωρίδας ή περισσότερων.

Η κατασκευή ενός κυκλικού κόμβου είναι μία επαναληπτική διαδικασία στην οποία οποιαδήποτε μικρή αλλαγή στην γεωμετρία του μπορεί να οδηγήσει σε ουσιαστικές αλλαγές στην λειτουργική του απόδοση και στην ασφάλεια του.

Θεμελιώδης στοιχεία, που καθορίζονται σε προκαταρκτικό στάδιο σχεδιασμού ενός κόμβου είναι:

- το βέλτιστο μέγεθος του κυκλικού κόμβου
- η βέλτιστη θέση και
- οι βέλτιστες ευθυγραμμίσεις και η ρύθμιση των παρόδων προσέγγισης.

Παρακάτω παραθέεται το **Σχήμα 2** όπου φαίνονται τα βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός κυκλικού κόμβου.



Σχήμα 2: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά κόμβου

Ο κρισιμότερος στόχος σχεδιασμού ενός κόμβου είναι οι ταχύτητες που έχουν τα οχήματα μέσα στον κόμβο. Αυτό συμβαίνει γιατί η ταχύτητα παίζει μεγάλο ρόλο στην ασφάλεια του κόμβου. Μια καλή σχεδίαση ενός κυκλικού κόμβου μειώνει τις σχετικές ταχύτητες μεταξύ των ρευμάτων κυκλοφορίας.

Οι διεθνείς μελέτες για την ταχύτητα σχεδιασμού ενός κόμβου, έχουν δείξει ότι η αύξηση της κυρτότητας του οδοστρώματος μειώνει την σχετική ταχύτητα των οχημάτων, με αποτέλεσμα να μειώνονται τα ποσοστά των συγκρούσεων των οχημάτων κατά την είσοδο και κατά την έξοδο από τον κόμβο. Παρόλα αυτά σε κυκλικούς κόμβους με πολλούς δρόμους, η αύξηση της κυρτότητας του οδοστρώματος αυξάνει τον κίνδυνο ατυχημάτων, γιατί αυξάνεται η τριβή μεταξύ των παρακείμενων ρευμάτων κυκλοφορίας. Κατά συνέπεια για κάθε κυκλικό κόμβο υπάρχει μία βέλτιστη ταχύτητα σχεδιασμού για να ελαχιστοποιούνται τα ατυχήματα.

Η συντομότερη διαδρομή που ακολουθεί ένα όχημα μπαίνοντας στον κόμβο χαρακτηρίζεται από την ομαλότητα, την επιπεδότητα, την έλλειψη άλλης κυκλοφορίας και την σήμανση, που έχει σχέση με τις παρόδους (οι

οποίες διαπερνούν από την είσοδο του κόμβου, γύρω από την κεντρική νησίδα και κατευθύνονται προς την έξοδο).

Η συντομότερη διαδρομή μίας ευθείας πορείας ενός οχήματος ακολουθείται από μία σειρά αντίστροφων καμπύλων, (μία καμπύλη στα δεξιά, ακολουθεί μία καμπύλη στα αριστερά και έπειτα μία καμπύλη στα δεξιά και πάλι). Κατά τον σχεδιασμό της συντομότερης διαδρομής πρέπει η απόσταση μεταξύ των εφαπτόμενων και των διαδοχικών καμπύλων να καλύπτει τον χρόνο που χρειάζεται ο οδηγός να στρίψει το τιμόνι.

Οι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να σχεδιάσουμε την συντομότερη διαδρομή στον κόμβο είναι, είτε με ελεύθερο τρόπο είτε με την βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή (πρόγραμμα CAD). Ο ελεύθερος τρόπος είναι αντιπροσωπευτικότερος, γιατί δείχνει τον τρόπο με τον οποίο ένας οδηγός διαπραγματεύεται τον κυκλικό κόμβο με τις ομαλές μεταβάσεις, που συνδέουν τις καμπύλες και τις εφαπτόμενες. Σκιαγραφώντας τη συντομότερη διαδρομή μπορούμε να καθορίσουμε τις ελάχιστες ακτίνες, που είναι απαραίτητες.

Η ταχύτητα σχεδιασμού ενός κυκλικού κόμβου καθορίζεται από την ελάχιστη ακτίνα κατά μήκος της συντομότερης διαδρομής. Η ελάχιστη ακτίνα εμφανίζεται συνήθως γύρω από την κεντρική νησίδα. Αξιοσημείωτο είναι ότι κατά τον σχεδιασμό του κόμβου πρέπει η ακτίνα καμπυλότητας της διαδρομής εισόδου να μην είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την ακτίνα καμπυλότητας της διαδρομής κυκλοφορίας, έτσι ώστε να γίνεται καλή προσαρμογή.

Το **Πίνακας 3** που ακολουθεί παρουσιάζει τις προτεινόμενες μέγιστες ταχύτητες σχεδιασμού κατά την είσοδο στον κόμβο (συναρτήσεϊ των κατηγοριών κόμβου).

Κατηγορίες κυκλικών κόμβων	Προτεινόμενες μέγιστες ταχύτητες σχεδιασμού εισόδου
Μικρός	25km/h
Αστικός μιας λωρίδας κυκλοφορίας	35km/h
Αστικός δύο λωρίδων κυκλοφορίας	40km/h
Αγροτικός μιας λωρίδας κυκλοφορίας	40km/h
Αγροτικός δύο λωρίδων κυκλοφορίας	50km/h

Πίνακας 3: Προτεινόμενες Ταχύτητες Σχεδιασμού

Στο **Σχήμα 3** παρουσιάζονται πέντε ακτίνες καμπυλότητας κρίσιμων διαδρομών που πρέπει να ελεγχθούν.

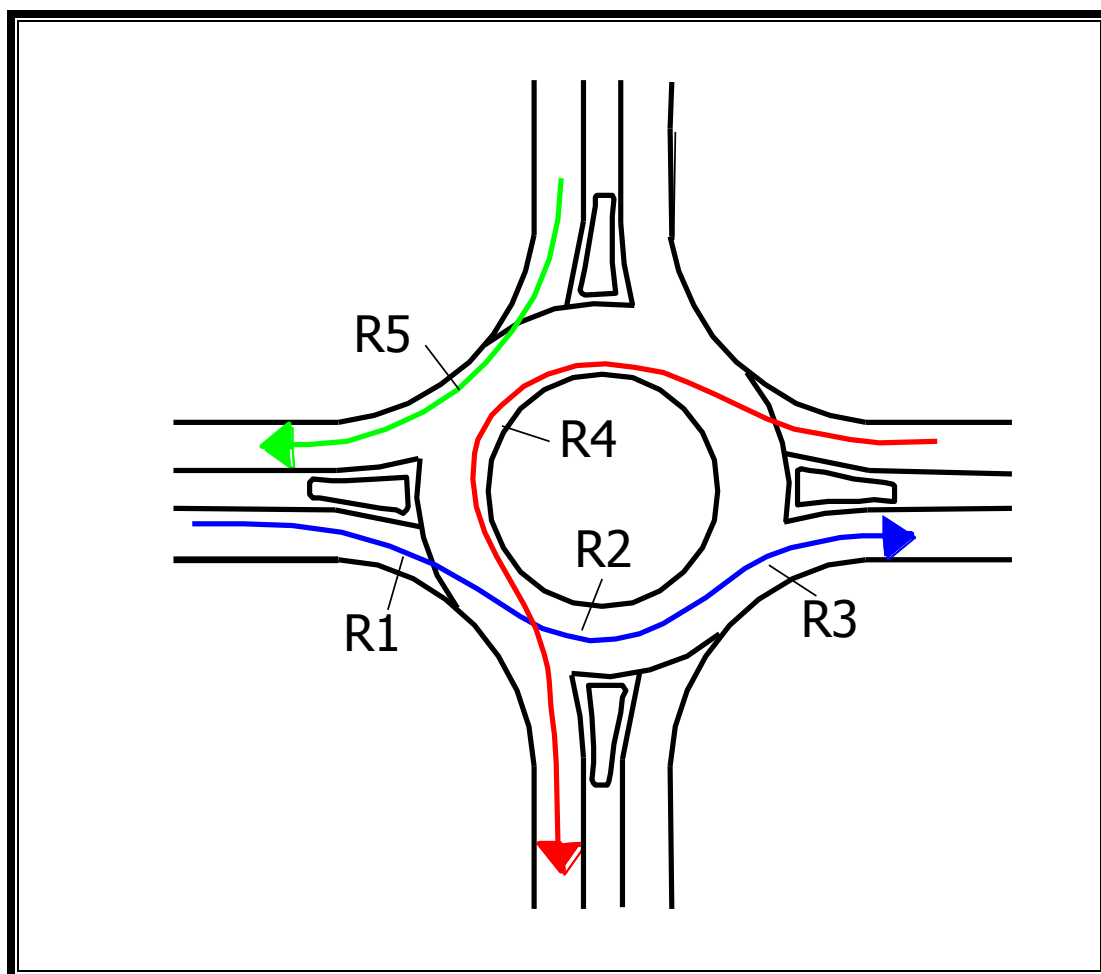
R1: Ακτίνα καμπυλότητας εισόδου

R2: Ακτίνα καμπυλότητας κυκλοφορίας γύρω από την κεντρική νησίδα

R3: Ακτίνα καμπυλότητας εξόδου

R4: Ακτίνα καμπυλότητας για αριστερή στροφή

R5: Ακτίνα καμπυλότητας για δεξιά στροφή



Σχήμα 3: Ακτίνες Καμπυλότητας

Πρέπει η R1 να είναι μικρότερη από την R2 και αυτή να είναι μικρότερη από την R3. Αυτό συμβαίνει για να μειωθούν οι ταχύτητες εισόδου και κατά συνέπεια τα ατυχήματα. Επίσης μειώνεται η διαφορά μεταξύ των ταχυτήτων εισόδου και κυκλοφορίας.

Σε κυκλικούς κόμβους δύο λωρίδων κυκλοφορίας η μείωση της R1 είναι δύσκολη, γιατί οι μικρές καμπύλες εισόδου αναγκάζουν τα ρεύματα κυκλοφορίας να επικαλύπτονται.

Η επικάλυψη συμβαίνει όταν ένα όχημα βρίσκεται στην αριστερή λωρίδα κατά την προσέγγιση στον κόμβο και προσπαθεί να αποφύγει την κεντρική νησίδα με αποτέλεσμα να εισέρχεται στη δίπλα λωρίδα και να υπάρχει ο κίνδυνος ατυχήματος. Επίσης επικάλυψη συμβαίνει και κατά την είσοδο στον κυκλικό κόμβο, όπου ένα όχημα μπαίνει στον κόμβο από την δεξιά λωρίδα και τοποθετείται στην αριστερή, κοντά στην κεντρική νησίδα.

Οι τιμές της R1 που προτείνονται είναι 40 έως 70m οι οποίες δίνουν ταχύτητες σχεδιασμού 35 έως 45km/h.

Η ακτίνα R3 δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τις R1 και R2 προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν τα ατυχήματα. Σε κυκλικούς κόμβους δύο λωρίδων κυκλοφορίας πρέπει να δίνεται η απαραίτητη προσοχή στην επικάλυψη κατά την έξοδο. Επικάλυψη κατά την έξοδο συμβαίνει όταν ένα όχημα βρίσκεται κοντά στην κεντρική νησίδα και εξέρχεται στο δεξιό ρεύμα κυκλοφορίας. Όταν δεν εμπλέκονται πεζοί, οι ακτίνες κατά την έξοδο μπορεί να είναι μεγάλες, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι επικαλύψεις. Όταν όμως εμπλέκονται πεζοί, η κυρτότητα του οδοστρώματος κατά την έξοδο πρέπει να είναι μικρή, έτσι ώστε να μειώνονται οι ταχύτητες και να μπορούν οι πεζοί να διασχίσουν τον δρόμο.

Η ακτίνα R4 πρέπει να εξασφαλίζει την μικρότερη διαφορά μεταξύ των ταχυτήτων εισόδου και κυκλοφορίας. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι μικρότερη από 20 Km/h. Η αριστερή κίνηση είναι η πιο κρίσιμη γιατί έχει την χαμηλότερη ταχύτητα κυκλοφορίας. Η ακτίνα R4 μπορεί να καθοριστεί με την προσθήκη 1.5m κοντά στην κεντρική νησίδα.

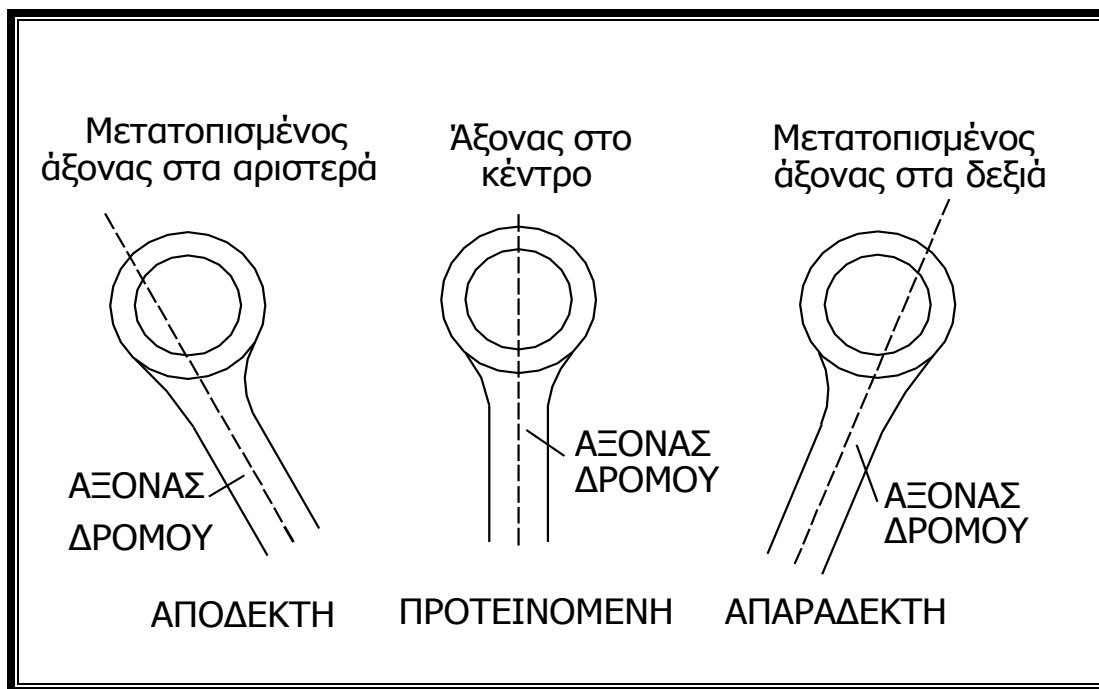
Για την ακτίνα R5, ισχύει ότι και για την R1. Η R5 πρέπει να έχει μία ταχύτητα κυκλοφορίας μικρότερη από την μέγιστη ταχύτητα σχεδιασμού του κόμβου και μικρότερη από 20 Km/h σε σχέση με την ταχύτητα κυκλοφορίας της R4.

Κατά τον σχεδιασμό του κόμβου απαραίτητο είναι να χρησιμοποιηθεί ένα μηχανοποιημένο όχημα. Βάση των ελιγμών που κάνει το όχημα κατά την κίνηση του στον κόμβο, καθορίζονται οι διαστάσεις του κόμβου. Η επιλογή του κόμβου ποικίλει ανάλογα με τους πλησιάζοντας τύπους οδοστρωμάτων και τα περιβάλλοντα χαρακτηριστικά χρήσης εδάφους. Ένας κυκλικός κόμβος πρέπει να έχει μεγάλες διαστάσεις, έτσι ώστε να προσαρμοστούν τα μεγάλα οχήματα, διατηρώντας τις χαμηλές ταχύτητες για τα επιβατικά οχήματα. Μερικές φορές ο περιορισμός γης μπορεί να περιορίσει την δυνατότητα να προσαρμοστούν όλοι οι συνδυασμοί των μεγάλων οχημάτων, επιτυγχάνοντας την επαρκή εκτροπή για τα μικρά οχήματα. Σε τέτοιες περιπτώσεις καλό είναι

να γίνεται διαπλάτυνση στη περιοχή γύρω από την κεντρική νησίδα για τα μεγάλα οχήματα.

