

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΟΔΩΝ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΒΟΛΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΒΟΛΟΥ
– ΑΛΛΗΣ ΜΕΡΙΑΣ

υπό

ΝΙΚΟΛΑΟ ΡΟΥΓΓΕΡΗ

ΒΟΛΟΣ , ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2023

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής

Πρώτος εξεταστής (Επιβλέπων)

Δρ. Νικόλαος Ηλιού (Καθηγητής , Τμήμα Πολίτικων μηχανικών , Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Δεύτερος εξεταστής

Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς (Επίκουρος Καθηγητής , Τμήμα Πολίτικων μηχανικών , Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Τρίτος εξεταστής

Δρ. Γεώργιος Καλιαμπέτσος (Επιστημονικός συνεργάτης , Τμήμα Πολίτικων μηχανικών , Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

ΜΕΛΕΤΗ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΟΔΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΒΟΛΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΒΟΛΟΥ –ΑΛΛΗΣ ΜΕΡΙΑΣ

Νικόλαος Ρουγγέρης
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας , Τμήμα Πολίτικων Μηχανικών , 2023
Επιβλέπων καθηγητής : Νικόλαος Ηλιού , καθηγητής

Περίληψη

Ένα καινούριο λειτουργικό μέσο για τον έλεγχο διασταυρώσεων είτε σε αστικούς , είτε σε υπεραστικούς δρόμους , είναι οι κυκλικοί κομβοί . Με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που διαθέτουν μπορούν να αναβαθμίσουν σε θέματα ασφάλειας καθώς και να παρέχουν μεγαλύτερη άνεση , σε ένα κόμβο που μπορεί να ήταν σηματοδοτούμενος . Με την δημιουργία ενός κυκλικού κόμβου επιτυγχάνετε η μείωση της ταχύτητας και οι ουρές των οχημάτων σε σχέση με άλλους αντίστοιχους κόμβους . Για να λειτουργεί σωστά όμως ένας κυκλικός κόμβος , πρέπει να γίνει σωστά ο γεωμετρικός σχεδιασμός .

Σε αυτήν την διπλωματική εργασία αναλύονται όλα τα λειτουργικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά όλων των κυκλικών κόμβων , και ο σχεδιασμός τους. Επιπρόσθετος έγινε μελέτη και σχεδιάστηκε κυκλικός κόμβος στο βόρειο τμήμα της πόλης , στην Περιφερειακή οδό Βόλου στην συμβολή με τον Επαρχιακό δρόμο Βόλου – Άλλης Μερίας . Με την χρήση και την βοήθεια σχεδιαστικών προγραμμάτων έγινε αντικατάσταση της εφιστάμενης σηματοδοτούμενης διασταύρωσης .

DESIGN OF A ROUNDABOUT AT THE INTERSECTION OF PEREIFERIAKOS VOLOU STREET AND EPARXIAKOS DROMOS VOLOU –ALLIS MERIAS STREET

Nikolaos Rouggeris

University of Thessaly, Department of Civil Engineering, 2023

Supervising professor: Nikolaos Iliou, professor

Abstract

A new functional means for the control of intersections, either on urban or suburban roads, is the roundabouts. With the geometric features they have, they can upgrade in terms of safety as well as provide greater comfort, at a junction that could have been signaled. By creating a circular junction, you achieve the reduction of speed and the queues of vehicles at other corresponding junctions. However, for a circular node to work properly, the geometric design must be done correctly. In this diploma work, all the functional and geometrical characteristics of all circular nodes, and their design, are analyzed. In addition, a study was carried out and a roundabout was designed in the northern part of the city, on the regional road at the junction with the provincial road Volos - Allis Merias. with the use and help of design programs, the attractive signalized intersection was replaced.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1

1.Εισαγωγή	7
1.1 Το αντικείμενο μελέτης	7
1.2 Οι στόχοι της εργασίας	7
1.3 Δομή της εργασίας	8

Κεφάλαιο 2

2.1. Ιστορική αναδρομή	9
2.2 Ορισμοί	10
2.3 Τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν οι κόμβοι κυκλικής κίνησης	11
2.4 Οι κατηγορίες των κυκλικών κόμβων	13
2.4.1 Ο μονός κυκλικός κόμβος	13
2.4.2 Ο μικρός κυκλικός κόμβος	13
2.4.3 Ο αστικός συνεπτυγμένος κυκλικός κόμβος	14
2.4.4 Ο αστικός κυκλικός κόμβος (1 λωρίδας)	15
2.4.5 Ο αστικός κυκλικός κόμβος (2 + λωρίδων)	16
2.4.6 Ο υπεραστικός κυκλικός κόμβος (1 λωρίδας)	18
2.4.7 Ο υπεραστικός κυκλικός κόμβος (2 +λωρίδων)	18
2.4.8 Ο σπειροειδής κόμβος (Turbo- roundabouts)	19
2.4.9 Η εφαρμογή των κυκλικών κόμβων σε ανισόπεδους κόμβους	20
2.5 Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός κυκλικού κόμβου	
2.5.1 Ασφάλεια	24
2.5.2 Κυκλοφοριακή ικανότητα και καθυστερήσεις	25
2.5.3 Σηματοδότηση	25
2.5.4 Περιβαλλοντικά στοιχεία	25
2.5.5 Ο χώρος που απαιτείται για ένα κυκλικό κόμβο	25
2.5.6 Κόστος (κατασκευής, λειτουργίας, συντήρησης)	26
2.5.7 Αισθητική ενός κυκλικού κόμβου	26
2.6 Κυκλικοί κόμβοι (Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα)	
2.6.1 Χρήστες εκτός των οδηγών των οχημάτων	28
2.6.2 Οδική ασφάλεια στους κυκλικούς κόμβους	28
2.6.3 Ως προς την λειτουργία των κυκλικών κόμβων	28
2.6.4 Περιβάλλον	29
2.6.5 Κυκλοφοριακή ρύθμιση	29
2.6.6 Χώρος που απαιτεί ένας κυκλικός κόμβος	29
2.6.7 Συντήρηση	30
2.6.8 Αισθητική	30
2.7 Κριτήρια για την επιλογή θέσης ενός κυκλικού κόμβου	31

Κεφάλαιο 3

3.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	32
3.2 Θριζοντιος σχεδιασμός	33

3.3 Ταχύτητα σχεδίασης	33
3.4 Ευθυγράμμιση διαδρομής	36
3.5 Σχεδιαστικό όχημα (όχημα σχεδίασης)	37
3.6 Μέγεθος	38
3.7 Κεντρική νησίδα	38
3.8 Διαχωριστική νησίδα	39
3.9 Σχεδιασμός για την εξυπηρέτηση των πεζών	40
3.10 Σχεδιασμός για την εξυπηρέτηση ποδηλάτων	40
3.11 Απόσταση όρασης και ορατότητα	41
3.12 Κάθετος σχεδιασμός	42
3.13 Σήμανση	44
3.14 Επιγραφές	46
3.15 Φωτισμός	47
3.16 Διαμόρφωση τοπίου	48

Κεφάλαιο 4

4.1 Υφιστάμενη κατάσταση	49
4.2 Γεωμετρικός και λειτουργικός σχεδιασμός κυκλικού κομβού (Βόλος – Αλλη Μερια)	50
4.2.1 Όχημα σχεδιασμού	50
4.2.2 Σχεδιαστικά στοιχεία	51
4.2.3 Κυκλοφοριακή σήμανση	59

Κεφάλαιο 5

5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα	62
------------------------------------	-----------

Κεφάλαιο 1

1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται

- Το αντικείμενο μελέτης
- Οι στόχοι της εργασίας
- Η δομή της εργασίας

1.1 Το αντικείμενο μελέτης

Σε ένα οδικό δίκτυο υπάρχουν αρκετές ισόπεδες διασταυρώσεις που είναι επικίνδυνες καθώς αρκετές φορές εμπλέκονται οχήματα μεταξύ τους αλλά κυρίως και με πεζούς . Αυτό γίνεται διότι τα επίπεδα ασφάλειας σε κόμβους που είναι σηματοδοτούμενοι ή και όχι είναι χαμηλά. Μια λύση για την βελτίωση της κατάστασης αυτής είναι η δημιουργία κυκλικών κόμβων στην θέση αυτών . Πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο έχει παρατηρηθεί ότι χρησιμοποιούν τέτοιους κόμβους διότι ρυθμίζονται οι ταχύτητες των οχημάτων σε χαμηλά επίπεδα και αυξάνεται το επίπεδο ασφάλειας. Έχει μειωθεί το ποσοστό των ατυχημάτων μεταξύ οχημάτων αλλά και με πεζούς , ποδηλάτες, καθώς υπάρχουν οι διαχωριστικές νησίδες που μπορεί να τους προσφέρει μια προφύλαξη . Για να γίνει όμως ένας κυκλικός κόμβος και να λειτουργεί σωστά και με ασφάλεια θα πρέπει να ακολουθηθεί μια νομοθεσία ώστε να γίνει σωστά ο γεωμετρικός σχεδιασμός . Τα θετικά για τους κάτοικους και την πόλη όπου γίνονται τέτοιοι κομβοί είναι πολλά! Τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και στην αισθητική και την καλλιστεία της πόλης .

1.2 Οι στόχοι της εργασίας

Ο στόχος της διπλωματικής είναι η σωστή μελέτη όλων των χαρακτηριστικών των διάφορων ειδών κυκλικών κόμβων και ο σωστός σχεδιασμός τους. Επιπρόσθετος έγινε μελέτη στις οδηγίες της ΟΜΟΕ-Κ3 ώστε να σχεδιαστεί σωστά ο κυκλικός κόμβος με 2 λωρίδες ανά κατεύθυνση στην διασταύρωση του Περιφερειακού Βόλου με τον Επαρχιακό δρόμο Βόλου- Άλλης Μεριάς .

1.3 Δομή της εργασίας

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια .

Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει το αντικείμενο της μελέτης και τους βασικούς στόχους και την δομή της εργασίας .

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην ιστορική αναδρομή των κυκλικών κόμβων , διάφοροι ορισμοί για αυτούς καθώς και κάποια βασικά χαρακτηριστικά τους.