Κατά τον σχεδιασμό ενός κόμβου, καλό είναι οι άξονες των δρόμων που καταλήγουν στον κόμβο να περνούν από το κέντρο του εγγεγραμμένου κύκλου. Με αυτή την γεωμετρία επιτρέπεται στα οχήματα να διατηρούν τις μικρές τους ταχύτητες κατά την έξοδο και κατά την είσοδο στον κόμβο. Επίσης αυτή η μορφή καθιστά την κεντρική νησίδα πιο ευδιάκριτη για τους οδηγούς.

Σε περιπτώσεις που οι άξονες των δρόμων που καταλήγουν στον κόμβο δεν περνούν από το κέντρο του εγγεγραμμένου κύκλου, επιτρέπεται να γίνει μία μικρή μετατόπιση του άξονα του δρόμου που καταλήγει στον κόμβο προς τα αριστερά. Με αυτό τον σχεδιασμό ενισχύεται η κυρτότητα κατά την είσοδο, αλλά δεν γίνεται εύκολα η έξοδος. Η αντίθετη περίπτωση δεν είναι σχεδόν ποτέ αποδεκτή (μετατόπιση προς τα δεξιά). Αυτή η περίπτωση δεν επιτρέπει την ικανοποιητική κυρτότητα κατά την είσοδο. Ακόμα τα οχήματα θα είναι σε θέση να μπαίνουν στον κόμβο με μεγάλες ταχύτητες με επακόλουθο την αύξηση του ποσοστού των ατυχημάτων στους κόμβους. Επιπλέον επιθυμητό είναι οι οδοί που καταλήγουν στον κόμβο, να έχουν σχεδόν την ίδια γωνία.



Σχήμα 4: Σχεδιασμός Άξονα του Δρόμου που Καταλήγει σε Κόμβο

4.4 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κυκλικού κόμβου δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, γι' αυτό το λόγο πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η συμβατότητα τους, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ασφάλεια και η κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου.

Εγγεγραμμένη διάμετρος κύκλου

Είναι η απόσταση πέρα από τον κύκλο, που σχηματίζεται από την εξωτερική άκρη του κυκλοφοριακού οδοστρώματος, (είναι το άθροισμα της κεντρικής νησίδας και δύο φορές το κυκλοφοριακό οδόστρωμα). Η διάμετρος αυτή καθορίζεται από τους διάφορους στόχους που λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό.

Για κυκλικούς κόμβους με δύο λωρίδες κυκλοφορίας, το μέγεθος της διαμέτρου του κύκλου καθορίζεται συνήθως είτε από την ανάγκη να επιτευχθεί εκτροπή, είτε από την ανάγκη να τακτοποιηθούν οι εισοδοί και οι

έξοδοι γύρω από τη περιφέρεια με λογικές ακτίνες μεταξύ τους. Γενικά το ελάχιστο μήκος που μπορεί να έχει η διάμετρος του κύκλου είναι 45m.

Οι μικρότερες διαμέτροι είναι καλύτερες για την οδική ασφάλεια, γιατί οι ταχύτητες διατηρούνται σε χαμηλές τιμές. Οι μεγαλύτερες διαμέτροι επιτρέπουν την καλύτερη γεωμετρική προσέγγιση των οδών που καταλήγουν στον κόμβο με αποτέλεσμα να μειώνονται οι ταχύτητες προσέγγισης των οχημάτων. Με τις μεγάλες διαμέτρους μειώνεται η γωνία που διαμορφώνεται μεταξύ της εισόδου και της κυκλοφορίας του οχήματος μέσα στον κόμβο έτσι ώστε να μειώνονται οι ταχύτητες μεταξύ αυτών των οχημάτων και συνεπώς να ελαχιστοποιείται το ποσοστό ατυχημάτων.

Κατηγορίες κυκλικών κόμβων	Εγγεγραμμένη διάμετρος κύκλου
Μικρός κυκλικός κόμβος	13-25m
Αστικός συμπαγής κυκλικός κόμβος	25-30m
Αστικός μιας λωρίδας κυκλοφορίας κυκλικός κόμβος	30-40m
Αστικός δύο λωρίδων κυκλοφορίας κυκλικός κόμβος	45-55m
Αγροτικός μιας λωρίδας κυκλοφορίας κυκλικός κόμβος	35-40m
Αγροτικός δύο λωρίδων κυκλοφορίας κυκλικός κόμβος	55-60m

Πίνακας 4: Εγγεγραμμένη Διάμετρος Κύκλου

Πλάτος λωρίδας εισόδου

Η κυκλοφοριακή ικανότητα ενός κόμβου δεν εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των οδών που καταλήγουν στο κόμβο αλλά και από το πλάτος που έχει το οδόστρωμα στο σημείο εισόδου. Η κυκλοφοριακή ικανότητα αυξάνεται όσο αυξάνεται το πλάτος εισόδου. Ένα πλάτος θεωρείται ικανοποιητικό όταν είναι τουλάχιστο 6m. Το πλάτος κάθε εισόδου καθορίζεται από τις ανάγκες του

ρεύματος κυκλοφορίας που εισάγεται στον κόμβο. Το κυκλοφοριακό οδόστρωμα πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο ευρύ όσο και το εύρος της εισόδου και πρέπει να διατηρείται σταθερό. Για περισσότερη ασφάλεια τα πλάτη εισόδων πρέπει να είναι ελάχιστα. Παρόλα αυτά οι απαιτήσεις του οχήματος σχεδιασμού επιβάλλουν το πλάτος εισόδου να είναι μεγαλύτερο. Με την αύξηση του πλάτους εισόδου και του κυκλοφοριακού πλάτους αυξάνονται και τα ποσοστά ατυχημάτων. Συνεπώς το θέμα ασφάλειας και κυκλοφοριακής ικανότητας έρχονται σε αντιπαράθεση.

Πλάτος κυκλοφορούμενου οδοστρώματος

Το πλάτος αυτό καθορίζεται από τα πλάτη των δρόμων που καταλήγουν στον κόμβο και από τις απαιτήσεις του οχήματος σχεδιασμού. Πρέπει να είναι τόσο ευρύ όσο και το πλάτος εισόδου ή να είναι μέχρι και 120% του μέγιστου πλάτους εισόδου. Επίσης πρέπει να παραμένει σταθερό σε όλο τον κόμβο. Υπάρχουν πίνακες οι οποίοι δίνουν τα πλάτη αυτά βάση των ακτινών και του τύπου του οχήματος σχεδιασμού. Σε μερικές περιπτώσεις (όπου η διάμετρος του κύκλου είναι μικρή και το όχημα σχεδιασμού μεγάλο) οι απαιτήσεις του οχήματος σχεδιασμού επιβάλλουν, το οδόστρωμα να είναι αρκετά φαρδύ με αποτέλεσμα τα επιβατικά οχήματα να ελαττώνουν ταχύτητα για να συμβιβαστούν.

Σε κυκλικούς κόμβους με δύο λωρίδες κυκλοφορίας το πλάτος του οδοστρώματος δεν εξαρτάται από την συμπεριφορά του οχήματος σχεδιασμού αλλά εξαρτάται από τον αριθμό των παρόδων που καταλήγουν στον κόμβο. Δηλαδή είναι το πλάτος που απαιτείται για ένα ή δύο ή τρία οχήματα για να ταξιδέψουν ταυτόχρονα μέσα στον κυκλικό κόμβο. Για να καθοριστεί το πλάτος γίνεται συνδυασμός των τύπων οχημάτων που προσαρμόζονται δίπλα - δίπλα.

Εγγεγραμμένη διάμετρος κύκλου	Ελάχιστο πλάτος κυκλοφορούμενου οδοστρώματος	Διάμετρος κεντρικής νησίδας
45m	9.8m	25.4m
50m	9.3m	31.4m
55m	9.1m	36.8m
60m	9.1m	41.8m
65m	8.7m	47.6m
70	8.7m	52.6m

Πίνακας 5: Διάμετρος κεντρικής νησίδας

Κεντρική νησίδα

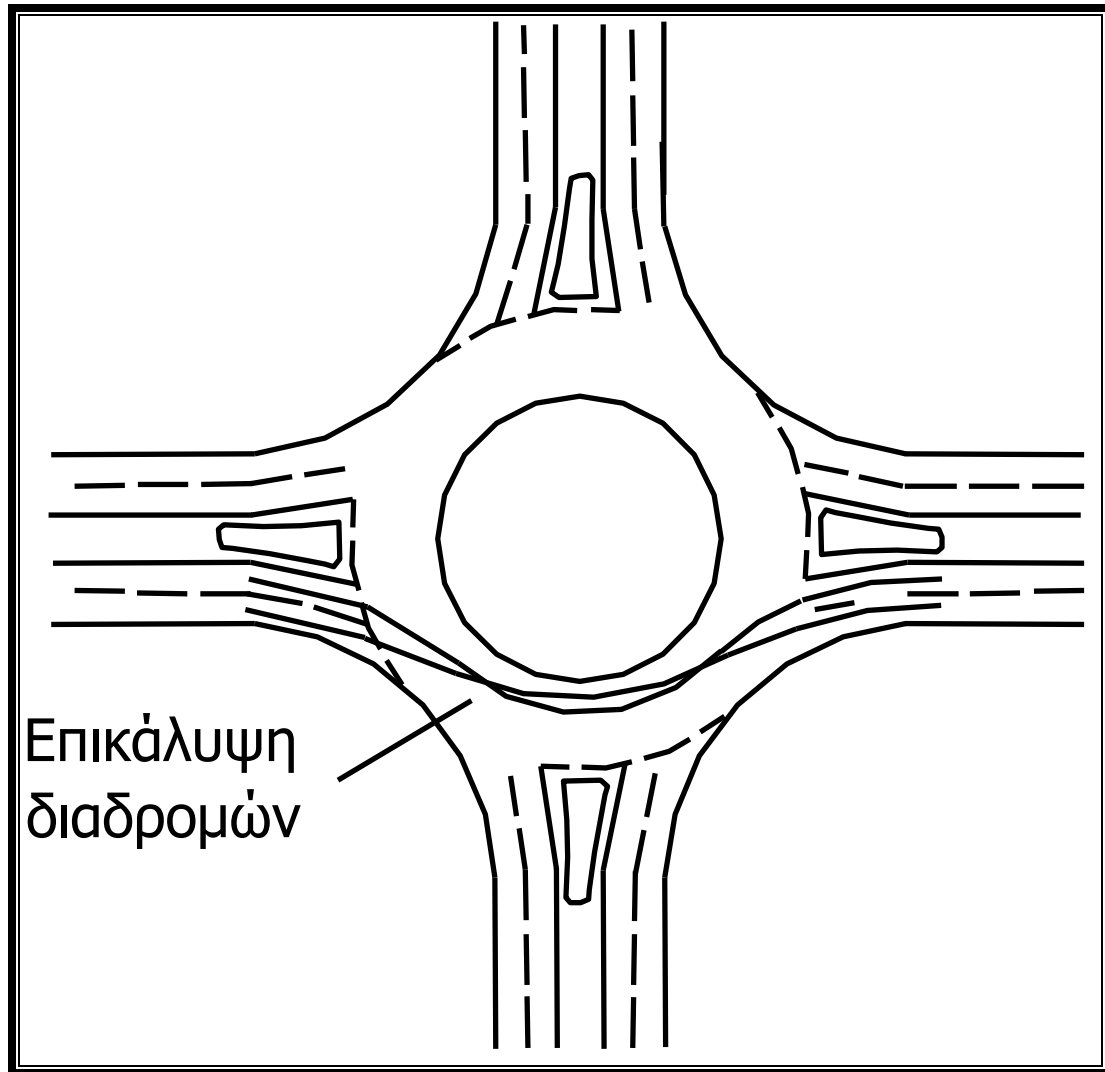
Είναι η μη κυκλοφορούμενη περιοχή. Η νησίδα αυτή εξυπηρετεί στο να γίνεται εύκολα αναγνωρίσιμη από τους οδηγούς και να προειδοποιεί στο ότι υπάρχει κόμβος καθώς επίσης και για αισθητικούς λόγους. Η νησίδα για να είναι αναγνωρίσιμη πρέπει να είναι μεγάλη. Η μορφή της είναι κυκλική και προωθεί σε ταχύτητες σταθερές και μικρές γύρω από αυτή. Οι ανώμαλες μορφές είναι δυσκολότερο να οδηγηθούν και προωθούν σε μεγαλύτερες ταχύτητες στα ευθεία τμήματα και σε ελάχιστες στα στρογγυλεμένα τμήματα. Επίσης μπορεί να είναι παραπλανητική για τους οδηγούς και να οδηγήσει σε αύξηση ατυχημάτων. Οι νησίδες μορφής σταγόνας χρησιμοποιούνται στις περιοχές όπου ορισμένες μετακινήσεις δεν υπάρχουν.

Σε περιπτώσεις όπου η προτεραιότητα, η τοπογραφία και άλλοι περιορισμοί αποκλείουν την δυνατότητα επέκτασης του οδοστρώματος, κατασκευάζεται μία λωρίδα στην εξωτερική άκρη της κεντρικής νησίδας. Η λωρίδα αυτή έχει πλάτος από 1 μέχρι 4m, διαγώνια κλίση 3 ή 4% μακριά από την κεντρική νησίδα και στην εξωτερική άκρη υπάρχει εμπόδιο 30mm πάνω από το οδόστρωμα έτσι ώστε να εμποδίζει τα επιβατικά οχήματα να μπαίνουν στην λωρίδα αυτή. Η λωρίδα αυτή εξυπηρετεί τα μεγάλα οχήματα.

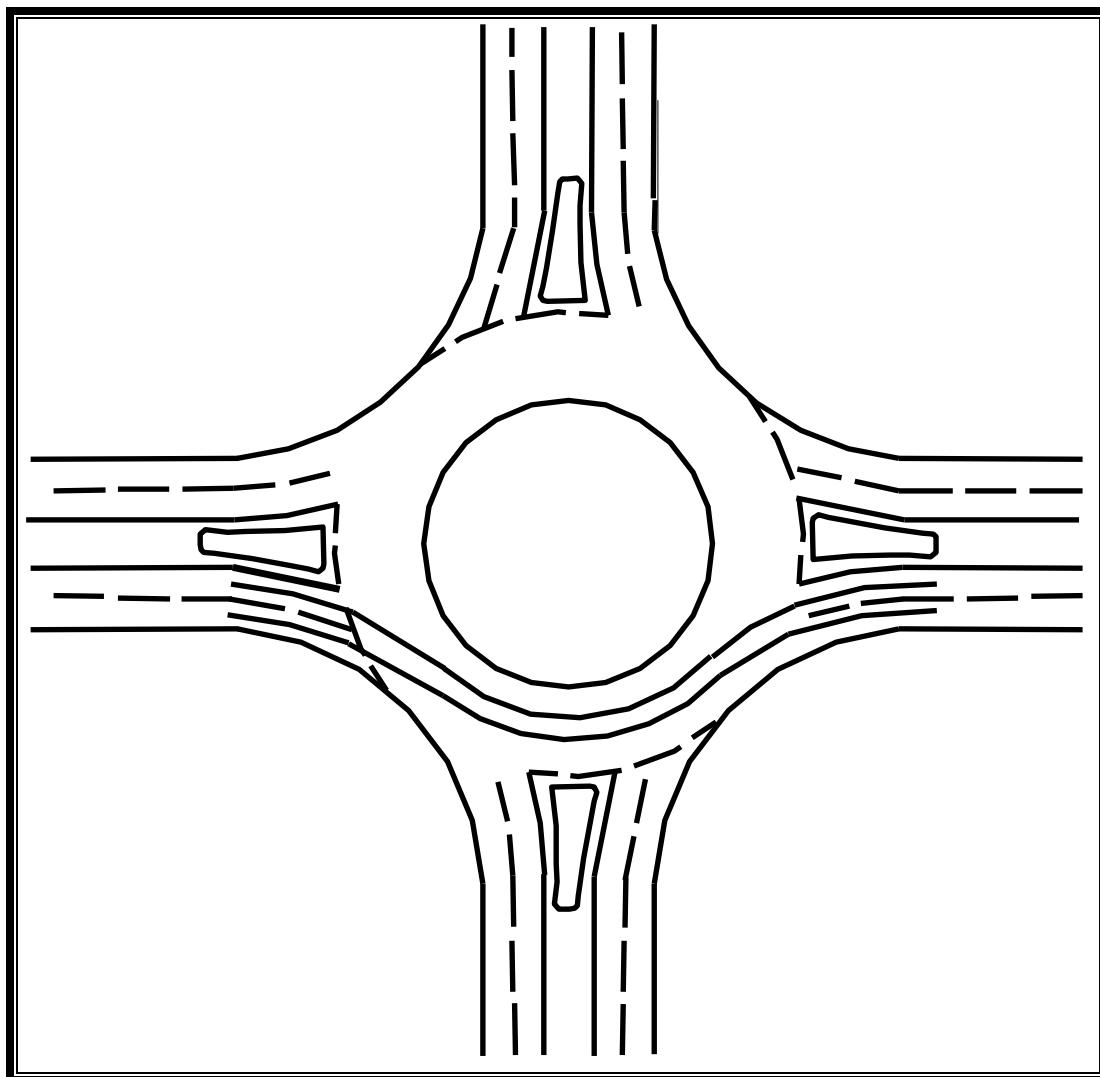
Καμπύλες εισόδου

Η ακτίνα εισόδου επηρεάζει την κυκλοφοριακή ικανότητα και την ασφάλεια. Οι μεγάλες ακτίνες εισόδου επιτρέπουν την αύξηση των ταχυτήτων κατά την είσοδο και αυξάνουν τα ατυχήματα ενώ δίνουν καλύτερη κυκλοφοριακή ικανότητα.