Επιπρόσθετος αναλύονται αναλυτικά όλες οι κατηγορίες των κυκλικών κόμβων και τα χαρακτηριστικά τους ανά κατηγορίες . Τέλος πραγματοποιήθηκε ανάλυση στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα και τα κριτήρια για την επιλογή θέσης ενός κυκλικού κόμβου.

Το τρίτο κεφάλαιο ασχολείται με το γεωμετρικό σχεδιασμό ενός κυκλικού κόμβου .

Πιο συγκεκριμένα αναλύει τον οριζόντιο σχεδιασμό, την ταχύτητα σχεδίασης , την ευθυγράμμιση της διαδρομής , το όχημα σχεδίασης , το μέγεθος , την κεντρική νησίδα, την διαχωριστική νησίδα , τον σχεδιασμό για την εξυπηρέτηση των πεζών και ποδηλάτων , την απόσταση όρασης και την ορατότητα , την σήμανση και τέλος αναφέρεται στις επιγραφές , τον φωτισμό , και την διαμόρφωση του τοπιού σε ένα κυκλικό κόμβο .

Το τέταρτο κεφάλαιο είναι ένα κεφάλαιο που με την βοήθεια όλων αυτών που έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο τρίτο μαζί με την μελέτη της ΟΜΟΕ-Κ3 διατυπώνει αναλυτικά τον γεωμετρικό και λειτουργικό σχεδιασμό του κυκλικού κόμβου στον περιφερειακό Βόλου. Αρχικά αναφέρεται στην υφιστάμενη κατάσταση ,και συνεχίζει με την περιγραφή όλου του έργου . Τέλος παρουσιάζεται η οριζοντιογραφική αποτύπωση όπως σχεδιάστηκε με την χρήση ειδικών προγραμμάτων .

Το τελευταίο και πέμπτο κεφάλαιο συνοψίζονται όλα τα αποτελέσματα της μελέτης του κυκλικού κόμβου και αναφέρονται τα συμπεράσματα με την επίδραση που θα έχουν αυτές οι προτάσεις .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1. Ιστορική αναδρομή

Ο πρώτος κυκλικός κόμβος προέρχεται από τον αρχιτέκτονα Henard και χρονολογείται γύρω στο έτος 1877. Στη Νέα Υόρκη περίπου την ίδια χρονιά ο αρχιτέκτονας Eno έκανε μια πρόταση η οποία αφορούσε ένα μικρό κυκλικό κόμβο για να μπορούσε να γίνει καλύτερη διαχείριση όσον αφορά την κυκλοφοριακή συμφόρηση.

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να εμφανιστούν περίπου στα 1905 κυκλικοί κόμβοι, ακολουθώντας την πρόταση του Eno, πολλοί εκ των οποίων λειτουργούν ακόμα και σήμερα. Από την άλλη στην Ευρώπη και ειδικότερα στην Γαλλία και στην Πορτογαλία οι κυκλικοί κόμβοι θα σχεδιαστούν με βάση την γενική ιδέα που περιέγραψε ο Henard. Από τότε ξεκίνησε να κατασκευάζονται πολλές διασταυρώσεις τέτοιου τύπου δίνοντας την προτεραιότητα στην κυκλοφορία που εισέρχεται και να ευνοήσουν υψηλές ταχύτητες κατά την έξοδο.

Από την άλλη είχαμε μεγάλο αριθμό ατυχημάτων που σημειώνονταν αλλά και από την άλλη η κυκλοφοριακή συμφόρηση είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου της κυκλοφορίας κάτι που οδήγησε στην αρνητική στάση κάποιων χωρών οι οποίες είχαν προβεί στο να δημιουργήσουν κυκλικούς κόμβους. Τότε πολλές χώρες εγκατέστησαν φωτεινή σηματοδότηση ή και σταμάτησαν την λειτουργία των κυκλικών κόμβων. Πολλές φορές σε μικρότερες χώρες οι κυκλικοί κόμβοι, αποδείχθηκαν ιδιαιτέρως αποτελεσματικοί.

Οι σύγχρονοι κυκλικοί κόμβοι έχουν αναπτυχθεί στην Μεγάλη Βρετανία και είχε ως σκοπό να αντιμετωπισθούν όλα τα παραπάνω θέματα. Στα 1996 θεσμοθετήθηκε ο κανονισμός ώστε να παραχωρείται η κυκλοφορία σε αυτούς που εισέρχονται στον κόμβο.

Στην άλλη πλευρά του Ατλαντικού ο πρώτος σύγχρονος κόμβος έχει δημιουργηθεί στα 1990 στο Las Vegas ενώ στην Καλιφόρνια στα 1992 στην περιοχή της Santa Barbara. Ο παραπάνω κόμβος κατήργησε την σηματοδότηση σε μια διασταύρωση πέντε κλάδων με δυο λωρίδες και είχε ως αποτέλεσμα να μειωθούν τα τροχαία ατυχήματα. Άρα οι σύγχρονοι κυκλικοί κόμβοι είναι περισσότερο βελτιωμένοι από αυτούς που είναι παλαιότεροι τόσο στην λειτουργία τους όσο και στην οδική ασφάλεια που είναι σε θέση

να προσφέρουν στον χρήστη του κόμβου (Federal Highway Administration, 2000 – Nagafi and Givacata, 2002).

2.2 Ορισμοί.

Στις μέρες μας, όλο και περισσότεροι κόμβοι υιοθετούνται και αντικαθιστούν πιο αποτελεσματικά τους κόμβους με σηματοδότηση. Με την διαμόρφωση αυτών των κόμβων έχουμε σαν αποτέλεσμα να επιβραδύνονται τα οχήματα στην είσοδο του κόμβου και να περιορίζει την κυκλοφορία προς μια κατεύθυνση. Από την άλλη μειώνει τον αριθμό των τροχαίων ατυχημάτων τόσο ανάμεσα σε αυτοκίνητα αλλά και μεταξύ οχημάτων και πεζών ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές.

Με την βοήθεια της νησίδας διαχωρισμού οι οποία προβλέπεται στις οδούς πρόσβασης όταν θα φθάσουμε στον κυκλικό κόμβο έχει σαν αποτέλεσμα να προσφέρεται η μέγιστη ασφάλεια στους πεζούς. Η μορφή του παραπάνω κυκλικού κόμβου είναι πιο δημοφιλής εξαιτίας της βελτίωσης της οδικής ασφάλειας αλλά και της λειτουργικής αποτελεσματικότητας που είναι σε θέση να προσφέρει.

Οι κυκλικοί κόμβοι παρουσιάζουν πάρα πολλά πλεονεκτήματα από τους συμβατικούς ισόπεδους κόμβους διασταύρωσης και συμβολής στα οποία περιλαμβάνονται:

- Η καλύτερη διαχείριση της ταχύτητας.
- Παρατηρείται περιορισμός των καθυστερήσεων.
- Υπάρχει σημαντική βελτίωση της οδικής ασφάλειας και της κυκλοφοριακής εξυπηρέτησης.
- Έχουν παρατηρηθεί μικρότερες ουρές στην περίοδο εκτός της αιχμής της κυκλοφορίας.
- Επιτυγχάνεται εξοικονόμηση χρηματικών ποσών γιατί δεν απαιτείται η εγκατάσταση αλλά και η συντήρηση των φωτεινών σηματοδοτών.

Τα χαρακτηριστικά που έχουν οι σύγχρονοι κυκλικοί κόμβοι είναι:

- Ρυθμίζουν την κυκλοφορία. Θα δοθεί προτεραιότητα στα αυτοκίνητα τα οποία βρίσκονται στον δακτύλιο από εκείνα που φθάνουν στον κυκλικό κόμβο.

- Περιδιαβάσεις. Θα υλοποιηθούν μόνο εγκάρσια στους δρόμους οι οποίοι συμβάλλουν στον κυκλικό κόμβο, σε θέση πριν την γραμμή ακινητοποίησης των οδών εισόδου, ενώ στην θέση των κλάδων εξόδου σε απόσταση τουλάχιστον 7.5 μέτρων.
- Η στάθμευση. Αυτή απαγορεύεται σε όλο το δακτύλιο της κυκλοφορίας.
- Η κατεύθυνση κυκλοφορίας. Εντός του κυκλικού κόμβου τα οχήματα κινούνται πάντα δεξιόστροφα.
- Η νησίδα διαχωρισμού. Θα κατασκευαστεί σε όλους τους κυκλικούς κόμβους.

Η εφαρμογή των κυκλικών κόμβων έναντι των άλλων διασταυρώσεων είναι πιο πιθανό να είναι κατάλληλη όταν θα ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες:

- Σε υφιστάμενους κόμβους με μεγάλο ποσοστό ατυχημάτων.
- Σε κόμβους που υφίστανται και δεν είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν την κυκλοφοριακή ζήτηση.
- Σε θέσεις όπου οι εναλλακτικές λύσεις θεωρούνται ακριβότερες.
- Σε ισόπεδους κόμβους που βρίσκονται κοντά σε σχολεία.
- Σε ισόπεδους κόμβους όπου κρίνεται ότι, η οδική ασφάλεια παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον.

2.3 Τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν οι κόμβοι κυκλικής κίνησης.

Η διάταξη που έχουν οι κυκλικοί κόμβοι παρουσιάζει κάποια ειδικά χαρακτηριστικά, συγκεκριμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που δεν υπάρχουν σε άλλες διαμορφώσεις διαφόρων ισόπεδων κόμβων. Έχουν στοιχεία τα οποία υπάρχουν στους άλλους τύπους διασταυρώσεων ή συμβολών με παρόμοια λειτουργία. Τα πιο σημαντικά σημεία είναι τα εξής:

- Η κεντρική νησίδα στον κυκλικό κόμβο. Είναι μια υπερυψωμένη επιφάνεια συνήθως κύκλος, στο κέντρο του κόμβου εντός του οποίου διεξάγεται η κίνηση.
- Τα σκέλη του κόμβου. Αυτά αποτελούν τα οδικά τμήματα τα οποία συμβάλλουν στον κυκλικό κόμβο. Τα παραπάνω μπορούν να είναι τρία ή τέσσερα αλλά μπορεί να είναι και περισσότερα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.
- Δακτύλιος της κυκλοφορίας. Είναι η επιφάνεια που έχει το οδόστρωμα πάνω στην οποία θα κινηθούν τα αυτοκίνητα.
- Γραμμή εισόδου. Πρόκειται για την διαγράμμιση που είναι εγκάρσια του οδοστρώματος της πρόσβασης και χρησιμεύει για να ορίσουμε το σημείο της εισόδου από μια πρόσβαση στον δακτύλιο της κυκλοφορίας. Συνηθισμένα αυτή τοποθετείται στην εξωτερική περίμετρο του δακτυλίου.