Στην περίπτωση κυκλικού κόμβου με δύο λωρίδες κυκλοφορίας οι καμπύλες εισόδου είναι περιπλοκές. Αυτό συμβαίνει γιατί στον κόμβο υπάρχουν δύο ρεύματα κυκλοφορίας και το ένα μπορεί να ανακόψει το άλλο. Καθώς τα δύο ρεύματα κυκλοφορίας πλησιάζουν στον κυκλικό κόμβο αναγκάζονται να μειώσουν ταχύτητα μέχρι το σημείο εισόδου στον κόμβο. Έπειτα συνεχίζουν προς το κυκλοφορούμενο οδόστρωμα με την φυσική τους τροχιά, περνάνε γύρω από την κεντρική νησίδα και έπειτα εξέρχονται από τον κόμβο. Σε μερικές περιπτώσεις όμως λόγω της πορείας που θέλουν να ακολουθήσουν τα δύο οχήματα (ή για να αποφύγουν την κεντρική νησίδα), το ένα όχημα κόβει την πορεία του άλλου με αποτέλεσμα να έχουμε επικάλυψη των διαδρομών.



Σχήμα 5: Επικάλυψη Διαδρομών των Οχημάτων



Σχήμα 6: Ορθή Διαδρομή των Οχημάτων

Καμπύλες εξόδου

Οι καμπύλες εξόδων έχουν συνήθως μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας από τις καμπύλες εισόδων για να ελαχιστοποιούν την πιθανότητα συμφόρησης κατά την έξοδο. Αυτό επίσης εξισορροπεί την ανάγκη να διατηρηθούν οι χαμηλές ταχύτητες στην έξοδο έτσι ώστε να μπορούν να περνάνε οι πεζοί. Η ακτίνα καμπυλότητας κατά την έξοδο δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την ακτίνα καμπυλότητας της διαδρομής κυκλοφορίας γιατί τα οχήματα θα ταξιδεύουν πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα να κτυπάνε πάνω στη νησίδα ή να μπαίνουν στην παρακείμενη λωρίδα προσέγγισης. Δεν πρέπει

όμως να είναι και παρά πολύ μεγάλη για να εξασφαλίζει τις χαμηλές ταχύτητες και να επιτρέπει στους οδηγούς να περνάνε.

Σε κυκλικούς κόμβους με δύο λωρίδες κυκλοφορίας ο σχεδιασμός κατά την έξοδο είναι περίπλοκος. Για την αποφυγή της επικάλυψης των διαδρομών στην έξοδο, είναι σημαντικό η ακτίνα εξόδου να μην είναι πάρα πολύ μικρή. Εάν είναι πολύ μικρή τότε η κυκλοφορία στο εσωτερικό του κυκλοφορούμενου οδοστρώματος θα τείνει να βγει στην εξωτερική λωρίδα εξόδου.

Επίσης στις αστικές περιοχές, για την ασφάλεια των πεζών, πρέπει οι ταχύτητες πριν από την γραμμή απόδοσης να διατηρηθούν παρόμοιες με τις ταχύτητες μέσα στο κυκλοφορούμενο οδόστρωμα. Στα σημεία εξόδων οι ταχύτητες κυκλοφορίας θα πρέπει να είναι ακόμα πιο μικρές, δεδομένου ότι δεν υπάρχει αρκετή απόσταση για επιτάχυνση. Εάν οι ακτίνες των λωρίδων εισόδων και κυκλοφορίας είναι η κάθε μια 50m, οι ταχύτητες εξόδων θα είναι γενικά κάτω από 40Km/h ανεξάρτητα από την ακτίνα εξόδων.

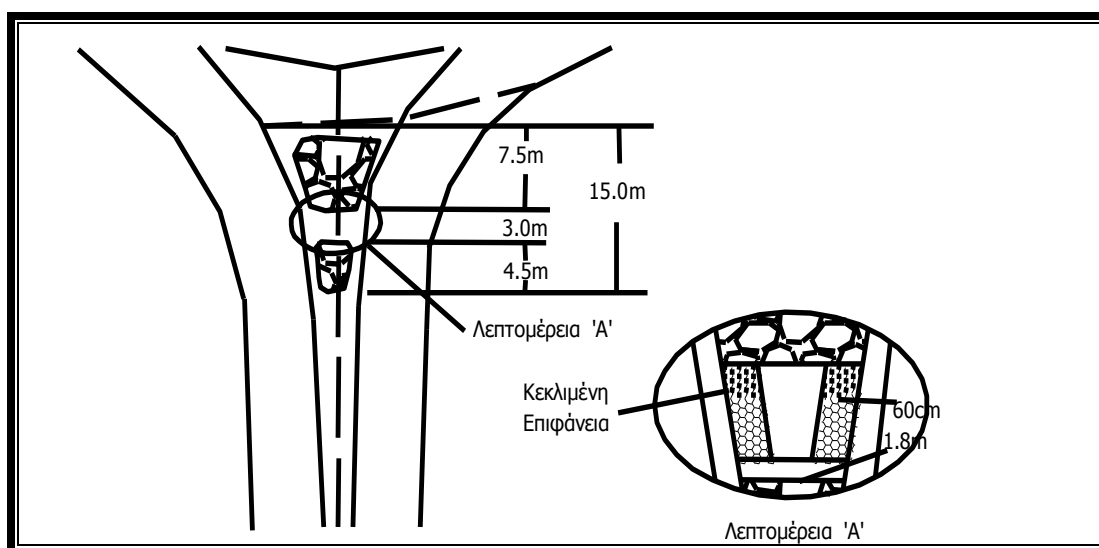
Διάβαση πεζών

Στις διαβάσεις πρέπει να υπάρχει μία ισορροπία μεταξύ της ασφάλειας, άνεσης των πεζών και των λειτουργιών του κυκλικού κόμβου. Η θέση της διάβασης και η απόσταση που αναγκάζεται ο πεζός να περπατήσει είναι τα δύο στοιχεία που πρέπει να μελετώνται. Η απόσταση πρέπει να είναι η ελάχιστη αλλιώς ο πεζός θα επιλέξει την κοντύτερη διαδρομή με αποτέλεσμα να εκτίθεται σε κίνδυνο και να αυξηθούν τα ατυχήματα πεζών – οχημάτων. Η θέση της διάβασης πρέπει να είναι σε τέτοια θέση έτσι ώστε οι πεζοί να διακρίνουν τα οχήματα που εισέρχονται και εξέρχονται από τον κόμβο. Το ελάχιστο πλάτος της διάβασης πρέπει να είναι 1.8m έτσι ώστε να εξυπηρετούνται πεζοί και ποδήλατα και το μήκος ανάλογα με τον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας. Το ύψος της διάβασης πρέπει να είναι στο ίδιο επίπεδο με το κυκλοφορούμενο οδόστρωμα έτσι ώστε να εξυπηρετούνται και τα αναπηρικά καροτσάκια.

Διαχωριστικές νησίδες ή μεσαίες νησίδες

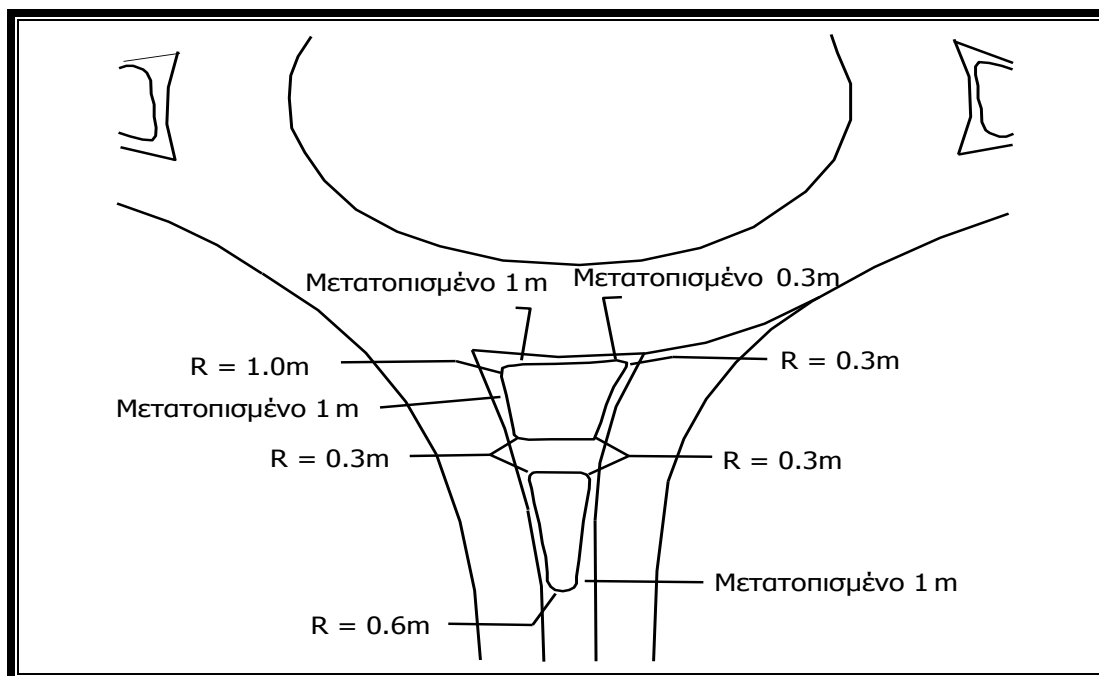
Η νησίδα αυτή παράσχει στους πεζούς καταφύγιο κατά την διασταύρωση, βοηθάει στον έλεγχο των ταχυτήτων, στην κυκλοφορία των οδηγών του κυκλικού κόμβου, διαχωρίζει τα ρεύματα κυκλοφορίας που μπαίνουν και βγαίνουν από τον κόμβο, αποτρέπει λανθασμένες μετακινήσεις και χρησιμεύει για επικόλληση πινακίδων. Οι νησίδες αυτές διαμορφώνονται βάση των καμπύλων εισόδου και εξόδου. Το συνολικό της μήκος πρέπει να είναι τουλάχιστο 15m, έτσι ώστε να παρέχει ικανοποιητικό καταφύγιο στους πεζούς και να προειδοποιεί τους πλησιάζοντας οδηγούς. Επιπλέον οι νησίδες πρέπει να επεκτείνονται και πέρα από το τέλος της καμπύλης εξόδου, για να αποτρέψουν τα οχήματα που βγαίνουν από τον κόμβο να μπουν στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας που μπαίνει στον κόμβο.

Η αύξηση του πλάτους της νησίδας οδηγεί σε μεγαλύτερο χωρισμό των δύο αντίθετων ρευμάτων κυκλοφορίας και αυξάνει το χρόνο για τους οδηγούς που πλησιάζουν στον κόμβο να διακρίνουν τα οχήματα που κυκλοφορούν μέσα στον κόμβο. Οι μεγαλύτερες νησίδες βοηθούν στο να μειώσουν την σύγχυση για την είσοδο των οχημάτων στον κόμβο. Έτσι ελαχιστοποιούνται τα ποσοστά ατυχημάτων κατά την είσοδο στον κόμβο. Στο **Σχήμα 7** φαίνεται ενδεικτικά μία διαχωριστική νησίδα.



Σχήμα 7: Ενδεικτική Διαχωριστική Νησίδα

Επίσης για μεγαλύτερη ασφάλεια των χρηστών του κόμβου συνίσταται να «σμιλεύονται» οι εσωτερικές γωνίες της διαχωριστικής νησίδας. Τέτοιο παράδειγμα φαίνεται στο **Σχήμα 8**.



Σχήμα 8: Ενδεικτική Διαχωριστική νησίδα

Μήκος ορατότητας

Είναι η απόσταση κατά μήκος του οδοστρώματος που χρειάζεται ένας οδηγός να αντιληφθεί ένα αντικείμενο στον κόμβο, να αντιδράσει και να πατήσει φρένο έτσι ώστε να μην κτυπήσει στο αντικείμενο. Η απόσταση αυτή πρέπει να ληφθεί υπόψη σε όλο τον κυκλικό κόμβο καθώς και στην έξοδο και στην είσοδο του.

Η απόσταση αυτή δίνεται από τον τύπο:

$$d = (0.278)(t)(V) + 0.039 \frac{V^2}{a}, \text{ όπου}$$

d = μήκος ορατότητας (m)

t = χρόνος αντίληψης και αντίδρασης του οδηγού (2.5 sec)

V = αρχική ταχύτητα (Km/h)

a = χρόνος καθυστέρησης οδηγού (3.4 m/s)

Ταχύτητα (Km/h)	Υπολογιζόμενο μήκος ορατότητας (m)
10	8.1
20	18.5
30	31.2
40	46.2
50	63.4
60	83
70	104.9
80	129
90	155.5
100	184.2

Πίνακας 6: Μήκος Ορατότητας

Απόσταση θέας διασταύρωσης

Είναι η απόσταση, που χρειάζεται ένας οδηγός για να αντιληφθεί και να αντιδράσει στην παρουσία οχημάτων που υπάρχει πιθανότητα να συγκρουστούν. Η απόσταση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της καθιέρωσης των επαρκών γραμμών θέας που επιτρέπουν στον οδηγό να δει και να αντιδράσει ακίνδυνα σε σχέση με τα οχήματα που πρόκειται να συγκρουστούν. Οι μόνες θέσεις ενός κυκλικού κόμβου που απαιτούν τέτοιου είδους μελέτη είναι τα σημεία εισόδου στον κόμβο. Συστήνεται η απόσταση αυτή να είναι μικρότερη από την απαραίτητη απόσταση γιατί οι υπερβολικές αποστάσεις οδηγούν σε μεγάλες ταχύτητες και μειώνουν την ασφάλεια.

Προσεγγιστική Ταχύτητα	Απόσταση θέας διασταύρωσης
20	36.1
25	45.2
30	54.2
35	63.2
40	72.3

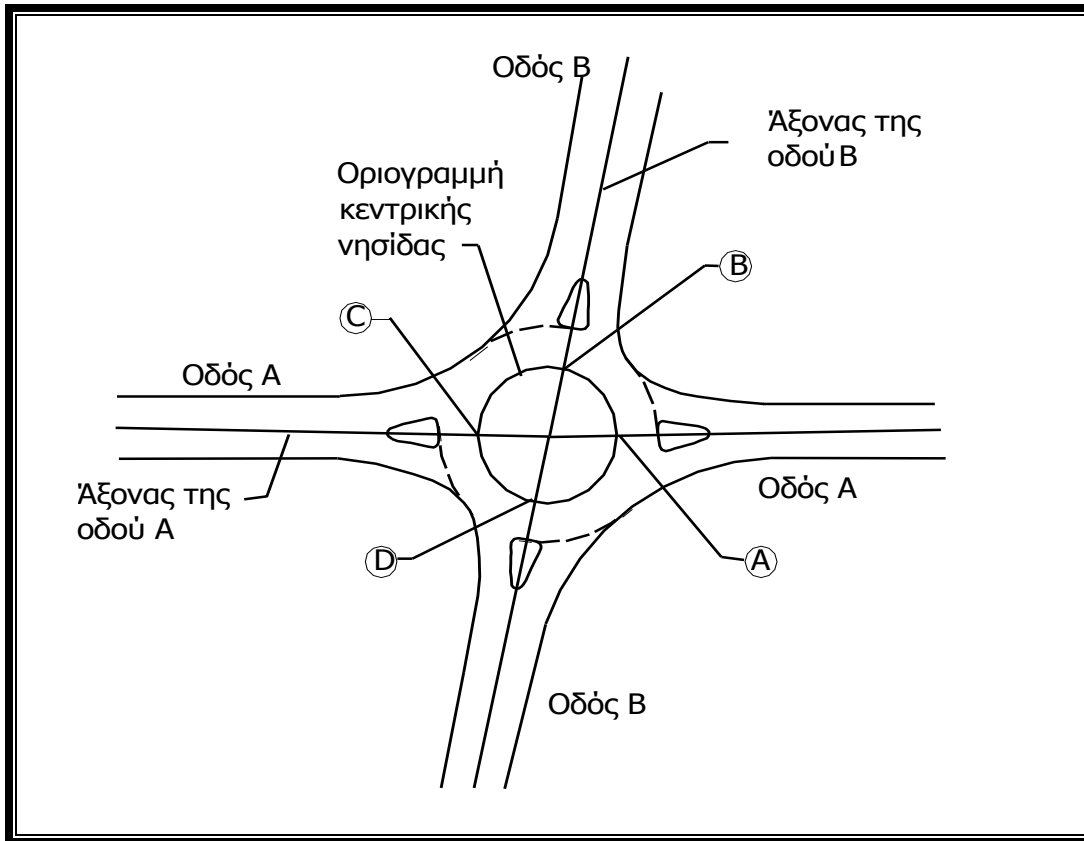
Πίνακας 7: Απόσταση Θέας Διασταύρωσης

Διαγράμματα Διατομών

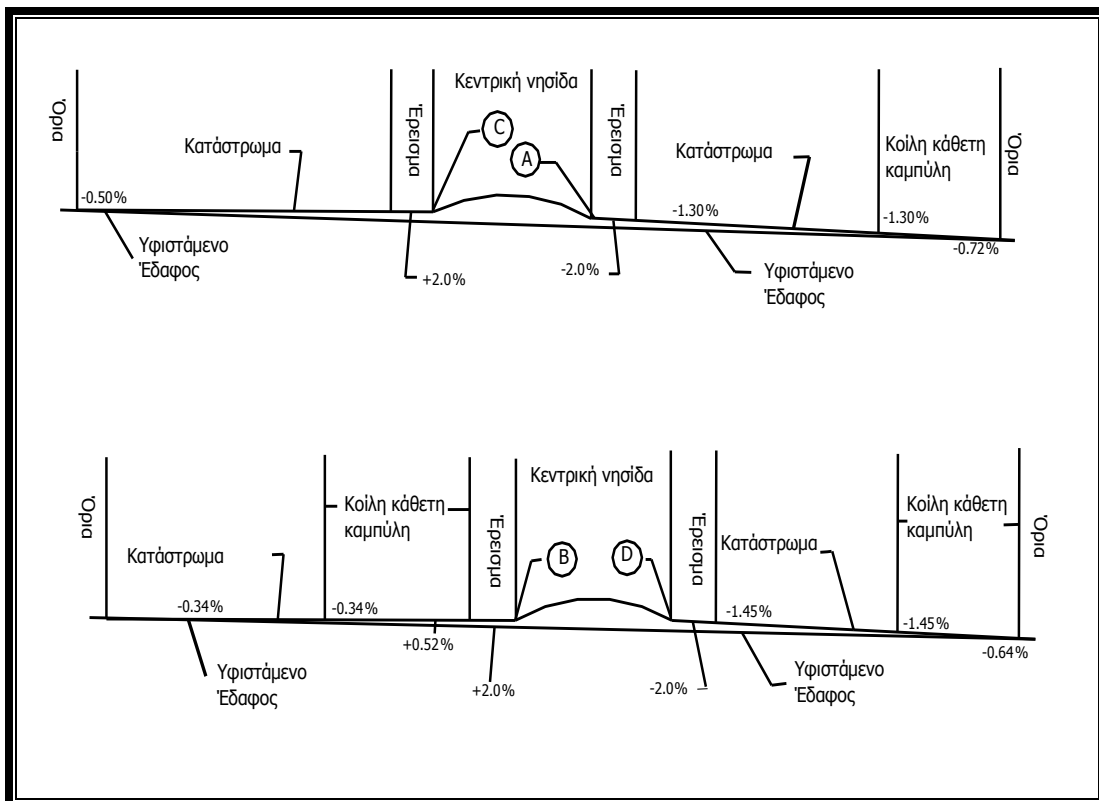
Σε κάθε κυκλικό κόμβο γίνονται διάφορα διαγράμματα διατομών. Συγκεκριμένα γίνονται οι διατομές των οδοστρωμάτων προσέγγισης με τις υπάρχουσες νησίδες. Η κλίση του οδοστρώματος του κυκλικού κόμβου πρέπει να είναι 2% μακριά από την κεντρική νησίδα. Αυτό γίνεται για τους παρακάτω λόγους:

- α) Εξυπηρετεί την ασφάλεια του κυκλικού κόμβου και κάνει την κεντρική νησίδα πιο ευδιάκριτη.
- β) Αναγκάζονται τα οχήματα να έχουν χαμηλές ταχύτητες.
- γ) Γίνεται ομαλότερα η είσοδος των οχημάτων από τις παρόδους προς τον κυκλικό κόμβο.
- δ) Βοηθά στην απορροή των όμβριων υδάτων από τον κυκλικό κόμβο.

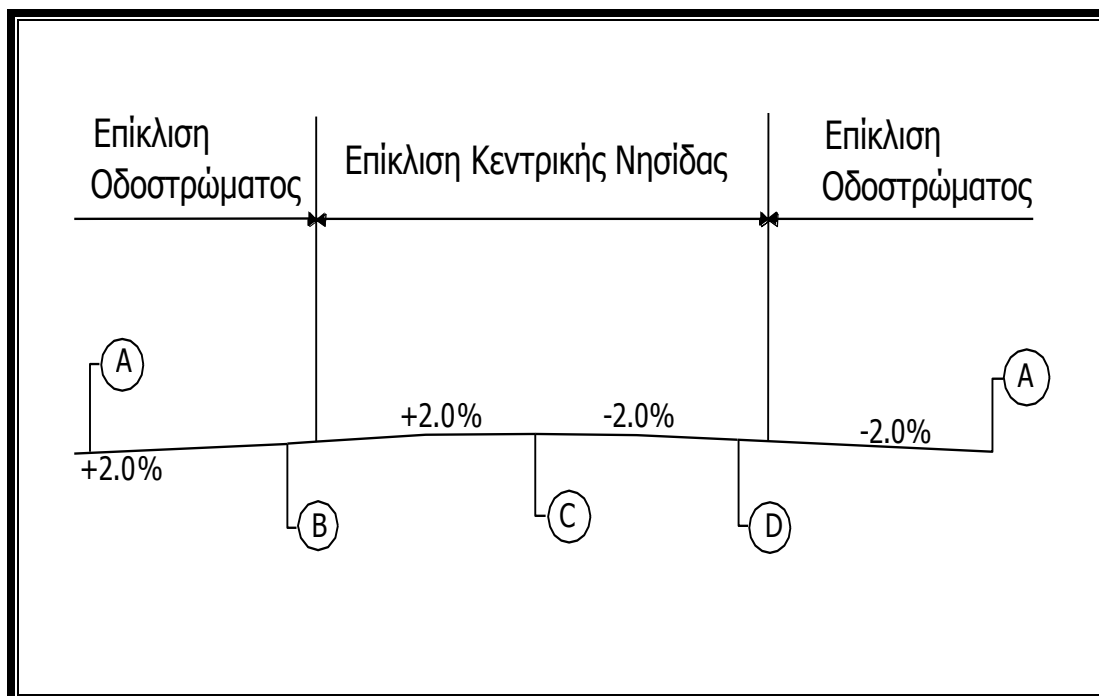
Τα **Σχήματα 9,10 και 11** παρουσιάζουν μια ενδεικτική μορφή κυκλικού κόμβου με τις χαρακτηριστικές διατομές του.



Σχήμα 9: Κάτοψη Κυκλικού Κόμβου



Σχήμα 10: Χαρακτηριστικές Διατομές



Σχήμα 11: Διατομή Κατά Μήκος Κεντρικής Νησίδας

Φρεάτια απορροής όμβριων υδάτων

Σε κυκλικούς κόμβους τα φρεάτια απορροής των όμβριων υδάτων τοποθετούνται ανάλογα με την επίκλιση του κυκλοφορούμενου οδοστρώματος. Αν το οδόστρωμα κλείνει προς την κεντρική νησίδα τότε τα φρεάτια τοποθετούνται κατά μήκος της κεντρικής νησίδας. Αντιθέτως εάν το οδόστρωμα κλείνει προς την εξωτερική πλευρά του κυκλικού κόμβου τότε τα φρεάτια θα τοποθετηθούν στην εξωτερική πλευρά. Κατά τον σχεδιασμό ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο να μην τοποθετούνται φρεάτια σε περιοχές διαβάσεων πεζών.

Θέσεις στάθμευσης

Οι θέσεις αυτές πρέπει να απαγορευθούν κοντά σε κυκλικό κόμβο. Αν αυτό δεν είναι εφικτό τότε πρέπει να τοποθετούνται σε αρκετή απόσταση μακριά από τον κυκλικό κόμβο έτσι ώστε να μην εμποδίζεται η ορατότητα των πεζών που θέλουν να διασχίσουν τον δρόμο.

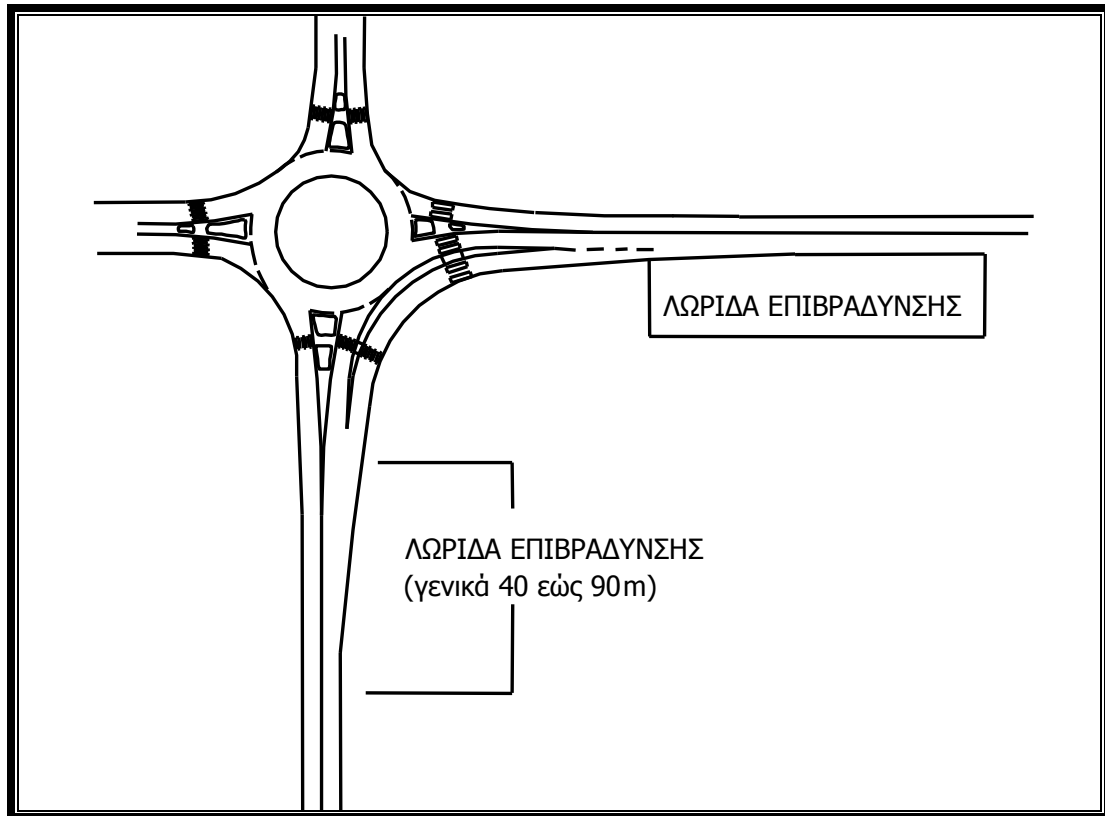
Λωρίδα επιτάχυνσης δεξιάς στροφής

Αυτού του τύπου οι παρακάμψεις πρέπει, ειδικά στις αστικές περιοχές, να αποφεύγονται γιατί υπάρχει μεγάλος αριθμός πεζών και ποδηλάτων. Επίσης αναπτύσσονται μεγάλες ταχύτητες γιατί ο οδηγός δεν αναγκάζεται να σταματήσει με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι συγκρούσεις με τους πεζούς. Σε περιπτώσεις όμως που η κίνηση αυτή έχει μεγάλο φόρτο βελτιώνει την κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου.

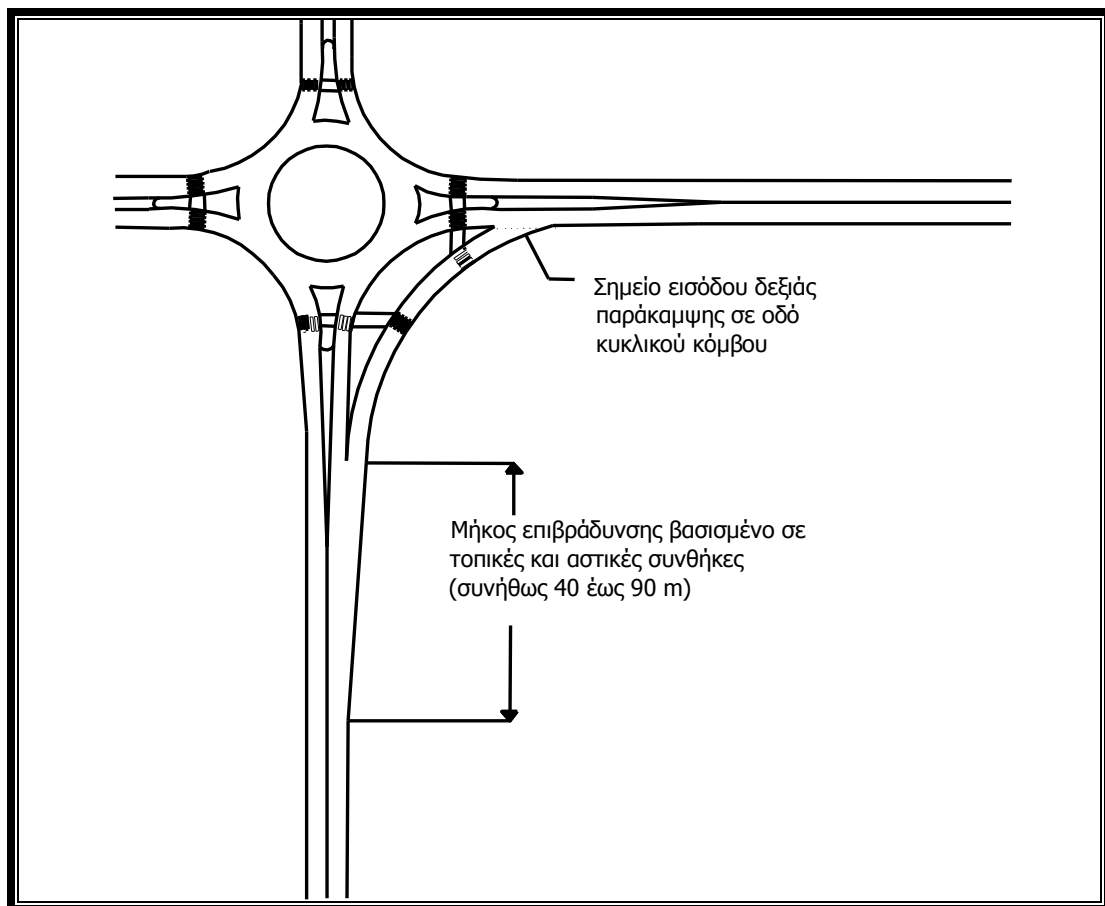


Εικόνα 1: Παράκαμψη Δεξιάς Στροφής

Υπάρχουν δύο τρόποι κατασκευής παρακάμψεων δεξιάς στροφής όπως φαίνεται στα **Σχήματα 12 και 13**. Οι ταχύτητες των λωρίδων αυτών πρέπει να είναι σχεδόν οι ίδιες με αυτές του κυκλικού κόμβου έτσι ώστε να γίνεται με ασφάλεια η ένταξη του οχήματος από την λωρίδα επιβράδυνσης στις λωρίδες κυκλοφορίας. Επίσης η ύπαρξη μίας μικρής ακτίνας καμπυλότητας εξασφαλίζει μεγαλύτερη ασφάλεια για τους πεζούς.