Στους κυκλικούς κόμβους θα εκτελεστούν όλες οι κινήσεις που προβλέπονται σε έναν τυπικό ισόπεδο κόμβο συμβολής ή διασταύρωσης και θα ακολουθηθούν οι πορείες οι οποίες ορίζονται από την γεωμετρία που έχει η διάταξη.

Παρά τα πλεονεκτήματα που φαίνεται να έχουν οι κυκλικοί κόμβοι στο οδικό δίκτυο, δεν μπορούν να αποτελέσουν την προσφορότερη λύση σε όλα τα προβλήματα που έχει η οδική κυκλοφορία. Το βασικό πλεονέκτημα που εμφανίζουν οι κυκλικοί κόμβοι εν αντιθέσει με τους συμβατικούς ισόπεδους κόμβους αποτελεί το γεγονός ότι θα περιορίσουν τα σημεία της σύγκρουσης. Το παραπάνω γεγονός οφείλεται στο ότι ο κυκλικός κόμβος εμφανίζει λιγότερα σημεία εμπλοκής για ατύχημα σε σχέση με τον ισόπεδο κόμβο.

Μειονέκτημα του κυκλικού κόμβου αποτελεί το γεγονός ότι, μπορεί να δυσκολέψει τους κατόχους οχημάτων οι οποίοι δεν είναι εξοικειωμένοι με αυτούς και θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί ειδικά στον κυκλικό κόμβο πολλαπλών λωρίδων. Οι κυκλικοί κόμβοι είναι σε θέση να προκαλέσουν μεγαλύτερο άγχος στους ποδηλάτες και στους πεζούς σε σχέση με μια διασταύρωση.

2.4 Οι κατηγορίες των κυκλικών κόμβων.

Οι κυκλικοί κόμβοι είναι σε θέση να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με τα μεγέθη που έχουν (αστικοί, υπεραστικοί) και μπορούν να κατασκευάζονται σε τρεις σημαντικές κατηγορίες:

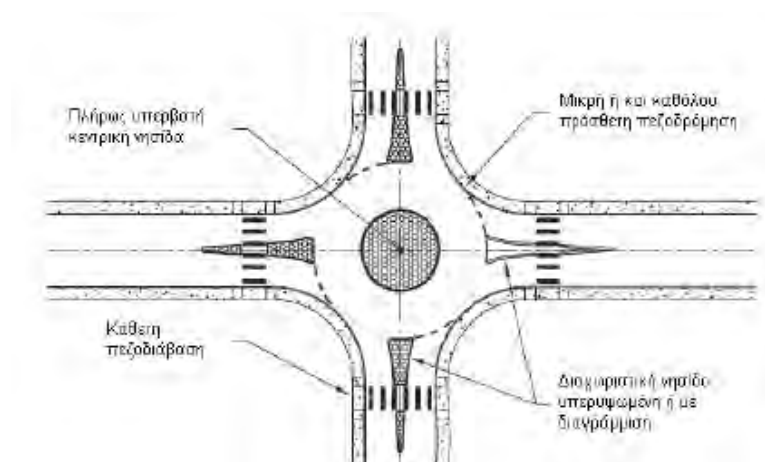
- Ο μονός κυκλικός κόμβος. Είναι ο κόμβος ο οποίος έχει έναν κυκλικό δρόμο ταχείας κυκλοφορίας μονής κατεύθυνσης, γύρω από μια κεντρική νησίδα η οποία έχει ελάχιστη διάμετρο περίπου τέσσερα μέτρα και είναι συνηθισμένο να έχει διευρυμένες προσεγγίσεις για να μπορεί να επιτρέπει την πολλαπλή είσοδο των οχημάτων.
- Μικρός κυκλικός κόμβος. Είναι ο κόμβος ο οποίος έχει έναν δρόμο μονής κατεύθυνσης γύρω από μια νησίδα με μέγιστη διάμετρο των τεσσάρων μέτρων.
- Κυκλικός κόμβος με πολλαπλές λωρίδες. Κυκλικός κόμβος σε μια ξεχωριστή διασταύρωση με δυο κανονικούς ή μικρούς κόμβους.

2.4.1 Ο μονός κυκλικός κόμβος.

Ο παραπάνω κόμβος έχει θεωρηθεί σαν τον πιο κλασικό γιατί αποτελείται από μια λωρίδα εισόδου ανά πρόσβαση και ένα δακτύλιο κυκλοφορίας. Η διαφορά που εμφανίζει από τον μικρό κυκλικό κόμβο είναι στο μέγεθος που έχει . Ο σχεδιασμός που έχει βασίζεται στις πιο μεγάλες ταχύτητες κίνησης. Ο κόμβος αυτός σχεδιάζεται με μια υπερυψωμένη κεντρική νησίδα. Η κατηγορία του κόμβου αυτού επιλέγεται κυρίως για λόγους που είναι παρόμοιοι με αυτούς της κατηγορίας των μικρών κόμβων και το γεγονός ότι προσφέρει ένα πιο ευνοϊκό περιβάλλον στους ποδηλάτες και στους πεζούς.

2.4.2 Ο μικρός κυκλικός κόμβος.

Σε αυτήν την κατηγορία κόμβων ανήκουν αυτοί οι οποίοι βρίσκονται σε ένα αστικό περιβάλλον όπου τα όρια ταχύτητας είναι χαμηλά ($>60 \text{ km/h}$) και έχουμε διάφορες δυσκολίες στην κατασκευή τους. Έχουν σχετικά μικρό κόστος για να κατασκευαστούν, αφού δεν έχουμε μεγάλη προσθετή πεζοδρόμηση. Δημιουργώντας διαβάσεις, μαζί με τις χαμηλές ταχύτητες των αυτοκινήτων ένας πεζός μπορεί ευκολά να διασχίσει τον κόμβο με ασφάλεια. Η κεντρική νησίδα είναι υπερβατή ώστε να μπορούν ευκολά τα βαριά οχήματα να διασχίσουν ευκολά τον κόμβο. Τα απλά αυτοκίνητα μπορούν άνετα να διασχίσουν τον κόμβο χωρίς να πατήσουν την νησίδα. Παρόμοια χαρακτηριστικά έχουν και οι αστικοί συνεπτυγμένοι κομβοί (urban compact) καθώς η διάμετρος της εσωτερικής περιμέτρου είναι μεταξύ 25 – 30 μετρά. Τέλος αυτού του είδους οι κομβοί βασίζονται στις γερμανικές προδιαγραφές.



Σχήμα 1-2

Τυπικά χαρακτηριστικά μικρού κυκλικού κόμβου

Πηγή: National Cooperative Highway Research Program, 2010

2.4.3 Ο αστικός συνεπτυγμένος κυκλικός κόμβος .

Όπως και στην προηγούμενη κατηγορία έτσι και αυτός ο κόμβος βρίσκεται σε αστικό περιβάλλον, βοηθάει με τα χαρακτηριστικά κατασκευής του πολύ τους πεζούς καθώς και αυτούς που χρησιμοποιούν το ποδήλατο ως μέσο μετακίνησης, διότι οι ταχύτητες είναι μικρές. Έχουν μια λωρίδα κυκλοφορίας και οι πεζοί μπορούν με ασφάλεια να διασχίσουν τον κόμβο, καθώς υπάρχουν διαχωριστικές νησίδες όπου οι πεζοί μπορούν να περιμένουν με ασφάλεια. Τα βαριά οχήματα μπορούν και εδώ να χρησιμοποιήσουν την υπερβατή ζώνη πέριξ της κεντρικής

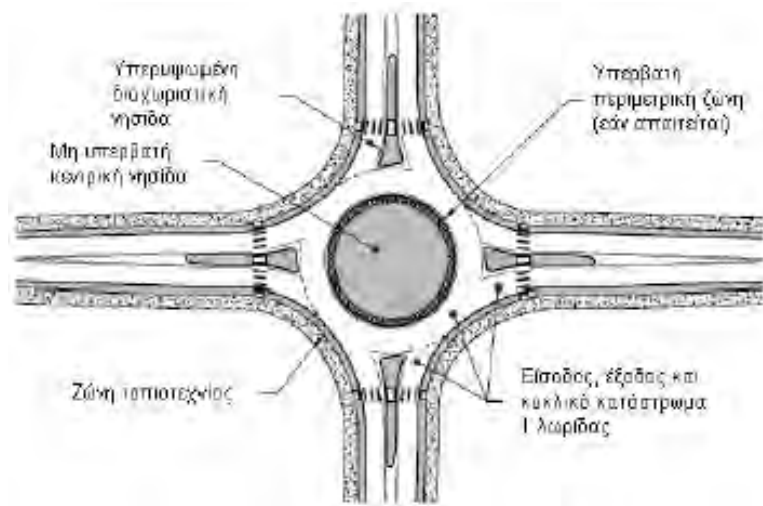
νησίδας για την διευκόλυνση τους . Ο σχεδιασμός βασίζεται στις γερμανικές προδιαγραφές .



Εικόνα 1-2
Solomon's Island, Maryland, United States
Πηγή: www.wallacemontgomery.com

2.4.4 Ο αστικός κυκλικός κόμβος (1 λωρίδας) .

Σε αυτήν την κατηγορία ο κυκλικός κόμβος έχει μια λωρίδα στο δακτύλιο κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση στα σκέλη του κόμβου . Η κύρια διαφορά από τους προηγούμενους κόμβους είναι ότι η διάμετρος είναι 30 – 40 μέτρα αντί 25-30 που ήταν στους συνεπτυγμένους κόμβους . Επίσης υπάρχουν πάλι υπερυψωμένες νησίδες που διαχωρίζουν τις οδούς εισόδου και εξόδου , ενώ υπάρχει και υπερβατή ζώνη για την διευκόλυνση των βαρεων οχημάτων . Σε αυτήν την κατηγορία η μέση ταχύτητα είναι σαφώς μεγαλύτερη από των άλλων κατηγοριών , και επιτρέπει μεγαλύτερο κυκλοφοριακό φόρτο ,λόγο του μεγέθους της .



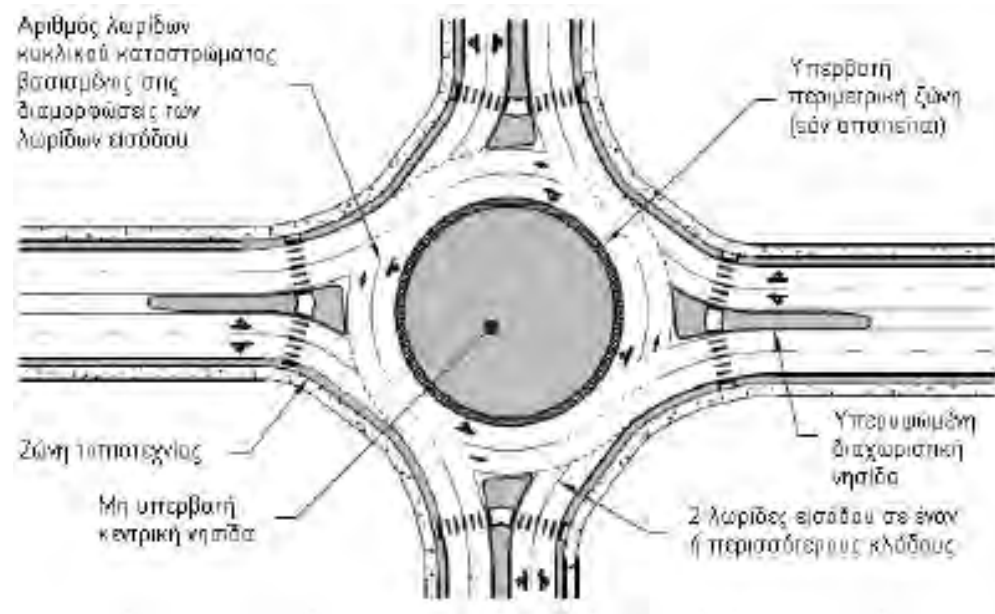
Σχήμα 2-2

Ο αστικός κυκλικός κόμβος (1 λωρίδας)

Πηγή: National Cooperative Highway Research Program, 2010

2.4.5 Ο αστικός κυκλικός κόμβος (2 + λωρίδων) .

Ανήκουν όλοι οι κυκλικοί κομβοί που βρίσκονται σε ένα αστικό περιβάλλον , με ένα κλάδο εισόδου αλλά με 2 + λωρίδες στο δακτύλιο . Έχουν αρκετά κοινά με τους αστικούς κυκλικούς κόμβους μονής λωρίδας , απλώς χρειάζεται περισσότερο χώρο ώστε να μπορούν δυο οχήματα να κινούνται άνετα και να διασχίζουν διπλά – δίπλα τον κόμβο με ασφάλεια . Η μέση ταχύτητα είναι ίδια με την προηγούμενη αφού μιλάμε για αστικό κόμβο , αλλά αξίζει να σημειωθεί ότι οι ταχύτητες είναι σταθερές σε όλη τους την παραμονή στον κόμβο . Οι υπερυψωμένες διαχωριστικές νησίδες καθώς και η μη υπερβατή κεντρική νησίδα είναι απαραίτητες σε τέτοιους κόμβους . Οι ποδηλάτες που δεν θέλουν να χρησιμοποιήσουν τον κυκλικό κόμβο έχουν και άλλες διαδρομές που μπορούν να διασχίσουν και να κατευθυνθούν εκεί που θέλουν . Αντίστοιχα οι πεζοί με την χρήση των πεζοδρομίων και τους καταλλήλους χώρους αναμονής μπορούν να διασχίσουν τους κόμβους από τις διαβάσεις οι οποίες είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε να τις διακρίνουν ευκολά οι οδηγοί .



Σχήμα 3-2

Ο αστικός κυκλικός κόμβος (2 + λωρίδων)

Πηγή: National Cooperative Highway Research Program, 2010



2.4.6 Ο υπεραστικός κυκλικός κόμβος (1 λωρίδας) .

Αυτός ο κυκλικός έχει αρκετά κοινά με τον αντίστοιχο αστικό . Μια μεγάλη διαφορά είναι ότι η μέση ταχύτητα είναι πιο υψηλή και είναι αναμεσά στα 80 με 100 χιλιόμετρα ανά ώρα . Η διάμετρος τους είναι σαφώς μεγαλύτερη από τους αστικούς πράγμα που δικαιολογεί την αύξηση της ταχύτητας στην είσοδο , στην έξοδο καθώς και στην διαδρομή μέσα στον κόμβο. Ο αριθμός των πεζών είναι σαφώς μικρότερος σε τέτοιους κόμβους κάτι το οποίο όμως δεν αναίρει την χρήση διαβάσεων . Δεν υπάρχει υπερβατή περιμετρική ζώνη , ενώ έχουμε υπερυψωμένες νησίδες διαχωρισμού , και μη υπερβατή κεντρική νησίδα . Τέτοιους κόμβους σχεδιάζουν σε χώρες όπως η Γαλλία η Αγγλία και η Αυστραλία .



Εικονα 2-2

Ο υπεραστικός κυκλικός κόμβος (1 λωρίδας)

Πηγή: www.aftodioikisionline.gr

2.4.7 Ο υπεραστικός κυκλικός κόμβος (2 +λωρίδων) .

Το βασικό κοινό με τους υπεραστικούς κυκλικούς κόμβους μονής λωρίδας είναι η ταχύτητα που έχουν τα οχήματα και στην είσοδο και στην έξοδο όπως και κατά την διάρκεια παραμονής τους στον κυκλικό κόμβο . Διαφέρουν στο ότι έχουν τουλάχιστον 2 λωρίδες στον δακτύλιο κυκλοφορίας και η διάμετρος της περιμέτρου είναι πιο μεγάλη . Ο σχεδιασμός έχει βάση τους κόμβους που σχεδιάζονται στην Αγγλία, στην Γαλλία , και στην Αυστραλία . Σε περίπτωση όπου στο μέλλον προβλέπεται αστική ανάπτυξη προτείνεται σχεδιασμός για αστικούς κόμβους με

χαμηλότερες ταχύτητες και διαμόρφωση χώρων ώστε να περνούν με ασφάλεια οι πεζοί και οι ποδηλάτες .



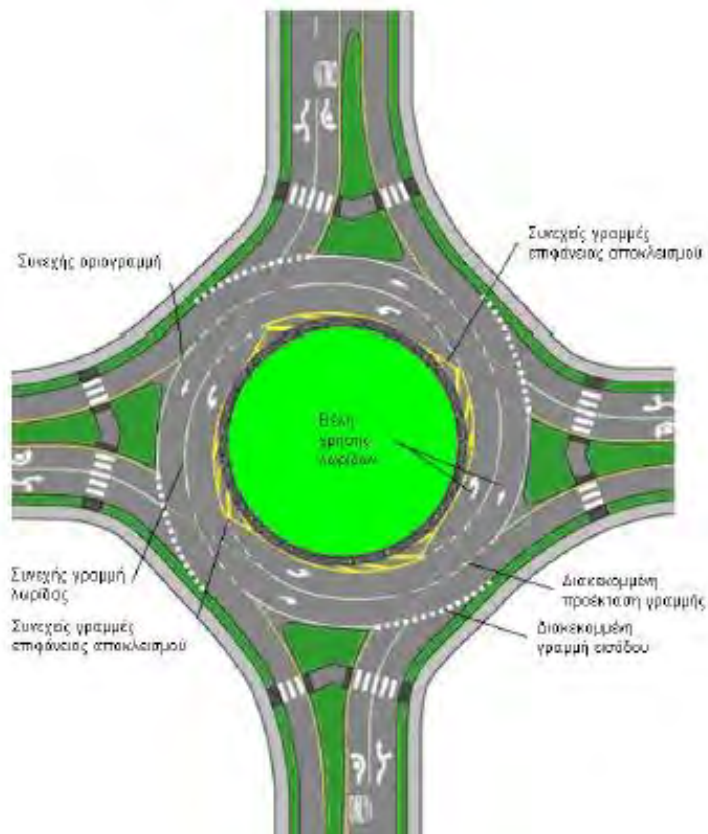
Εικονα 3-2

Ο υπεραστικός κυκλικός κόμβος (2 +λωρίδων)

Πηγή: www.aftodioikisionline.gr

2.4.8 Ο σπειροειδής κόμβος (Turbo- roundabouts) .

Σε αυτού του τύπου κόμβων ανήκουν αυτοί όπου οι λωρίδες κυκλοφορίας τους , με την σωστή σήμανση και διάφορους μεθόδους όπως υπερυψωμένα κράσπεδα στις εισόδους και εντός του κόμβου οροθετούνται . Έχουν μια ιδιαίτερη γεωμετρία ώστε να αποφεύγονται οι συγκρούσεις των οχημάτων λόγω αλλαγής της λωρίδας . Ο οδηγός με αυτές τις σπειροειδείς τροχιές μπορεί να επιλέξει σε πια λωρίδα θα κινηθεί προτού μπει στον κόμβο . Ένα επίσης σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι οι λωρίδες κυκλοφορίας εισόδου μπορεί να διαφέρουν με αυτές της εξόδου . Τέλος δεν μπορεί ένας οδηγός να κάνει αναστροφή , διότι κάθε λωρίδα οδηγεί σε μια συγκεκριμένη έξοδο .