Σχήμα 12: 1^{ος} Τρόπος Κατασκευής Δεξιάς Παράκαμψης



Σχήμα 13: 2^{ος} Τρόπος Κατασκευής Δεξιάς Παράκαμψης

4.5 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΥΚΛΙΚΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

Από μελέτες έχει προκύψει ότι ένα από τα οφέλη της εγκατάστασης κυκλικού κόμβου είναι η βελτίωση της γενικής απόδοσης ασφάλειας. Μπορούν να βελτιώσουν την ασφάλεια των ισόπεδων κόμβων με την εξάλειψη ή την αλλαγή των τύπων σύγκρουσης, με τη μείωση των ταχυτήτων στους ισόπεδους κόμβους και με τον καταναγκασμό των οδηγών για να μειώσουν τις ταχύτητες καθώς προχωρούν εντός και μέσω του κόμβου.

Η ασφάλεια είναι καλύτερη στους μικρούς και μεσαίους κυκλικούς κόμβους (μικροί από άποψη κυκλοφοριακής ικανότητας) απ' ό,τι στους μεγάλους ή πολλών λωρίδων κυκλικών κόμβων. Ενώ η συχνότητα των συντριβών γενικά είναι μικρή, οι μειώσεις συντριβής είναι εντονότερες για τα μηχανοκίνητα οχήματα, λιγότερο έντονες για τους πεζούς, και διαφορετικές για τα ποδήλατα.

Οι λόγοι για το αυξανόμενο επίπεδο ασφάλειας στους κυκλικούς κόμβους είναι:

- Οι διασταυρώσεις κυκλικής κυκλοφορίας έχουν λιγότερα σημεία σύγκρουσης σε σύγκριση με τους συμβατικούς ισόπεδους κόμβους. Η πιθανότητα για τις επικίνδυνες μετωπικές συγκρούσεις, όπως η δεξιά γωνία και η αριστερή στροφή, αποβάλλονται με τη χρήση κυκλικών κόμβων.
- Οι χαμηλές απόλυτες ταχύτητες που συνδέονται με τις διασταυρώσεις κυκλικής κυκλοφορίας δίνουν περισσότερο χρόνο στους οδηγούς για να αντιδράσουν στις πιθανές συγκρούσεις.
- Δεδομένου ότι οι περισσότεροι ταξιδιώτες (οδικοί χρήστες), έχουν χαμηλές σχετικές ταχύτητες, η δριμύτητα συντριβής μπορεί να μειωθεί έναντι μερικών συνηθισμένων ελεγχόμενων ισόπεδων κόμβων.
- Οι πεζοί χρειάζονται μόνο μια κατεύθυνση κυκλοφορίας και ο χρόνος που απαιτείται για να περάσουν κάθε προσέγγιση κυκλικού κόμβου είναι μικρότερος, όπως συγκρίνεται με μη σηματοδοτούμενους ισόπεδους κόμβους. Οι θέσεις σύγκρουσης

μεταξύ των οχημάτων και των πεζών γενικά δεν επηρεάζονται από την παρουσία ενός κυκλικού κόμβου, αν και τα οχήματα σύγκρουσης προέρχονται από μια καθορισμένη οδό του κυκλικού κόμβου (και έτσι οι πεζοί έχουν λιγότερες θέσεις για να ελέγξουν για τα εμπλεκόμενα οχήματα). Επιπλέον, οι ταχύτητες των αυτοκινητιστών που εισέρχονται και που εξέρχονται σε έναν κυκλικό κόμβο μειώνονται με το καλό σχεδιασμό του κόμβου.

- Για το σχεδιασμό ενός κυκλικού κόμβου, η ασφάλεια μπορεί να βελτιστοποιηθεί όχι μόνο με το να στηριχθεί στην καταγεγραμμένη προηγούμενη απόδοση των διασταυρώσεων κυκλικής κυκλοφορίας γενικά, αλλά πρώτιστα με τη "Εφαρμογή" όλης της γνώσης σχεδιασμού. Για τη βέλτιστη ασφάλεια κυκλικών κόμβων και τη λειτουργική απόδοση τους τα εξής πρέπει να σημειωθούν:
 1. η ελαχιστοποίηση του αριθμού των πιθανών συγκρούσεων σε οποιοδήποτε γεωμετρικό χαρακτηριστικό θα πρέπει να μειώσει το ποσοστό και τη δριμύτητα συντριβής των οχημάτων,
 2. η ελαχιστοποίηση της πιθανής σχετικής ταχύτητας μεταξύ δύο οχημάτων στο σημείο της σύγκρουσης θα ελαχιστοποιήσει το ποσοστό και τη δριμύτητα συντριβής οχημάτων (μπορεί επίσης να βελτιστοποιήσει την κυκλοφοριακή ικανότητα). Για να μειωθεί η πιθανή σχετική ταχύτητα μεταξύ των οχημάτων, είτε οι απόλυτες ταχύτητες και των δύο οχημάτων πρέπει να μειωθούν ή η γωνία μεταξύ των διαδρομών των οχημάτων πρέπει να μειωθεί. Οι χαμηλότερες απόλυτες ταχύτητες θα συνεισφέρουν επιπλέον στην ασφάλεια των πεζών,
 3. ο περιορισμός της μέγιστης αλλαγής στην ταχύτητα μεταξύ των διαδοχικών οριζόντιων γεωμετρικών στοιχείων θα ελαχιστοποιήσει το ενιαίο ποσοστό και τη δριμύτητα συντριβής οχημάτων.

Εμπλοκές

Η συχνότητα των συντριβών σε έναν κυκλικό κόμβο συσχετίζεται με τον αριθμό των σημείων σύγκρουσης σε έναν ισόπεδο κόμβο, καθώς επίσης και το μέγεθος των συγκρουόμενων ροών σε κάθε σημείο σύγκρουσης. Ένα σημείο σύγκρουσης είναι μια θέση όπου οι διαδρομές δύο μηχανοκίνητων οχημάτων, ή ένα όχημα και ένα ποδήλατο ή μια για τους πεζούς σειρά αναμονής, αποκλίνουν, συγχωνεύονται, ή διασταυρώνονται μεταξύ τους.

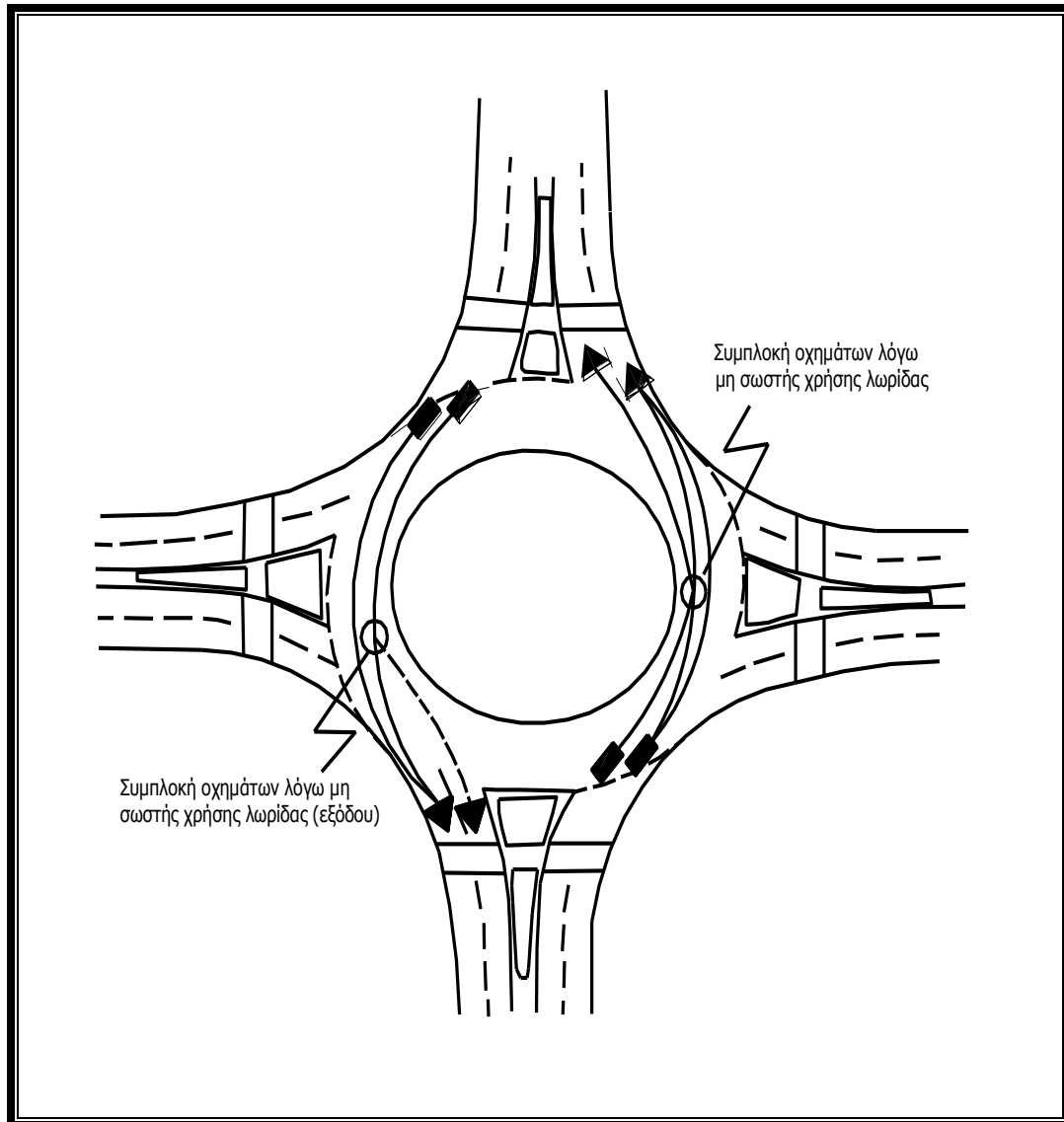
Εκτός από τις συγκρούσεις με άλλους οδικούς χρήστες, η κεντρική νησίδα ενός κυκλικού κόμβου παρουσιάζει έναν ιδιαίτερο κίνδυνο, που μπορεί να οδηγήσει στην συντριβή ενός-οχήματος που τείνουν να εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των περιόδων χαμηλών εντάσεων του κυκλοφοριακού φόρτου. Στις διαγώνιες διασταυρώσεις, πολλές τέτοιες παραβιάσεις μπορούν να μην καταγραφούν εκτός αν η σύγκρουση γίνει με ένα άλλο όχημα.

Οι κυκλικοί κόμβοι δύο λωρίδων κυκλοφορίας, λόγω της παρουσίας πρόσθετων λωρίδων εισόδου και της συνοδευτικής ανάγκης να κατασκευαστούν ευρύτερα κυκλοφοριακά οδοστρώματα και οι λωρίδες εξόδου, εισάγουν πρόσθετες συγκρούσεις. Συνεπώς για τον λόγο αυτό πρέπει να γίνεται η χρήση ενός ελάχιστου απαραίτητου αριθμού λωρίδων εισόδου, κυκλοφορίας και εξόδου, υπό τον όρο της εκτίμησης της κυκλοφοριακής ικανότητας.

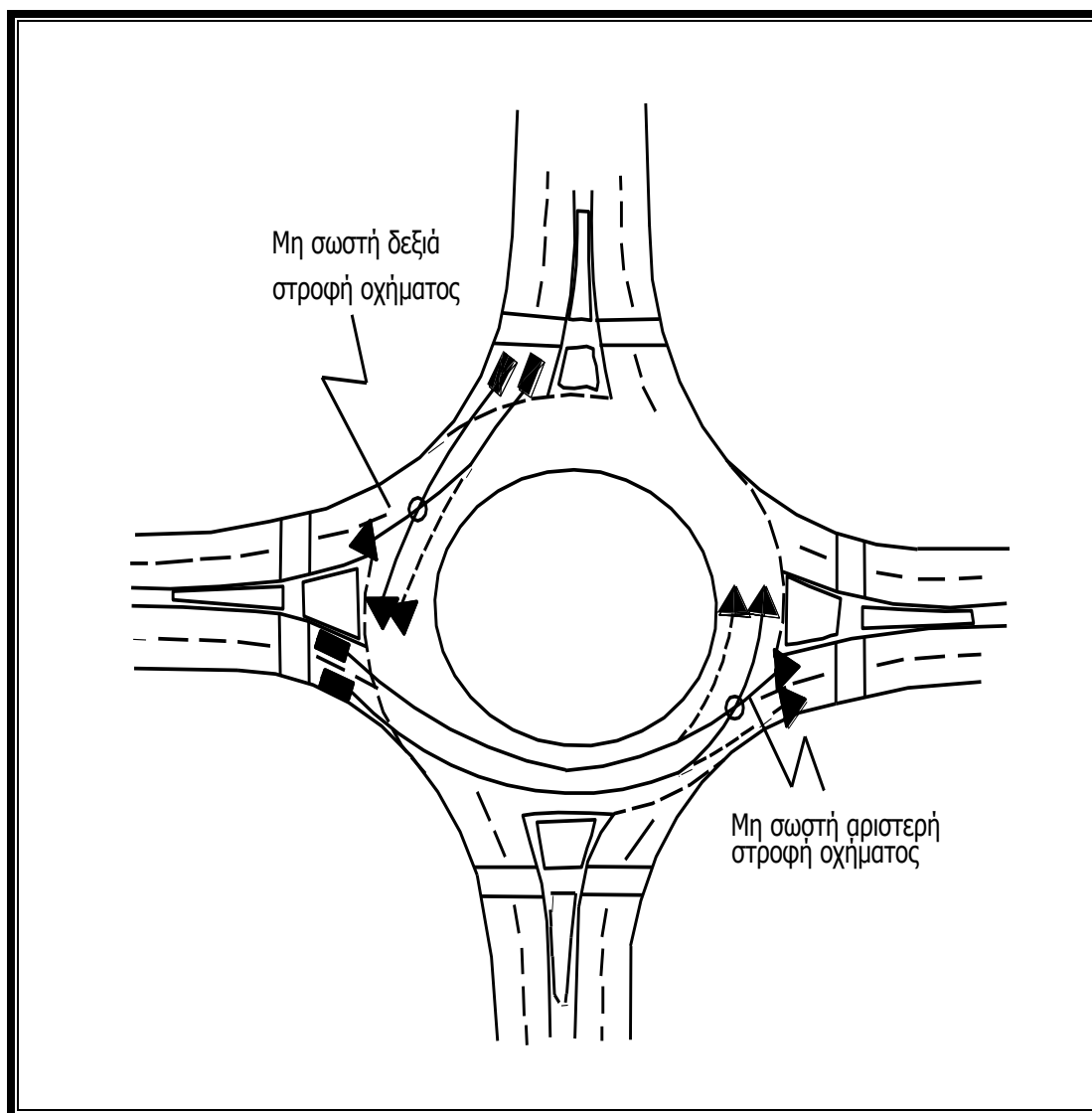
Ο αριθμός των τροχαίων και των σημείων σύγκρουσης πεζών αυξάνεται αρκετά όταν υπάρχουν πρόσθετες λωρίδες προσέγγισης.

Οι τύποι συγκρούσεων που παρουσιάζονται στις πολλών λωρίδων κυκλοφορίας κυκλικών κόμβων εμφανίζονται όταν οι οδηγοί χρησιμοποιούν την μη σωστή λωρίδα ή κάνουν μια ανάρμωση στροφή. Αυτοί οι τύποι συγκρούσεων απεικονίζονται στα **Σχήματα 14 και 15**, αντίστοιχα. Ενώ, αυτοί οι τύποι συγκρούσεων μπορούν επίσης να είναι παρόντες σε άλλες μορφές ισόπεδων κόμβων, μπορούν να είναι επικρατούντες με οδηγούς που δεν γνωρίζουν τη λειτουργία των ισόπεδων κόμβων. Οι συγκρούσεις που απεικονίζονται στο **Σχήμα 15**, ειδικότερα, μπορούν να δημιουργηθούν με την μη παροχή μιας κατάλληλης γεωμετρίας σχεδιασμού που επιτρέπει στα

οχήματα να ταξιδέψουν δίπλα-δίπλα σε όλο το μήκος του κυκλικού κόμβου. Οι δύο τύποι συγκρούσεων μπορούν επίσης να μειωθούν μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης των οδηγών.



Σχήμα 14:1^{ος} τύπος Σύγκρουσης



Σχήμα 15: 2^{ος} Τύπος Σύγκρουσης

Παρόλο που ο αριθμός των συγκρούσεων δείχνει να είναι αυξημένος στους πολλών λωρίδων κυκλοφορίας κυκλικών κόμβων, η ολική δριμύτητα των συγκρούσεων είναι γενικά μικρότερη από τους εναλλακτικά ισόπεδους κόμβους γιατί είναι γενικά αργόστροφες πλευρικές συγκρούσεις.

4.6 ΣΗΜΑΝΣΗ

Η γενική έννοια για την σήμανση των κυκλικών κόμβων είναι παρόμοια με τη γενική σήμανση της διασταύρωσης. Ο κατάλληλος ρυθμιστικός έλεγχος είναι η προοδευτική προειδοποίηση και η κατευθυντική καθοδήγηση, που

απαιτούνται για να αποφευχθούν τα σχετικά προβλήματα που θα παρουσιαστούν στον οδηγό. Η σήμανση πρέπει να τοποθετείται όπου έχουμε τη μέγιστη ορατότητα για τους οδικούς χρήστες, για τους πεζούς καθώς επίσης και τους μοτοσικλετιστές και τους ποδηλατιστές, οι οποίοι είναι οι πιο τρωτοί χρήστες στους κυκλικούς κόμβους. Οι σημάνσεις είναι διαφορετικές για τις αστικές και αγροτικές περιοχές καθώς επίσης και για τις διάφορες κατηγορίες των κυκλικών κόμβων.

Η σήμανση ενός κυκλικού κόμβου αποτελείται από τις πινακίδες σήμανσης (κατακόρυφη σήμανση) και από τη διαγράμμιση του οδοστρώματος (οριζόντια σήμανση).

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΗΜΑΝΣΗ

Ανάλογα με το περιεχόμενο τους, δηλαδή το είδος του μηνύματος, οι πινακίδες σήμανσης διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- ❑ πινακίδες αναγγελίας κινδύνου
- ❑ ρυθμιστικές πινακίδες της κυκλοφορίας
- ❑ πληροφοριακές πινακίδες
- ❑ πρόσθετες πινακίδες

Πινακίδες αναγγελίας κινδύνου

Χρησιμοποιούνται για να προειδοποιήσουν τους οδηγούς για πιθανούς κινδύνους που θα συναντήσουν και καταδεικνύουν την ανάγκη για επιπλέον προσοχή από μέρος τους. Η χρήση πινακίδων αναγγελίας κινδύνου συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της οδικής ασφάλειας. Οι εν λόγω πινακίδες πρέπει να τοποθετούνται σε ικανές αποστάσεις πριν απ' τον επικείμενο κίνδυνο ώστε να δίνουν στους οδηγούς αρκετό χρόνο να επεξεργαστούν το προειδοποιητικό μήνυμα προκειμένου να αντιδράσουν κατάλληλα πριν φτάσουν στο σημείο κινδύνου.

Ρυθμιστικές πινακίδες της κυκλοφορίας

Τοποθετούνται για να πληροφορούν εκείνους που χρησιμοποιούν τον κόμβο για ειδικές υποχρεώσεις, περιορισμούς ή απαγορεύσεις προς τις οποίες πρέπει οπωσδήποτε να συμμορφωθούν.

Πληροφοριακές και Πρόσθετες πινακίδες

Οι πληροφοριακές πινακίδες τοποθετούνται για την παροχή πληροφοριών που σχετίζονται με την οδό (κατεύθυνση, χιλιομέτρηση, τοπωνυμίες, επιβεβαιώσεις και εγκαταστάσεις).

Οι πρόσθετες πινακίδες είναι μικρές πινακίδες που τοποθετούνται πάντοτε σε συνδυασμό με άλλες πινακίδες σήμανσης από τις παραπάνω κατηγορίες.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗ

Η χρήση των πινακίδων σήμανσης συμπληρώνεται από τις διαγραμμίσεις του οδοστρώματος που είναι γνωστές και σαν οριζόντια σήμανση. Οι διαγραμμίσεις περιλαμβάνουν μια ποικιλία σημάτων, γραμμών και γραμμάτων που χρωματίζονται στην επιφάνεια του οδοστρώματος για να καθοδηγήσουν την κυκλοφορία, να καθορίσουν ειδικές περιοχές του οδοστρώματος ή τέλος για να καταστήσουν ορισμένα επικίνδυνα σημεία της οδού περισσότερο εμφανή.

Η αποδοτικότητα των διαγραμμίσεων εξαρτάται από την ορθή σχεδίαση τους ώστε να είναι σαφείς και ευδιάκριτες και από την αντίθεση των χρωμάτων τους με εκείνα του περιβάλλοντος χώρου.

Το κύριο έργο του οδηγού, εκτός από τον έλεγχο της ταχύτητας, είναι ο έλεγχος της θέσης του οχήματος στην οδό τόσο σε σχέση με τα άκρα του οδοστρώματος ή των λωρίδων κυκλοφορίας όσο και ως προς τα άλλα αυτοκίνητα που βρίσκονται δίπλα του, εμπρός ή πίσω. Οι διαγραμμίσεις που

δείχνουν τα άκρα της οδού και τον διαχωρισμό των λωρίδων προσφέρουν σημαντική βοήθεια σε αυτό το έργο του οδηγού. Τα πλεονεκτήματα της διαγράμμισης για την οπτική καθοδήγηση γίνονται ιδιαίτερα σημαντικά όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι καλές, ή την νύχτα όταν το μάτι δεν μπορεί να διακρίνει τα στοιχεία που περιβάλλουν την οδό. Επίσης, αν ο οδηγός θαμπωθεί από τους φανούς αυτοκινήτου που έρχεται από την αντίθετη κατεύθυνση, μπορεί να ελέγχει την θέση του με βάση την διαγράμμιση στην άκρη της οδού, αποφεύγοντας έτσι να κοιτά μπρος.

Οι διαγραμμίσεις τοποθετούνται επίσης για να ρυθμίζουν την κυκλοφορία στην οδό υποδεικνύοντας (π.χ τις λωρίδες επιτάχυνσης, επιβράδυνσης, στάθμευσης κλπ.), ή σαν απαγορευτικά σήματα (π.χ. συνεχής γραμμή που απαγορεύεται η διάβαση της). Ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο ρόλος τους για την διευθέτηση της κυκλοφορίας σε διασταυρώσεις (βέλη, νησίδες, γραμμές στοπ).

Οι διαγραμμίσεις αυτές καθοδηγούν την κυκλοφορία, διευκολύνουν ή επιβάλλουν την λήψη αποφάσεων για την πορεία του αυτοκινήτου και προειδοποιούν τον οδηγό για τον κίνδυνο που αντιμετωπίζει αφήνοντας μια συγκεκριμένη λωρίδα.

Οι διαγραμμίσεις αυτές μπορούν να είναι εγκάρσιες ή κατά μήκος του κυκλοφορούμενου οδοστρώματος. Οι κατά μήκος διαγραμμίσεις αποτελούνται από συνεχείς ή διακεκομμένες γραμμές ή και τα δύο. Οι διακεκομμένες γραμμές έχουν κυρίως καθοδηγητική σημασία ενώ οι συνεχείς καθορίζουν τα όρια απαγορευμένων περιοχών και δεν επιτρέπεται η διάβαση τους. Οι εγκάρσιες διαγραμμίσεις χρησιμοποιούνται για να οριοθετήσουν την προσέγγιση εισόδων από το κυκλοφοριακό οδόστρωμα και εκτείνονται κατά μήκος του εγγεγραμμένου κύκλου του κυκλικού κόμβου. Καμιά εγκάρσια διαγράμμιση δεν πρέπει να τοποθετείται κατά την έξοδο από τον κυκλικό κόμβο. Τέτοιου είδους διαγραμμίσεις είναι:

□ Γραμμές διακοπής πορείας, οι οποίες είναι κάθετες στην κυκλοφορία και τοποθετούνται για να δείξουν στον οδηγό ότι πρέπει να σταματήσει προσωρινά την κίνηση του οχήματος. Οι γραμμές αυτές μπορούν να συνοδεύονται και από την λέξη STOP, η οποία αναγράφεται στο οδόστρωμα.

□ Γραμμές παραχώρησης προτεραιότητας, οι οποίες είναι διακεκομμένες και δείχνουν τα σημεία όπου ο οδηγός υποχρεώνεται να παραχωρήσει προτεραιότητα.

□ Διαβάσεις πεζών, οι οποίες είναι γραμμές παράλληλες με την κατεύθυνση της κυκλοφορίας των οχημάτων. Το διάστημα μεταξύ των γραμμών πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το πλάτος των γραμμών και όχι μεγαλύτερο από το διπλάσιο του.

4.7 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Για να λειτουργήσει ικανοποιητικά μια διασταύρωση κυκλικής κυκλοφορίας, θα πρέπει να δίνει την δυνατότητα στον οδηγό να μπει στη διασταύρωση κυκλικής κυκλοφορίας, να κινηθεί μέσω του κυκλοφορούντος οδοστρώματος, και να χωρίσει από τα κυκλοφορούντα ρεύματα κατά τρόπο ασφαλή και αποδοτικό. Για να ολοκληρώσει αυτό ένας οδηγός πρέπει να είναι σε θέση να αντιληφθεί το γενικό σχεδιάγραμμα και τη λειτουργία της διασταύρωσης για να κάνει εγκαίρως τους κατάλληλους ελιγμούς. Ο επαρκής φωτισμός πρέπει επομένως να παρασχεθεί σε όλες τις διασταυρώσεις κυκλικής κυκλοφορίας.

5. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Οι προτεινόμενες λύσεις οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω είναι:

- Αστικός Κυκλικός Κόμβος δύο λωρίδων κυκλοφορίας.
- Φωτεινή Σηματοδότηση επί των οδών Φιλικής Εταιρίας και Δερβενακίων.
- Μονοδρόμηση της Φιλικής Εταιρίας.
- Υποβάθμιση της οδού Λαρίσης και Αστικός Κυκλικός Κόμβος δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

5.1 ΚΥΚΛΙΚΟΣ ΚΟΜΒΟΣ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Η πρώτη προτεινόμενη λύση είναι η διαμόρφωση του κόμβου σε κυκλικό κόμβο δύο λωρίδων κυκλοφορίας με πέντε κλάδους. Έχει διαπιστωθεί ότι ένα από τα οφέλη της εγκατάστασης κυκλικού κόμβου είναι η βελτίωση της γενικής απόδοσης ασφάλειας. Αυτό επιτυγχάνεται με την εξάλειψη ή την αλλαγή των τύπων σύγκρουσης, με τη μείωση των ταχυτήτων και με τον καταναγκασμό των οδηγών να μειώσουν τις ταχύτητες καθώς προχωρούν εντός και μέσω του κόμβου.

Το όριο κυκλοφοριακής ικανότητας για έναν ισόπεδο κυκλικό κόμβο με υψηλά πρότυπα διαμόρφωσης είναι 3000 περίπου εισερχόμενα οχήματα την ώρα σε όλα τα σκέλη. Η κυκλοφοριακή ικανότητα ενός κυκλικού κόμβου καθορίζεται συνήθως από τους φόρτους στην πιο κρίσιμη περιοχή πλέξης του κόμβου. Ο υπολογισμός των ροών κυκλοφορίας εισόδου σε έναν ισόπεδο κυκλικό κόμβο είναι σημαντικός, όμως είναι συχνά περίπλοκος, ιδιαίτερα εάν μια διατομή έχει περισσότερες από τέσσερις προσεγγίσεις όπως στην περίπτωση μας.

Για τον προτεινόμενο με πέντε κλάδους κυκλικό κόμβο οι εξισώσεις 1 μέχρι 5 μπορούν να εφαρμοστούν για να καθοριστούν τα εμπλεκόμενα ποσοστά ροής κυκλοφορίας, όπως εμφανίζονται γραφικά στο σχήμα που βρίσκεται στο παράρτημα 3.

$$VM\Lambda = VM\Delta + VM\Phi + VMB + V\Phi\Delta + V\Delta\Lambda + VB\Phi \quad (1)$$

$$VM\Lambda = 151+147+133+25+125+67 = 648 \text{ οχ/ώρα}$$

$$V\Lambda\Delta = V\Lambda\Phi + V\Lambda B + V\Lambda M + V\Delta\Phi + VM\Phi + VMB \quad (2)$$

$$V\Lambda\Delta = 114+805+368+67+147+133 = 1529 \text{ οχ/ώρα}$$

$$V\Delta\Phi = V\Delta B + V\Delta M + V\Delta\Lambda + VMB + V\Lambda B + V\Lambda M \quad (3)$$

$$V\Delta\Phi = 805+368+133+60+155+84 = 1605 \text{ οχ/ώρα}$$

$$V\Phi B = V\Phi M + V\Phi \Lambda + V\Phi \Delta + V\Delta M + V\Delta \Lambda + V\Lambda M \quad (4)$$

$$V\Phi B = 123+73+25+368+155+60 = 804 \text{ οχη/ώρα}$$

$$VBM = VB\Phi + VB\Delta + VB\Lambda + V\Phi \Delta + V\Phi \Lambda + V\Delta \Lambda \quad (5)$$

$$VBM = 725+125+36+60+73+25 = 1044 \text{ οχη/ώρα}$$

Συνεπώς εφαρμόζοντας τις παραπάνω εξισώσεις υπολογίζεται η ροή κυκλοφορίας εντός του κυκλικού κόμβου μπροστά από κάθε παρακείμενη νησίδα και η μεγαλύτερη τιμή από αυτές καθορίζει την κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου. Συγκεκριμένα ο κυκλοφοριακός φόρτος του παρόντος κυκλικού κόμβου είναι 1605 οχήματα ανά ώρα. Λεπτομερής υπολογισμός του κυκλοφοριακού φόρτου γίνεται στο **Πίνακα 6**.