Σχήμα 2-2

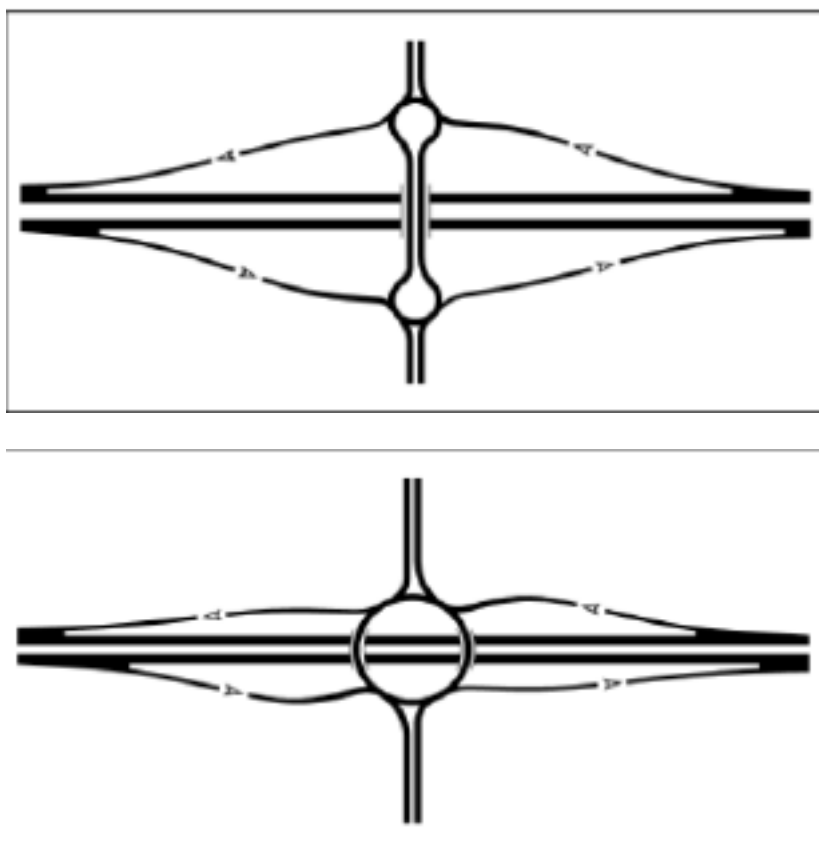
Υπόδειγμα διάταξης σπειροειδούς δακτυλίου κυκλοφορίας (turbo-Κυκλικός κόμβος),

Πηγή: Roundabouts Informational Guide 2, NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, Report 672

2.4.9 Η εφαρμογή των κυκλικών κόμβων σε ανισόπεδους κόμβους .

Σε ένα από τα επίπεδα ενός ανισόπεδου κόμβου μπορεί να υπάρχει και ένας κυκλικός κόμβος . Η διασταύρωση μεγάλων αστικών αυτοκινητοδρόμων με άλλες δευτερεύουσες αρτηρίες είναι μια σημαντική περίπτωση όπου γίνεται η χρήση κυκλικού κόμβου . Αυτό συμβάλει θετικά στο να μειώνονται οι ουρές και οι καθυστερήσεις που δημιουργούνται στον κόμβο .

Μια σημαντική μορφή τέτοιου κόμβου είναι της μορφής ρόμβου (diamond) με μια η δυο διασταυρώσεις . Εδώ ο κυκλικός κόμβος θα αντικαταστήσει τις ισόπεδες διασταυρώσεις στην δευτερεύουσα οδό .

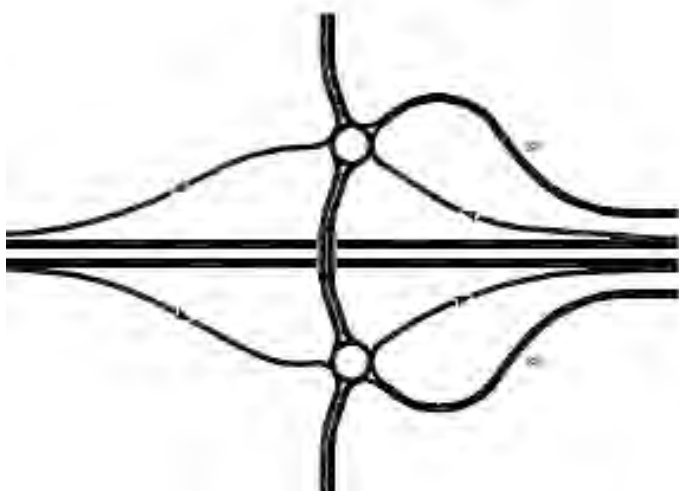


Σχήμα3-2

Εφαρμογή κυκλικού κομβού σε ανισοπεδούς κομβούς

Πηγή: Roundabouts Informational Guide 2, NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, Report 672

Μια άλλη περίπτωση ανισόπεδου κόμβου είναι αυτή με την μορφή ‘‘πλήρες τριαντάφυλλο (clover leaf) ‘‘ και ‘‘ μερικό τριαντάφυλλο (partial cover leaf)‘‘. Εδώ με την χρήση δυο κυκλικών κόμβων μπορεί να διευκολυνθούν πέντε κλάδοι προσέγγισης .



Σχήμα 4-2

Εφαρμογή κυκλικού κομβού σε ανισοπεδους κομβους (πλήρες τριαντάφυλλο (clover leaf))

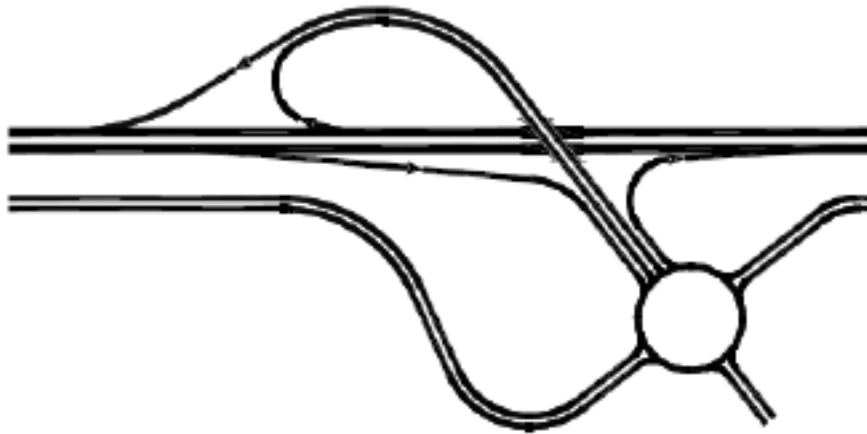
Πηγή: Roundabouts Informational Guide 2, NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, Report 672



Εικόνα 4-2

Πηγή: Roundabouts Informational Guide 2, NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, Report 672

Ένας ακόμα πολύ σημαντικός κυκλικός κόμβος που βοηθάει έναν ανισόπεδο κόμβο είναι αυτός της μορφής τρομπέτας (Trumpet) . Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις αποκατάστασης της συνέχειας παράπλευρων σε αυτοκινητόδρομο οδικών αξόνων .



Σχήμα 5-2

Εφαρμογή κυκλικού κομβού σε ανισοπεδους κομβους (μορφής τρομπέτας (Trumpet))

Πηγή: Roundabouts Informational Guide 2, NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, Report 672

Τέλος μια ακόμη περίπτωση είναι αυτή της διπλής σταγόνας . Το θετικό αυτής της μορφής είναι η αποτροπή της κατάλαλος εισόδου σε κλάδο αντίθετης ροής , με την δυνατότητα της ανάστροφης . Θα πρέπει να υπάρχει μεγάλη προσοχή στον σχεδιασμό και στην γεωμετρία ,καθώς και στην σήμανση για να μπορεί να ελέγχεται η ταχύτητα και να γίνεται η σωστή καθοδήγηση των οδηγίων .



Εικονα 5-2

Παράδειγμα κυκλικού κόμβου διπλής σταγόνας

Πηγή: Roundabouts Informational Guide 2, NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, Report 672

2.5 Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός κυκλικού κόμβου

2.5.1 Ασφάλεια

Το πόσο συχνά γίνεται μια σύγκρουση σε μια διασταύρωση , επηρεάζεται από το πόσα σημεία εμπλοκής υπάρχουν , όπως και από το πλήθος των αντίθετων ρευμάτων σε κάθε σημείο εμπλοκής . Η γωνία της σύγκρουσης καθώς και η ταχύτητα παίζουν σημαντικό ρόλο στην σοβαρότητα της σύγκρουσης . Όσο η ταχύτητα και η γωνία σύγκρουσης αυξάνονται τόσο πιο επικίνδυνη είναι αυτή τη σύγκρουση . Οι κυκλικοί κομβοί , σε σχέση με άλλα είδη διασταυρώσεων , σε μελέτες που έγιναν πάνω στα θανατηφόρα ατυχήματα αποδείχθηκαν ότι είναι πιο ασφαλείς σε μια μέτρια κυκλοφοριακή ικανότητα . Σαφώς και οι τραυματισμοί των ατόμων λόγω συγκρούσεων είναι πολύ χαμηλότεροι . Σημαντική αύξηση όμως παρατηρήθηκε στα ατυχήματα με τους πεζούς και τους ποδηλάτες .

Το πόσο σωστά έχει σχεδιαστεί ένας κυκλικός κόμβος καθορίζει και το επίπεδο ασφάλειας του . Οι κινήσεις της κυκλοφορίας σε ένα κυκλικό κόμβο είναι δεξιές στροφές με αποτέλεσμα να μειώνονται αρκετά οι πιθανές συγκρούσεις . Έχει παρατηρηθεί ότι ένας οδηγός σε μια απλή η ακόμα και σηματοδοτούμενη διασταύρωση δεν υπακούει στις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις σε αντίθεση με ένα κυκλικό κόμβο , που λόγω των φυσικών γεωμετρικών χαρακτηριστικών έχουν παρατηρηθεί μειωμένες συγκρούσεις . Ένα άλλο θετικό ενός κυκλικού κόμβου είναι ότι μπορεί να διαχειριστεί πιο ευκολά η ταχύτητα των οχημάτων , οπου με μια χαμηλή και σταθερή ταχύτητα εξασφαλίζεται ως προς την ασφάλεια :

- Ελαττώνονται οι συγκρούσεις καθώς και η σοβαρότητα αυτών (οχήματα, πεζού, ποδηλάτες)
- Οι οδηγοί που εισέρχονται στον κόμβο έχουν πιο πολύ χρόνο για να έχουν την καλύτερη δυνατή ορατότητα , να ρυθμίσουν την ταχύτητα τους και να εισέλθουν με την κατάλληλη προσοχή .
- Όλοι οι χρήστες του κόμβου έχουν περισσότερο χρόνο για να αντιληφθούν και να διορθώσουν λάθη κυκλοφοριακής συμπεριφοράς που έχουν κάνει αυτοί η άλλων χρηστών του κόμβου.
- Είναι πιο ασφαλή για τους νέους χρήστες της διασταύρωσης

Οι χαμηλές ταχύτητες δημιουργούν στους οδηγούς μια μεγαλύτερη καθυστέρηση και πολλές φορές και εκνευρισμό. Το αίσθημα ασφάλειας όμως που δημιουργείτε αντισταθμίζει αυτά τα αρνητικά.

Από την άλλη μεριά στους κυκλικούς κόμβους δυο η παραπάνω λωρίδων τα δεδομένα αλλάζουν λίγο . Το επίπεδο ασφάλειας των πεζών και ποδηλατών ,λόγω ότι υπάρχουν περισσότερες από μια λωρίδες εισόδου μειώνεται σημαντικά . Επίσης σε τέτοιους κόμβους είναι δύσκολο να μειωθεί η ταχύτητα , διευκολύνει την επιλογή διαδρομής με λανθασμένη τοποθέτηση στον κυκλικό κόμβο , καθώς γίνονται επικίνδυνες αλλαγές των λωρίδων . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι πεζοί και γενικά όλοι οι χρήστες να βρίσκονται στον κόμβο περισσότερο χρόνο με ταχύτερα οχήματα , και έχουν να διασχίσουν δυο η και περισσότερες λωρίδες κάθε φορά. Όπως και να έχει , σύμφωνα με έρευνες το επίπεδο ασφάλειας και εδώ είναι πιο υψηλό σε σχέση με αντίστοιχες σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις .

2.5.2 Κυκλοφοριακή ικανότητα και καθυστερήσεις

Ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα που έχει ένας κυκλικός κόμβος σε σχέση με μια σηματοδοτούμενη διασταύρωση είναι ότι η κυκλοφορία δεν σταματά υποχρεωτικά (αφού δεν υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες) . Έχει παρατηρηθεί και σε ώρες αιχμής που δημιουργούνται ουρές με οχήματα , η κυκλοφορία δεν μένει απολυτά σταματημένη , άλλα υπάρχει μια κίνηση (με μικρές ταχύτητες) κάτι το οποίο είναι πιο ανεκτικό από τους οδηγούς των οχημάτων .

Επίσης με τις χαμηλές ταχύτητες που έχουν σαν όρια ταχύτητας στους κυκλικούς κόμβους επιτυγχάνεται μεγαλύτερη κυκλοφοριακή ικανότητα , διότι αν τα οχήματα ανέπτυσαν μεγαλύτερες ταχύτητες , τα οχήματα που εισέρχονται στον κόμβο θα χρειαζόντουσαν περισσότερο χρόνο για να εισέλθουν σε αυτόν καθώς θα ήταν και πολύ πιο δύσκολο. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργόντουσαν καθυστερήσεις από τα οχήματα που περιμένουν για να εισέλθουν μέσα στον κόμβο . Σημαντικό είναι ότι όταν παραχωρείτε προτεραιότητα μέσα σε ένα κυκλικό κόμβο , μπορούν να δημιουργηθούν μεγάλες καθυστερήσεις σε μεγάλες αρτηρίες , κάτι το οποίο με άλλο σχεδιασμό κόμβου δεν θα γινόταν και θα είχαν προτεραιότητα . Αυτό το έχουμε παρατηρήσει σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης ,οπού και οι μικρές καθυστερήσεις προκαλούν πολλά προβλήματα στην κυκλοφορία .

2.5.3 Σηματοδότηση

Για να μπορέσουν να μειωθούν οι ορθές και οι καθυστερήσεις που δημιουργούνται κατά την είσοδο των οχημάτων σε ένα κυκλικό κόμβο πολλές φορές γίνεται η χρήση σηματοδότησης . Με την σηματοδότηση μπορούν να μειωθούν τα κενά που δημιουργούνται ανάμεσα στα οχήματα και μπορεί να ελαττωθεί σε μεγάλο βαθμό η συμφόρηση λόγω της ταυτόχρονης ένταξης των οχημάτων μέσα στον κυκλικό κόμβο . Επίσης το να υπάρχει σηματοδότηση σε αρτηρίες που συμβάλουν στον κυκλικό κόμβο , επιτρέπει στους οδηγούς να κάνουν αναστροφή με ασφάλεια , σε σχέση με άλλου είδους σηματοδοτούμενων διασταυρώσεων που απαγορεύεται ή είναι πολύ επικίνδυνο για ατύχημα .

2.5.4 Περιβαλλοντικά στοιχεία

Ένας κυκλικός κόμβος βοηθάει αρκετά στο περιβάλλον της διασταύρωσης . Όταν τα οχήματα κινούνται με χαμηλές ταχύτητες :

- Μειώνεται ο θόρυβος
- Η κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων παρουσιάζει μεγάλη μείωση
- Οι αέριοι ρύποι που εκπέμπονται από τις εξατμίσεις των οχημάτων είναι αρκετά χαμηλότεροι

Αυτού του είδους ρύπανση της ατμοσφαιράς έχει παρατηρηθεί και σε περιόδους οπού ο φόρτος είναι αρκετά μεγάλος με αποτέλεσμα να υπάρχει ανάγκη κατασκευής κυκλικών κόμβων αντί άλλων διασταυρώσεων .

2.5.5 Ο χώρος που απαιτείται για ένα κυκλικό κόμβο

Το μέγεθος και οι διαστάσεις μιας διασταύρωσης εξαρτώνται από τους κλάδους πρόσβασης . Σιγουρά οι κυκλικοί κομβοί είναι πολύ μεγαλύτεροι και καταλαμβάνουν

περισσότερο χώρο από άλλες διασταυρώσεις . Η σημαντική μείωση των καθυστερήσεων και η μείωση των μεγάλων ουρών στις διασταυρώσεις , είναι ένα πολύ σημαντικό κριτήριο οπου κάνει τους κυκλικούς κόμβους σημαντικούς χωρίς ο χώρος που καταλαμβάνουν να παίζει σημαντικό ρόλο . Με κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου μπορούν να δημιουργηθούν γύρω από τον κόμβο :

- Θέσεις στάθμευσης οχημάτων
- Εκτάσεις πράσινου
- Διαπλάτνιση των πεζοδρομίων
- Επιπρόσθετες λωρίδες κυκλοφορίας για την διευκόλυνση των οχημάτων
- Ποδηλατοδρόμους

2.5.6 Κόστος (κατασκευής, λειτουργίας, συντήρησης)

Το κόστος για την δημιουργία ενός κυκλικού κόμβου διαφέρει σε κάθε περίπτωση ανάλογα με :

- Το μέγεθος του κόμβου
- Τον φωτισμό
- Τις εξωτερικές επιπτώσεις
- Διάφορα άλλα χαρακτηριστικά

Το κόστος ενός καινούριου κυκλικού κόμβου είναι περίπου το ίδιο με μισά σηματοδοτούμενης διασταύρωσης .

Το κόστος λειτουργίας ενός κυκλικού κόμβου είναι πολύ χαμηλότερο σε σχέση με ένα σηματοδοτούμενο κόμβο διότι :

- Δεν χρειάζεται συντήρηση των σηματοδοτών
- Δεν καταναλώνουν ηλεκτρικό ρεύμα
- Δεν χρειάζεται συντήρηση στο σύστημα ανίχνευσης οχημάτων

Στους κυκλικούς κόμβους όμως υπάρχει ένα μεγαλύτερο κόστος στην συντήρηση του τοπιού , καθώς στην κεντρική νησίδα και στις άλλες μικρότερες νησίδες (διαχωριστικές) άλλα γύρω από τον κόμβο υπάρχει πράσινο .

Το κόστος για τον φωτισμό του κόμβου είναι περίπου το ίδιο για όλους σχεδόν τους κόμβους , σε σχέση πάντα με το μέγεθος τους . Αξίζει να σημειωθεί ότι το θετικό σε μια διακοπή ρεύματος σε ένα κυκλικό κόμβο είναι ότι δεν διακόπτετε η κυκλοφορία και δεν υπάρχει κίνδυνος να διασχίσει κάποιος τον κόμβο σε σχέση με μια σηματοδοτούμενη διασταύρωση .

Σύμφωνα με έρευνες έχει αποδειχθεί ότι ένας κυκλικός κόμβος έχει διάρκεια ζωής περίπου 25 χρονιά ενώ μια άλλη σηματοδοτούμενη διασταύρωση έχει 10 χρόνια ζωής.

2.5.7 Αισθητική ενός κυκλικού κόμβου

Ένας κυκλικός κόμβος που θα κατασκευαστεί σε ένα κεντρικό σημείο μιας πόλης μπορεί να αναβαθμίσει αισθητικά την γύρω περιοχή καθώς όλες οι νησίδες (κεντρική

και διαχωριστικές) μπορούν να γίνουν εντυπωσιακές . Ένα παράδειγμα είναι αυτό της υπερβατής ζώνης όπου μπορούν να τοποθετηθούν ειδικές χρωματισμένες πλάκες . Κυκλικοί κομβοί κατασκευάζονται σε εμπορικά σημεία μιας πόλης όπου τις αναβαθμίζουν οπτικά . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αναπτυχθεί οικονομικά όλη η περιοχή γύρω από τον κόμβο και να γίνει μια περιοχή όπου θα γίνουν μελλοντικές επενδύσεις . Αρκετές φορές στην κεντρική νησίδα τοποθετούνται διάφορα αντικείμενα αρχιτεκτονικής όπως αγάλματα, σιντριβάνια κτλ. κάτι το οποίο μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα ασφάλειας στα οχήματα διότι έχουν μειωμένη ορατότητα .



Εικόνα 6-2

Πηγή : www.kavalapost.gr/

2.6 Κυκλικοί κόμβοι (Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα)

Οι κυκλικοί κόμβοι και στην κατασκευή τους και στην λειτουργία τους έχουν αρκετά πλεονεκτήματα άλλα και μειονεκτήματα τόσο στο περιβάλλον όσο και στους ιδίους τους ανθρώπους . Κάποια είναι εντονότερα και άλλα είναι λιγότερο έντονα .