ΚΙΝΗΣΕΙΣ	ΤΡΙΤΗ			ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ		ΣΑΒΒΑΤΟ	
	ΠΡΩΙ	ΜΕΣΗΜΕΡΙ	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	ΠΡΩΙ	ΜΕΣΗΜΕΡΙ	ΠΡΩΙ	ΜΕΣΗΜΕΡΙ
A1(BΛ)	711	660	382	725	702	472	484
A2(BM)	111	211	123	112	184	95	168
A3(BΔ)	115	125	55	114	114	60	90
A4(BΦ)	18	21	20	25	36	12	19
B1(ΛB)	464	739	485	507	805	344	560
B2(ΛΔ)	34	54	26	33	54	21	35
B3(ΛΦ)	58	114	51	53	105	37	67
B4(ΛM)	128	321	206	140	368	81	255
Γ1(ΦM)	53	123	77	52	96	37	94
Γ2(ΦΛ)	60	73	37	58	70	35	40
Γ3(ΦΔ)	16	25	14	13	25	17	15
Γ4(ΦB)	49	67	38	24	37	22	43
Δ1(MΔ)	139	124	119	151	127	105	97
Δ2(MΛ)	324	235	134	370	235	216	175
Δ3(MB)	123	128	103	133	131	93	123
Δ4(MΦ)	147	114	76	134	118	98	101
E1(ΔM)	92	134	121	90	146	82	155
E2(ΔΛ)	42	58	24	37	60	26	43
E3,E5(ΔB)	74	70	75	84	60	52	67
E4(ΔΦ)	27	32	23	26	32	21	25

Πίνακας 8: Κυκλοφοριακός Φόρτος του Κυκλικού Κόμβου

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κόμβου προέκυψαν από τα θεμελιώδη στοιχεία σχεδιασμού ενός κυκλικού κόμβου. Ο κόμβος θα αποτελείται από δυο λωρίδες κυκλοφορίας εφόσον αυτές θα αναλαμβάνουν δύο φορές σχεδόν το ποσοστό ροής εισόδου στον κόμβο σε σύγκριση με μια λωρίδα κυκλοφορίας, επιπλέον τα ευρύτερα κυκλοφοριακά οδοστρώματα θα επιτρέπουν στα οχήματα να ταξιδέψουν παράλληλα.

Τα πλάτη των λωρίδων εισόδων επιλέχτηκαν έτσι ώστε να εξασφαλίζεται το ελάχιστο πλάτος των 6m (τα πλάτη κυμαίνονται από 7.30m έως 9.30m). Το δε πλάτος του κυκλοφορούμενου οδοστρώματος διαμορφώθηκε με βάση την εγγεγραμμένη διάμετρος κύκλου αλλά και με βάση της συνθήκης ότι πρέπει να είναι τόσο ευρύ όσο και το πλάτος εισόδου. Η εγγεγραμμένη διάμετρος κύκλου σχεδιάστηκε 50m άρα το ελάχιστο πλάτος του κυκλοφορούμενου οδοστρώματος σχεδιάστηκε 9.30m. Η επιλογή της διαμέτρου έγινε με βάση την γενική ασφάλεια, δηλαδή για να διατηρούνται οι ταχύτητες σε χαμηλές τιμές (συνεπάγεται αύξηση της ασφάλειας) επιλέχθηκε μια σχετική μικρή διάμετρο.

Είναι γνωστό ότι ο κρισιμότερος στόχος σχεδιασμού ενός κόμβου είναι οι ταχύτητες που έχουν τα οχήματα μέσα στο κόμβο, γι' αυτό η συνιστώμενη μέγιστη ταχύτητα σχεδιασμού για αστικό κόμβο δύο λωρίδων κυκλοφορίας είναι 40km/h.

Γνωρίζοντας την ταχύτητα κυκλοφορίας υπολογίστηκαν το μήκος ορατότητας και η απόσταση θέας διασταύρωσης. Έτσι προέκυψαν αντίστοιχα οι αποστάσεις 46.2m και 72.3m.

Επίσης για να μειωθούν οι σχετικές ταχύτητες μεταξύ των ρευμάτων κυκλοφορίας δόθηκε μεγάλη προσοχή στον σχεδιασμό των ακτινών καμπυλότητας ούτως ώστε η R1 να είναι μικρότερη από την R2 και αυτή με την σειρά της να είναι μικρότερη από την R3. Για την ακτίνα R5, ισχύει ότι και για την R1. Με αυτό τον τρόπο δεν θα επιτευχθεί μόνο μια μείωση των σχετικών ταχυτήτων αλλά και μια μείωση των ατυχημάτων και μια ελαχιστοποίηση της πιθανότητας συμφόρησης κατά την έξοδο των οχημάτων.

Η διάμετρος της κυκλικής νησίδας προέκυψε από την διάμετρο του εγγεγραμμένου κύκλου και είναι 31.4m ενώ το συνολικό μήκος της

διαχωριστικής νησίδας επιλέχθηκε 15m, ένα μήκος ικανοποιητικό έτσι ώστε να παρέχει καταφύγιο στους πεζούς και να προειδοποιεί τους πλησιάζοντας οδηγούς.

Για μεγαλύτερη ασφάλεια όπως αναφέραμε και σε προηγούμενες παραγράφους είναι αναγκαία η τοποθέτηση της κατάλληλης σήμανσης τόσο κατακόρυφης όσο και οριζόντιας.

Όσον αφορά την κατακόρυφη σήμανση θεωρείται απαραίτητη μια προειδοποιητική πινακίδα με το σήμα της κυκλικής διασταύρωσης. Θα τοποθετηθεί στην κεντρική νησίδα απέναντι από κάθε είσοδο του κυκλικού κόμβου. Επίσης συνίσταται μια συμβουλευτική πινακίδα ταχύτητας να χρησιμοποιείται με αυτή την πινακίδα. Η ταχύτητα που δίνεται στην συμβουλευτική πινακίδα ταχύτητας πρέπει να είναι όχι υψηλότερη από την ταχύτητα σχεδιασμού του κυκλοφοριακού στρώματος.

Επιπλέον σε κάθε είσοδο στον κυκλικό κόμβο πρέπει να τοποθετηθεί σήμα STOP ή παραχώρησης προτεραιότητας έτσι ώστε να διεξάγεται ομαλά η ροή μέσα στον κυκλικό κόμβο.

Για να δοθεί η απαραίτητη προσοχή των οδηγών στους πεζούς, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια τους, πρέπει να τοποθετούνται πινακίδες διάβασης πεζών. Αυτές θα χρησιμοποιηθούν σε όλες τις εισόδους και εξόδους του κυκλικού κόμβου.

Συστήνεται σε κάθε έξοδο να τοποθετείται μια πληροφοριακή πινακίδα, η οποία θα υποδεικνύει τον προορισμό. Αυτού του είδους οι πινακίδες τοποθετούνται είτε στην διαχωριστική νησίδα είτε στην δεξιά πλευρά της εξόδου.

Για επιβεβαίωση της διαδρομής που ακολουθεί κατά την έξοδο του από τον κυκλικό κόμβο ο χρήστης, τοποθετείται σε απόσταση περίπου 30 μέτρων πέρα από την διασταύρωση μια συμβολική πινακίδα στην οποία αναγράφεται ο προορισμός.

Η οριζόντια σήμανση θα περιλαμβάνει μια ποικιλία σημάτων, γραμμών και γραμμάτων που χρωματίζονται στην επιφάνεια του οδοστρώματος για να καθοδηγήσουν την κυκλοφορία και να καθορίσουν ειδικές περιοχές του οδοστρώματος.

Συνίσταται να τοποθετηθούν οι γραμμές διακοπής πορείας, οι οποίες είναι κάθετες στην κυκλοφορία και τοποθετούνται για να δείξουν στον οδηγό ότι πρέπει να σταματήσει προσωρινά την κίνηση του οχήματος. Οι γραμμές αυτές μπορούν να συνοδεύονται και από την λέξη STOP, η οποία αναγράφεται στο οδόστρωμα. Επίσης απαραίτητες είναι οι γραμμές παραχώρησης προτεραιότητας, οι οποίες είναι διακεκομμένες και δείχνουν τα σημεία όπου ο οδηγός υποχρεώνεται να παραχωρήσει προτεραιότητα.

Τελικά βάση των παραπάνω γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κυκλικού κόμβου έγινε η σχηματική απεικόνιση του στην περιοχή. Η απεικόνιση αυτή φαίνεται στο παράρτημα 3.

5.2 ΡΥΘΜΙΣΗ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

Η δεύτερη προτεινόμενη λύση είναι η ρύθμιση της κυκλοφορίας, επί των οδών Δερβενακίων και Φιλικής Εταιρίας, με φωτεινούς σηματοδότες. Αυτό συνεπάγεται την κατάργηση της μέχρι τώρα κοινής σηματοδότησης.

Η λύση αυτή εφαρμόζεται μόνο υπό την προϋπόθεση ότι οι φόρτοι κυκλοφορίας των διασταυρούμενων ρευμάτων είναι υψηλοί. Η προϋπόθεση ικανοποιείται όταν για κάθε μία από οποιοσδήποτε οκτώ ώρες μιας μέσης ημέρας παρουσιάζονται οι ελάχιστες τιμές ωριαίων κυκλοφοριακών φόρτων που δίνονται στο **Πίνακα 9**.

Λωρίδες ανά πρόσβαση		Αριθμός οχημάτων ανά ώρα	
Κύρια οδός	Δευτερεύουσα οδός	Κύρια οδός (σύνολο και των δύο προσβάσεων)	Δευτερεύουσα οδός (πρόσβαση μεγαλύτερης κυκλοφορίας)
1	1	500	150
2 και άνω	1	600	150
2 και άνω	2 και άνω	600	200
1	2 και άνω	500	200

Πίνακας 9: Ελάχιστες Τιμές Ωριαίων Κυκλοφοριακών Φόρτων

Κατά την εγκατάσταση σηματοδότησης απαιτείται μια διεξοδική μελέτη των κυκλοφοριακών συνθηκών ώστε να προσδιοριστούν και να καθοριστούν το είδος και τα χαρακτηριστικά μεγέθη λειτουργίας του συστήματος. Πρέπει να γίνει μία κατάλληλη διαμόρφωση της περιοχής καθώς επίσης και υπολογισμός των χρόνων σηματοδότησης.

Οι οδοί Δερβενακίων και Φιλικής Εταιρίας πρέπει να καταλήγουν μεμονωμένα στην διασταύρωση έτσι ώστε να διευκολυνθεί η τοποθέτηση της φωτεινής σηματοδότησης. Επιπλέον για την ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων και την εξυπηρέτηση όσο το δυνατό περισσότερων οχημάτων, στην συγκεκριμένη χρονική διάρκεια του χρόνου πρασίνου, πρέπει η διαδρομή εκκένωσης να είναι μικρή.

Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίνεται στον υπολογισμό των περιόδων σηματοδότησης. Περίοδος είναι η χρονική διάρκεια που απαιτείται για μία πλήρη διαδοχή ενδείξεων των σηματοδοτών. Μεγαλύτερες περιόδοι εξυπηρετούν περισσότερα οχήματα ανά ώρα, δημιουργούν όμως μεγαλύτερες καθυστερήσεις. Γι' αυτό επιλέγονται οι μικρότερες δυνατές περιόδοι που μπορούν να εξυπηρετήσουν την τρέχουσα κυκλοφορία, ώστε να προκύπτει η ελάχιστη δυνατή καθυστέρηση.

Ο υπολογισμός της σηματοδότησης ενός υφιστάμενου κόμβου περιλαμβάνει τα εξής:

- Σχεδίαση της κάτοψης του κόμβου και καθορισμός καταρχήν της θέσης και αρίθμησης των σηματοδοτών, στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για διάφορους υπολογισμούς που ακολουθούν.
- Καθορισμός των ροών κορεσμού και των αναγκαίων φάσεων των κυκλοφοριακών ρευμάτων. Σύνταξη διαγραμμάτων κινήσεων κατά φάσεις.
- Υπολογισμός των ενδιάμεσων χρόνων μεταξύ πράσινων ενδείξεων.
- Επιλογή της σειράς διαδοχής των φάσεων.
- Υπολογισμός των απολυμμένων χρόνων και των χρησιμοποιούμενων χρόνων για κάθε φάση και συνολικά.
- Επιλογή της βέλτιστης περιόδου σηματοδότησης.
- Κατανομή του χρησιμοποιούμενου χρόνου στις διάφορες φάσεις σηματοδότησης.

Για όλα τα παραπάνω χρησιμοποιείται η κυκλοφοριακή ικανότητα κάθε πρόσβασης του κόμβου.

Η διαμόρφωση των οδών με τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά φαίνεται στο παράρτημα 3.

Επίσης στο παράρτημα 2 φαίνονται οι υπολογισμοί για τους ενδιάμεσους χρησιμοποιούμενους χρόνους μεταξύ των πράσινων ενδείξεων, ο συνολικός απολυμμένος χρόνος, η βέλτιστη και η ελάχιστη διάρκεια περιόδου, ο χρησιμοποιούμενος χρόνος πράσινης ένδειξης, οι χρόνοι καθυστέρησης και το

επίπεδο εξυπηρέτησης με την αμερικάνικη και την βρετανική μέθοδο τόσο για την υφιστάμενη κατάσταση όσο και για την προτεινόμενη λύση.

Επιπλέον στο παράρτημα 2 γίνονται οι πιο πάνω υπολογισμοί και για μία εναλλακτική λύση. Στην λύση αυτή απαγορεύονται οι κινήσεις Γ_2 , Γ_3 , E_3 , E_4 και E_5 . Έτσι ώστε να πραγματοποιούνται ταυτόχρονα οι κινήσεις από την οδό Δερβενακίων και Φιλικής Εταιρίας (χωρίς κοινή σηματοδότηση). Με αυτή την παραλλαγή επιτυγχάνουμε να έχουμε τέσσερις φάσεις κατά την περίοδο της φωτεινής σηματοδότησης όπως και στην υφιστάμενη κατάσταση.

Οι κινήσεις που απαγορεύονται πιο πάνω μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω παράλληλων οδών ανάλογα με την προέλευση και τον προορισμό τους.

5.3 ΜΟΝΟΔΡΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΦΙΛΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

Ένα από τα μέτρα βελτίωσης της κυκλοφοριακής ροής στον υφιστάμενο κόμβο είναι η μονοδρόμηση ενός τμήματος της οδού Φιλικής Εταιρείας. Με αυτό τον τρόπο απαγορεύονται κάποιες στρέφουσες κινήσεις και έτσι μειώνονται τα σημεία συνάντησης των κυκλοφοριακών ρευμάτων στην κρίσιμη περιοχή του κόμβου. Συγκεκριμένα οι κινήσεις που απαγορεύονται είναι οι A_4 , B_3 , Δ_4 , E_4 και E_5 , οι οποίες είναι κινήσεις που εισέρχονται στην οδό Φιλικής Εταιρείας.

Παρακάτω θα αναλυθούν τρεις πιθανές λύσεις στις οποίες υπάρχει δυνατότητα, τόσο από γεωμετρικής όσο και από λειτουργικής άποψης, οι κινήσεις αυτές να εκτραπούν από άλλες οδούς.

Πρώτη πρόταση είναι οι κινήσεις A_4 , B_3 , Δ_4 και E_5 να εισέρχονται στην οδό Φιλικής Εταιρείας μέσω των οδών Νεαπόλεως και Σκουφά ενώ η κίνηση E_4 μέσω της οδού Ξάνθου. Η οδός Φιλικής Εταιρείας μετά το σημείο συνάντησης της με τις οδούς Σκουφά και Ξάνθου, με κατεύθυνση προς την οδό Αθηνών, θα παραμείνει δρόμος διπλής κατεύθυνσης ενώ προς την οδό Λαρίσης μιας κατεύθυνσης.