Παρακάτω παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα σε κατηγορίες .

2.6.1 Χρήστες εκτός των οδηγών των οχημάτων

Πλεονεκτήματα

- Έλεγχος από τους πεζούς μόνο από μια κατεύθυνση της κυκλοφορίας και διέλευση από την πεζοδιαβαση
- Οι ποδηλάτες έχουν τα ίδια δικαιώματα με τους πεζούς και μπορούν να διασχίσουν τον κυκλικό κόμβο

Μειονεκτήματα

- Αρκετοί πεζοί οι οποίοι έχουν προβλήματα όρασης δυσκολεύονται να διασχίσουν τις πεζοδιαβάσεις γιατί σε μια άλλη αντίστοιχη διασταύρωση με σηματοδότηση μπορεί να υπάρξει φωτεινός σηματοδότης με ακουστικά μηνύματα που διακόπτουν την κυκλοφορία των οχημάτων .
- Πολλές φορές μπορεί οι ράμπες των πεζών να χρησιμοποιηθούν από τους ποδηλάτες και αντίστοιχα ράμπες των ποδηλατιστών να χρησιμοποιηθούν από τους πεζούς

2.6.2 Οδική ασφάλεια στους κυκλικούς κόμβους

Πλεονεκτήματα

- Λόγο των χαμηλών ταχυτήτων που έχουν τα οχήματα που κινούνται μέσα στον κόμβο υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια σε όλους τους χρήστες του .
- Μείωση σοβαρότητας συγκρούσεων
- Επαρκής χρόνος για την σωστή λήψη αποφάσεων
- Λόγω αριστερών στροφών έχουμε εξάλειψη των συγκρούσεων

Μειονεκτήματα

- Έχει παρατηρηθεί αύξηση των συγκρούσεων οχημάτων με διάφορα σταθερά εμπόδια
- Οι κόμβοι με λωρίδες περισσότερες από 2 δημιουργούν δυσκολίες σε ευαίσθητους χρήστες
- Αύξηση των ατυχημάτων διότι πολλές φορές δεν υπάρχει κατακόρυφη σήμανση και οι οδηγοί δεν γνωρίζουν για το αν πρέπει να παραχωρήσουν προτεραιότητα .

2.6.3 Ως προς την λειτουργία των κυκλικών κόμβων

Πλεονεκτήματα

- Μικρότερες καθυστερήσεις και ουρές

- Λιγότερες πρόσθετες λωρίδες μεταξύ ισόπεδων διασταυρώσεων
- Πιο αποδοτικό σύστημα σηματοδότησης

Μειονεκτήματα

- Δεν προσφέρεται προτεραιότητα σε ειδικούς χρήστες όπως τραίνα , μέσα μαζικής μεταφοράς , οχήματα εκτατής ανάγκης . Αυτό γίνεται μόνο αν υπάρχουν συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας
- Μεγάλες καθυστερήσεις σε κυρίες αρτηρίες
- Καθυστερήσεις λόγω γεωμετρίας διότι οι νησίδες περιορίζουν την άνετη κυκλοφορία στην οδό
- Δεν συνιστώνται μεταξύ σηματοδοτούμενων κόμβων

2.6.4 Περιβάλλον

Πλεονεκτήματα

- Μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας
- Μείωση ηχορύπανσης
- Μείωση στην κατανάλωση καυσίμου
- Λιγότερες στάσεις

Μειονεκτήματα

- Σημαντικές επιπτώσεις σε φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους λόγω απαλλοτριώσεων

2.6.5 Κυκλοφοριακή ρύθμιση

Πλεονεκτήματα

- Μικρότερες ταχύτητες κυκλοφορίας
- Πιο εύκολη μετάβαση μεταξύ περιοχών με διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας

Μειονεκτήματα

- Μεγαλύτερο κόστος από άλλα μέτρα διαχείρισης της κυκλοφορίας

2.6.6 Χώρος που απαιτεί ένας κυκλικός κόμβος

Πλεονεκτήματα

- Λιγότερες λωρίδες κυκλοφορίας επειδή έχουν μειωθεί οι ουρές
- Εξυπηρέτηση χωρών στάθμευσης
- Πλατυτέρα πεζοδρομία
- Μεγάλη έκταση φύτευσης πράσινου
- Πλατύτερες εξωτερικές λωρίδες (για να περιλαμβάνονται ποδηλατοδρόμοι)

Μειονεκτήματα

- Συνήθως απαιτείτε αρκετός χώρος στην κάθε περίπτωση . Όσο αφορά στην κατασκευή χρειάζεται μεγάλη επιφάνεια χώρου , αρά και μεγάλο κόστος , ειδικά όταν πρέπει να κατευθυνθούν τα οχήματα σε κοντινές οδούς .

2.6.7 Συντήρηση

Πλεονεκτήματα

- Επειδή δεν υπάρχει εξοπλισμός σηματοδότησης , το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι χαμηλό .

Μειονεκτήματα

- Υπάρχει κόστος για την ζώνη τοποτεχνίας

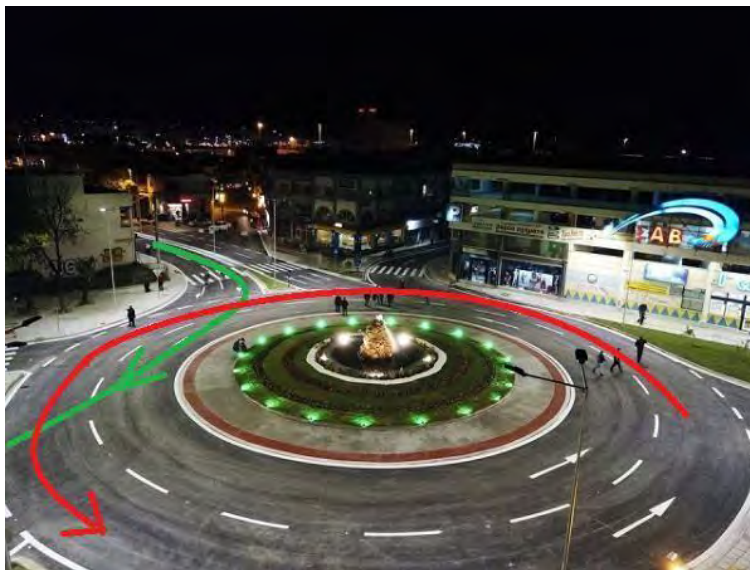
2.6.8 Αισθητική

Πλεονεκτήματα

- Αισθητική αναβάθμιση με την κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου
- Χρήση ως τοκόσημο για να διαχωριστούν οι κατοικημένες και εμπορικές περιοχές

Μειονεκτήματα

- Μειωμένη ορατότητα όταν τοποθετούνται μεγάλα και ογκώδη αντικείμενα στην κεντρική νησίδα



Εικόνα 7-2

Πηγή : www.taxydromos.gr/magnesia

2.7 Κριτήρια για την επιλογή θέσης ενός κυκλικού κόμβου

Η χρήση και η κατασκευή των κυκλικών κόμβων γίνεται για να αντικαταστήσουν άλλες μορφές διασταυρώσεων με αποτέλεσμα να διευκολύνονται οι οδηγοί των οχημάτων και να υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια και σε αυτούς που χρησιμοποιούν τον κόμβο καθώς και αυτούς που κινούνται γύρω από αυτόν . Κάποια κριτήρια για την επιλογή θέσης ενός κυκλικού κόμβου είναι :

- Σημεία με μεγάλες ουρές και μεγάλες καθυστερήσεις
- Σημεία με μεγάλο ποσοστό ατυχημάτων (κυρίως με διελεύσεις πεζών)
- Σημεία που δεν έχουν σήμανση
- Διασταυρώσεις δευτερευουσών αρτηριών
- Διασταυρώσεις που αποτελούνται από 4 κλάδους προσέγγισης
- Διασταυρώσεις που έχουν ασυνήθιστη γεωμετρία (διασταυρώσεις με μικρές γωνίες στους κλάδους εισόδων και εξόδων)
- Διασταυρώσεις που έχουν μεγάλη αριστερόστροφη κυκλοφορία
- Όταν παρατηρείτε η αναστροφή των οχημάτων
- Όταν διασταυρώνονται μεγάλες αρτηρίες με αρκετή κυκλοφοριακή συμφόρηση
- Όταν η κατηγορία της οδού (π.χ. υπεραστική → αστική) ή η ταχύτητα της οδού μεταβάλλονται
- Όταν υπάρχει η ανάγκη να βελτιωθεί οπτικά και αισθητικά μια διασταύρωση (θα πρέπει να πληροί όλα τα κριτήρια ασφάλειας και σωστή λειτουργία)
- Όταν μια άλλου είδους μορφή διασταύρωση έχει πολύ μεγαλύτερο κόστος κατασκευής από ένα κυκλικό κόμβο

Από την άλλη μεριά υπάρχουν και προϋποθέσεις ώστε να κάνουν τους κυκλικούς κόμβους μη ευνοϊκούς και ακατάλληλους.

- Όταν ο χώρος δεν είναι αρκετός ώστε να μπορέσει να κατασκευαστεί ένα κυκλικό κόμβο , αφού ένας κυκλικός κόμβος με μια λωρίδα χρειάζεται πολύ μεγαλύτερο χώρο από μια αντίστοιχη διασταύρωση
- Όταν δεν υπάρχει επίπεδη επιφάνεια στην ακτίνα του κυκλικού κόμβου . Να σημειωθεί ότι η μέγιστη κλίση είναι 3-5%.
- Όταν έχουμε φυσικούς και γεωμετρικούς περιορισμούς (προβλήματα με τις αποχετεύσεις των όμβριων κλπ.)
- Όταν έχουμε αρκετές διαφοροποιήσεις στην κυκλοφορία των οχημάτων μεταξύ δευτερευουσών και κύριων οδών .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Γεωμετρικός Σχεδιασμός

Ο γεωμετρικός σχεδιασμός ενός κυκλικού κόμβου απαιτεί την εξισορρόπηση ανταγωνιστικών στόχων στο σχεδιασμό . Οι κυκλικοί κόμβοι λειτουργούν με ασφάλεια όταν η κυκλοφορία γίνεται με χαμηλές ταχύτητες . Η κακή γεωμετρία των κυκλικών κόμβων επιδρά αρνητικά στην λειτουργία τους καθώς επηρεάζει την συμπεριφορά των οδηγών καθώς και την επιλογή λωρίδας . Πολλοί από τους γεωμετρικούς παραμέτρους καθορίζονται από τις προϋποθέσεις των ελιγμών του σχεδιαστικού οχήματος και την διευκόλυνση των μη μηχανοκίνητων οδηγών . Έτσι ο σχεδιασμός των κυκλικών κόμβων είναι μια διαδικασία που καθορίζει την καλύτερη ισορροπία αναμεσα στις διατάξεις ασφάλειας , την λειτουργική απόδοση και την διευκόλυνση των χρηστών .