Δεύτερη πρόταση είναι οι κινήσεις A_4 , B_3 , Δ_4 και E_5 να εισέρχονται στην οδό Φιλικής Εταιρείας μέσω δρόμου που θα αποτελεί την συνέχεια της οδού Παπαφλέσσα. Για να κατασκευαστεί ο δρόμος αυτός θα πρέπει να απαλλοτριωθεί μέρος της περιοχής μεταξύ των οδών Λογοθέτου και Γκούρα (στην περιοχή αυτή υπάρχουν συνεργεία αυτοκινήτων, αποθήκες δομικών υλικών και μονωτικών υλικών). Για μεγαλύτερη οδική ασφάλεια θα χρειαστεί να τοποθετηθούν φωτεινοί σηματοδότες στο σημείο συνάντησης των οδών Λαρίσης και Παπαφλέσσα, δημιουργώντας έτσι έναν ισόπεδο σηματοδοτούμενο κόμβο. Η μονοδρόμηση της οδού Φιλικής Εταιρείας θα αρχίζει μετά το σημείο συνάντησης της με την οδό Παπαφλέσσα με κατεύθυνση την οδό Λαρίσης. Η κίνηση E_4 θα εισέρχεται στην οδό Φιλικής Εταιρείας μέσω παράλληλων οδών.

Τρίτη πρόταση είναι οι κινήσεις A_4 , B_3 , Δ_4 και E_5 να εισέρχονται στην οδό Φιλικής Εταιρείας μέσω της οδού Χατζημιχάλη. Όπως στην περίπτωση της

οδού Παπαφλέσσα έτσι και στην οδό Χατζημιχάλη χρειάζεται μια επέκταση αυτής προς την Φιλική Εταιρία. Για την επέκταση αυτή απαραίτητο είναι να γίνει απαλλοτρίωση της περιοχής αυτής. Η κίνηση E₄ θα εισέρχεται στην Φιλική Εταιρία μέσω παράλληλων οδών.

Τα σχήματα που συνοδεύουν τις προτάσεις αυτές βρίσκονται στο παράρτημα 3 .

5.4 ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΛΑΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΙΚΟΣ ΚΟΜΒΟΣ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Η τελευταία προτεινόμενη λύση είναι η υποβάθμιση της οδού Λαρίσης και η κατασκευή κυκλικού κόμβου δύο λωρίδων κυκλοφορίας που θα εξυπηρετεί τις οδούς Φιλικής Εταιρίας, Δερβενακίων και Μπότσαρη και θα τις συνδέει με την οδό Λαρίσης.

Η σύνδεση αυτή θα γίνει με την χρήση ράμπων οι οποίες θα βρίσκονται εκατέρωθεν της οδού Λαρίσης. Με αυτό τον τρόπο θα διεξάγεται ομαλά η ροή της κυκλοφορίας τόσο στην κύρια οδό όσο και στις δευτερεύουσες οδούς. Πρόκειται για κατευθείαν σύνδεση που ακολουθεί την φυσική τροχιά των ρευμάτων και χρησιμοποιείται για τις δεξιές στροφές και εξυπηρετούν τις οδούς χωρίς να γίνονται διασταυρώσεις ρευμάτων. Επίσης αποτελούν εισόδους-εξόδους ελεύθερης ροής, που περιλαμβάνουν λωρίδες αλλαγής ταχύτητας. Έτσι επιτρέπεται η μετάβαση από την ταχύτητα της ράμπας στην ταχύτητα της κύρια οδού και αντίστροφα. Σε περίπτωση που έχουμε είσοδο στην κύρια οδό (οδός Λαρίσης), η λωρίδα αλλαγής ταχύτητας διαμορφώνεται σε λωρίδα επιτάχυνσης, ενώ στην περίπτωση εξόδου, σε λωρίδα επιβράδυνσης.

Τα άκρα της ράμπας προς ή από την κύρια οδό διαμορφώνονται κατά τον παράλληλο τύπο, στον οποίο υπάρχει μία πλήρης λωρίδα κυκλοφορίας παράλληλη προς εκείνες της κύριας οδού.

Το μήκος της λωρίδας επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης καθορίζεται κυρίως από τις ταχύτητες μελέτης της κύριας οδού και της ράμπας στο σημείο εισόδου ή εξόδου και από την κατά μήκος κλίση της λωρίδας αλλαγής ταχύτητας. Ειδικά για τις λωρίδες επιτάχυνσης, το μήκος τους εξαρτάται και από το μέγεθος των κυκλοφορούντων φόρτων της κύριας οδού και της ράμπας.

Επιπλέον, για να έχουμε μια ικανοποιητική κατά μήκος κλίση (6%) επί της οδού Λαρίσης και το βάθος εκσκαφής να είναι το ελάχιστο δυνατό (6m), η εκσκαφή της οδού πρέπει να αρχίσει σε απόσταση 100m εκατέρωθεν του κόμβου.

Για την κατασκευή αυτή πρέπει να ληφθεί υπόψη ο τρόπος αντιστήριξης της εκσκαφής καθώς επίσης και η απορροή των όμβριων υδάτων.

Ο κυκλικός κόμβος της λύσης αυτής τοποθετείται κεντρικά πάνω από την οδό Λαρίσης και συνεπώς ανήκει στην κατηγορία των ανισόπεδων κόμβων (με δύο γέφυρες). Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του κυκλικού κόμβου, αυτά έχουν προσδιοριστεί στην πρώτη προτεινόμενη λύση με την διαφορά ότι στη περίπτωση αυτή χρειάζεται να κατασκευαστούν δύο γέφυρες πάνω από την οδό Λαρίσης.

Σχηματική απεικόνιση της λύσης αυτής βρίσκεται στο παράρτημα 3.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά από λεπτομερειακή εξέταση των διαφόρων στοιχείων, των διαφόρων λύσεων προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

ΚΥΚΛΙΚΟΣ ΚΟΜΒΟΣ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

- Από λειτουργικής άποψης, η κατασκευή ενός κυκλικού κόμβου είναι εφικτή γιατί πληρεί τις προϋποθέσεις του ορίου κυκλοφοριακής ικανότητας που εκτιμάται σε 3000 οχήματα ανά ώρα.
- Οι κυκλοφοριακοί φόρτοι επί της Λαρίσης είναι μεγάλοι με αποτέλεσμα να υπάρχουν καθυστερήσεις κατά την είσοδο των οχημάτων στον κυκλικό κόμβο από τις οδούς Δερβενακίων, Φιλικής Εταιρίας και Μπότσαρη. Για τον λόγο αυτό συνίσταται να τοποθετηθούν φωτεινοί σηματοδότες επί της οδού Λαρίσης λίγο πριν και μετά από τον κυκλικό κόμβο ούτως ώστε να μειωθεί η ροή των οχημάτων επί της οδού αυτής.
- Προτεραιότητα πρέπει να έχουν τα οχήματα που βρίσκονται εντός του κυκλικού κόμβου έτσι ώστε να μην δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση εντός του κόμβου. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατάλληλη σηματοδότηση στις εισόδους του κυκλικού κόμβου.
- Μεγάλη βαρύτητα δόθηκε στον σχεδιασμό του κόμβου έτσι ώστε ο βαθμός επίπτωσης στο περιβάλλον να είναι ελάχιστος. Ειδικότερα έγινε μικρότερη κατά το δυνατό κατάληψη χώρου. Η αξία γης σε αστικές περιοχές είναι μεγάλη και ένα σημαντικό μέρος της αξίας του όλου έργου είναι οι απαλλοτριώσεις. Στην περίπτωση μας υπάρχουν κτίσματα σε άμεση γειτνίαση με τον κόμβο με αποτέλεσμα να καθορίσουν την επιλογή της μορφής του. Έτσι οι απαλλοτριώσεις θα γίνουν μόνο στην περιοχή της διαπλάτυνσης της οδού Δερβενακίων και το μέγεθος τους είναι μικρό.

- Κατά την φάση της κατασκευής είναι απαραίτητη η εκτροπή όλων των κινήσεων από παράλληλους δρόμους, πράγμα που δυσχεραίνει την ομαλή ροή της κυκλοφορίας. Επίσης επιβαρύνεται η κυκλοφορία εξαιτίας της μεγάλης διάρκειας της κατασκευής.

ΡΥΘΜΙΣΗ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

- Διευθετείται η κίνηση όλων των κυκλοφοριακών ρευμάτων με τέτοιο τρόπο, ώστε αν και προστίθεται ακόμη μία φάση φωτεινής σηματοδότησης, δεν προκύπτουν υπερβολικά μεγάλα χρονικά διαστήματα αναμονής για κανένα από τα κυκλοφοριακά ρεύματα.
- Από τους φόρτους κυκλοφορίας των διασταυρούμενων ρευμάτων, οι οποίοι είναι υψηλοί, προκύπτει ότι είναι απαραίτητη, αναγκαία η τοποθέτηση μιας ακόμη φωτεινής σηματοδότησης για την καλύτερη διευθέτηση της κυκλοφορίας.
- Ο χρόνος υλοποίησης της λύσης αυτής είναι μικρός και δεν απαιτείται καμία εκτροπή στις κινήσεις.
- Παρέχεται στους οδηγούς μια σαφής εικόνα του κόμβου και του τρόπου λειτουργίας του, γίνεται σαφής η διάταξη όλων των δρόμων που συναντιούνται στον κόμβο, έτσι δίνεται στον χρήστη η δυνατότητα έγκαιρης αναγνώρισης του.
- Το σύνολο των δαπανών κατασκευής, συντήρησης και κυκλοφορίας είναι ελάχιστο σε σχέση με το δοσμένο επίπεδο ασφάλειας και κυκλοφοριακής ικανότητας συνεπώς είναι σχετικά οικονομικός.
- Παρόλο που η λύση αυτή παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια, το επίπεδο εξυπηρέτησης για τις ομάδες λωρίδων των διατομών Γ και Ε παραμένει αναλλοίωτο. Αυτό προκύπτει από τον υπολογισμό του επιπέδου εξυπηρέτησης τόσο του υφιστάμενου όσο και του προτεινόμενου. Από την άλλη όμως τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το

επίπεδο εξυπηρέτησης του κόμβου συνολικά, από F γίνεται E. Δηλαδή έχουμε μία συνολική βελτίωση όμως μεμονωμένα δεν ισχύει το ίδιο.

- Βάση του παραπάνω συμπεράσματος προτείνεται μία εναλλακτική λύση η οποία μειώνει την περίοδο της φωτεινής σηματοδότησης, δηλαδή βελτιώνεται το επίπεδο εξυπηρέτησης. Το επίπεδο εξυπηρέτησης του κόμβου συνολικά από F γίνεται C και για τις προσβάσεις Γ και Ε από F γίνεται C και D αντίστοιχα.
- Με την εναλλακτική λύση απαγορεύονται κινήσεις οι οποίες μπορούν να εξυπηρετηθούν από παράλληλους οδούς.

ΜΟΝΟΔΡΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΦΙΛΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ

- Αυξάνεται η κυκλοφοριακή ικανότητα στον κόμβο, επομένως βελτιώνεται η στάθμη εξυπηρέτησης και περιορίζονται οι περίοδοι κυκλοφοριακής συμφόρησης.
- Αυξάνεται η οδική ασφάλεια καθώς μειώνονται τα σημεία συνάντησης των κυκλοφοριακών ρευμάτων στον κόμβο.
- Αυξάνεται το μήκος διαδρομής για ορισμένα οχήματα με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο αριθμός των οχηματοχιλιομέτρων άρα και της κατανάλωσης καυσίμων και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης .
- Δημιουργία σύγχυσης στους οδηγούς ειδικά κατά την αρχική περίοδο εφαρμογής της μονοδρόμησης και αργότερα για τους οδηγούς που δεν γνωρίζουν την περιοχή.
- Μεταφορά ορισμένων προβλημάτων σε άλλες περιοχές με αποτέλεσμα την πιθανή δημιουργία αντιδράσεων από τους παρόδιους, π.χ. λόγω αυξημένης κυκλοφοριακής ροής (μεγάλο ποσοστό βαρέων οχημάτων) σε πυκνά κατοικημένη περιοχή ή λόγω απαλλοτριώσεων ιδιοκτησίας.
- Απαιτείται αλλαγή της σήμανσης και της σηματοδότησης στοιχεία, τα οποία αποτελούν το κύριο κόστος για τις μονοδρομήσεις, καθώς επίσης και κατασκευή επιπρόσθετων οδών.

ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΛΑΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ

- Οικονομικά ασύμφορη λόγω μεγάλου τεχνικού έργου. Κατασκευή δύο γεφυρών που είναι απαραίτητες για τον ανισόπεδο κυκλικό κόμβο και λόγω της σχετικά μεγάλης κλίσης της κύριας οδού τα μέτρα απορροής των όμβριων υδάτων πρέπει να είναι αυξημένα.
- Εξαιτίας της μη διακοπής της ροής στη οδό Λαρίσης οι χρήστες της οδού θα δελεάζονται να κινούνται με αυξημένες ταχύτητες με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος πρόκλησης ατυχημάτων, συνεπάγεται την μείωση της οδικής ασφάλειας.
- Κατά την διάρκεια της κατασκευής θα απαιτηθούν δαπανηρές προσωρινές κατασκευές που θα έχουν αρκετά μεγάλο αντίκτυπο στο περιβάλλον.
- Θα υπάρχει λειτουργική ομοιομορφία όσον αφορά τις εισόδους και της εξόδους του κόμβου, έτσι αποφεύγεται σύγχυση των οδηγών. Επιπλέον η ροή κυκλοφορίας της κύρια οδού δεν εμπλέκεται με την ροή κυκλοφορίας των δευτερεύουσων οδών.
- Οι καθυστερήσεις που προκύπτουν από την απαιτούμενη διακοπή πορείας, αναμονή ή μείωση της ταχύτητας των οχημάτων σε ένα σηματοδοτούμενο κόμβο σε σύγκριση με τον προτεινόμενο, προκαλούν σημαντικές δαπάνες καθώς και απώλεια χρόνου (καύσιμα, ελαστικά και λιπαντικά).

Η επιλογή της βέλτιστης λύσης, από τις παραπάνω προτεινόμενες προτάσεις, πρέπει να βασίζεται σε ορισμένα κριτήρια τα οποία αναφέρονται κυρίως στο βαθμό με τον οποίο εξασφαλίζεται η ασφάλεια και η άνεση της κυκλοφορίας, η οικονομία του χώρου, η ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον και το μικρότερο δυνατόν κόστος κατασκευής. Όπως προκύπτει από την ανάλυση των λύσεων και την εξαγωγή των συμπερασμάτων η λύση, η οποία ικανοποιεί καλύτερα τα παραπάνω κριτήρια είναι η εναλλακτική λύση

που δίνεται στην φωτεινή σηματοδότηση επί των οδών Φιλικής Εταιρίας και Δερβενακίων.

Πρέπει όμως να τονιστεί ότι η λύση αυτή ναι μεν πληρεί τα κριτήρια που έχουν αναφερθεί πιο πάνω αλλά από την άλλη δε δεν δίνει ριζική λύση στο πρόβλημα που παρουσιάζεται στη περιοχή. Είναι μία λύση που αν μελετηθεί μακροπρόθεσμα δεν θα μπορέσει να αντεπεξέλθει στα προβλήματα που θα παρουσιαστούν στο μέλλον (τυχόν αύξηση κυκλοφοριακού φόρτου).

Η πρόταση που μπορεί να δώσει οριστική λύση στο πρόβλημα που παρουσιάζεται γενικά στο κόμβο είναι η υποβάθμιση της οδού Λαρίσης και η κατασκευή ενός ανισόπεδου κυκλικού κόμβου. Είναι μία λύση που αν και απαιτεί αρκετό χρόνο υλοποίησης και έχει αυξημένο κόστος κατασκευής, επιτρέπει την ομαλή ροή της κυκλοφορίας στην κύρια οδό και στις δευτερεύουσες οδούς χωρίς πολλές εμπλοκές κινήσεων. Έτσι λοιπόν έχουμε μία ανεξαρτησία στις κινήσεις, με αποτέλεσμα μία τυχόν αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου στην κύρια οδό να μην επηρεάζει την κυκλοφορία στις δευτερεύουσες.