Η ισορροπία στον σχεδιασμό επηρεάζεται ακόμα και από το φυσικό περιβάλλον και από τους οικονομικούς και πολιτικούς περιορισμούς , καθώς αυξάνουν την μεταβλητικότητα από περιοχή σε περιοχή . Για παράδειγμα ένας κυκλικός κόμβος που βρίσκεται στον τελικό του σχηματισμό την ημέρα των εγκαινίων του μπορεί να έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά από ένα κυκλικό κόμβο που αρχικά δημιουργήθηκε με προσωρινό σχηματισμό (π.χ. ένας μιας λωρίδας κυκλικός κόμβος μπορεί αργότερα να μετατραπεί σε διπλής λωρίδας κυκλικό κόμβο) και οι τεχνικές που χρησιμοποιούν για τις μετατροπές μπορούν να ποικίλουν (π.χ. να προσθέτουν εξωτερικές λωρίδες αντί για εσωτερικές). Γι' αυτούς τους λόγους είναι δύσκολο να τυποποιηθούν οι τεχνικές για τον σχεδιασμό του κυκλικού κόμβου διότι σπάνια υπάρχει ένας σωστός ή ακόμα ο καλύτερος τρόπος για να σχεδιαστεί ένας κυκλικός κόμβος .

Η κατασκευή ενός κυκλικού κόμβου προϋποθέτει την επιτυχία των παρακάτω σημαντικών στόχων :

- Χαμηλές ταχύτητες κατά την είσοδο καθώς και σταθερή ταχύτητα σε όλο τον κυκλικό κόμβο
- Κατάλληλος αριθμός λωρίδων για να πέτυχουμε την κατάλληλη ισορροπία όγκου λωρίδας και συνέχεια λωρίδων στον κυκλικό κόμβο .
- Ομαλή διοχέτευση που είναι ενστικτώδες στους οδηγούς και έχει ως αποτέλεσμα στο να χρησιμοποιούν τα οχήματα τις κατάλληλες λωρίδες .
- Επαρκής διευκόλυνση για τα σχεδιαστικά οχήματα
- Ένας σχεδιασμός που ανταποκρίνεται στις ανάγκες των πεζών και των ποδηλάτων
- Κατάλληλη απόσταση όρασης και ορατότητα

Αφού οι κυκλικοί κόμβοι εφαρμόζονται σε διαφορετικές καταστάσεις και συνθήκες διαφορετικών τοποθεσιών , κάθε κυκλικός κόμβος απαιτεί ξεχωριστές επιλογές σχεδιασμού . Η γενική φύση της διαδικασίας για το σχεδιασμό ενός κυκλικού κόμβου είναι επαναληπτική. Μικρές προσαρμογές στο γεωμετρικό χαρακτηριστικό σχεδιασμό έχει σαν αποτέλεσμα να επηρεάσει σημαντικά την απόδοση ασφάλειας του κυκλικού κόμβου . Επίσης πολλά μεμονωμένα στοιχεία σχεδιασμού αλληλοεπιδρούν το ένα με το άλλο και ως εκ τούτου λαμβάνουν υπόψιν τον κυκλικό κόμβο συνολικά (το αποτέλεσμα του σχεδίου) . Αυτό είναι πιο σημαντικό από το να

εστιάζουν σε μεμονωμένα στοιχεία . Εξαιτίας αυτής της επαναληπτικής διαδικασίας , θα ήταν σωστό να προετοιμάσουμε αρχικά σχέδια σε επίπεδο σκίτσου έτσι ώστε να ερευνήσουμε την συμβατότητα των αρχών σχεδιασμού πριν γίνουν τα κανονικά σχέδια . Η βέλτιστη θέση των κυκλικών κόμβων δεν θα πρέπει να καθοριστεί μέχρι να ερευνηθούν διάφορες επιλογές τοποθεσίας .

3.2 Οριζόντιος σχεδιασμός

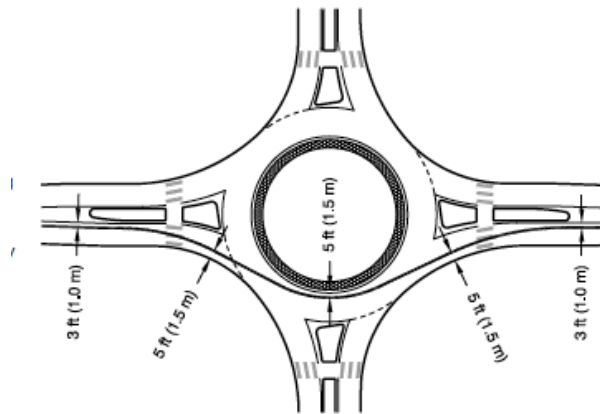
Τρεις από τις βασικές μελέτες που επηρεάζουν τον οριζόντιο σχεδιασμό των κυκλικών κόμβων περιλαμβάνουν την ταχύτητα σχεδίασης , ευθυγράμμιση διαδρομής και το σχεδιαστικό όχημα . Αυτές με την σειρά τους επηρεάζουν το μέγεθος των κυκλικών κόμβων και το σχεδιασμό των κεντρικών και διαχωριστικών νησίδων . Αυτή η ενότητα επισημαίνει τις μελέτες και τις λεπτομέρειες του σχεδιασμού .

3.3 Ταχύτητα σχεδίασης

Το να καταφέρεις να έχεις την κατάλληλη ταχύτητα οχημάτων καθώς εισέρχεσαι και ταξιδεύεις σε ένα κυκλικό κόμβο είναι ένας πολύ σημαντικός σχεδιαστικός στόχος καθώς έχει μεγάλο αντίκτυπο στην ασφάλεια . Ένας καλοσχεδιασμένος κυκλικός κόμβος μειώνει την ταχύτητα οχημάτων με το που εισέρχονται σε αυτήν και καταφέρνει σταθερότητα και συνοχή στις σχετικές ταχύτητες ανάμεσα των αντικρουόμενων ρευμάτων κυκλοφορίας απαιτώντας από τα οχήματα να υπερπηδήσουν των κυκλικό κόμβο κατά μήκος μιας καμπυλωτής διαδρομής . Γενικά , παρόλο που για την συχνότητα των ατυχημάτων ευθύνεται ο όγκος , για την σοβαρότητα των ατυχημάτων ευθύνεται η ταχύτητα . Ως εκ τούτου , έμφαση στην ταχύτητα σχεδίασης ενός κυκλικού κόμβου είναι απαραίτητη για να πέτυχουμε καλή απόδοση ασφάλειας .

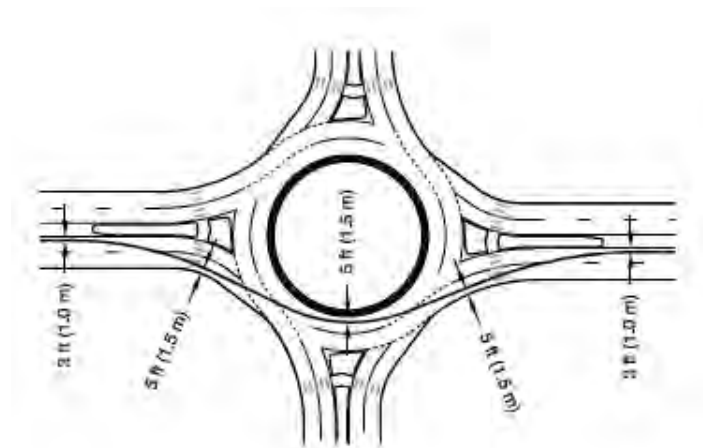
Η προτεινομένη ταχύτητα σχεδίασης ενός κυκλικού κόμβου είναι κυρίως μια λειτουργία τον αριθμό λωρίδων πάρα του σχεδιασμού ταχυτήτων των διασταυρούμενων δρόμων. Η ταχύτητα που θα μπορούσαν να φθάσουν οι οδηγοί αν πάρουν τον γρηγορότερο δρόμο μέσα στον κυκλικό κόμβο άσχετα με το αν υπάρχει η λωρίδα γραμμής . Πρακτικά οι πραγματικές ταχύτητες σε ένα κυκλικό κόμβο θα είναι χαμηλότερες καθώς οι οδηγοί μειώνουν ταχύτητα σε ένα κυκλικό δρόμο , δίνοντας προτεραιότητα σε άλλους οδηγούς και μένοντας στην λωρίδα τους (για κυκλικούς κόμβους με πολλαπλές λωρίδες) Για τους κυκλικούς κόμβους με μονή λωρίδα προτείνεται ως μέγιστη ταχύτητα καθώς εισέρχεσαι στον κυκλικό κόμβο 30 με 40 km/h ενώ για τους κυκλικούς κόμβους με πολλαπλές λωρίδες 40 με 50 km/h . Αυτή η τεχνική σχεδιασμού διασφαλίζει ότι οι ταχύτητες που παρατηρούνται πρακτικά πέφτουν μέσα σε αυτά τα λογικά όρια .

Για να καθοριστεί η θεωρητική ταχύτητα της κάθε κίνησης σχηματίζεται ο γρηγορότερος δρόμος που επιτρέπεται από την γεωμετρία. Αυτός είναι ο πιο ομαλός δρόμος για ένα μοναδικό όχημα δεδομένου της απουσίας άλλης κυκλοφορίας οχημάτων και το ότι ο οδηγός αγνοεί τις σημάνσεις κυκλοφορίας, διασχίζει την είσοδο, περνάει από την κεντρική νησίδα και καταλήγει στην έξοδο. Συνήθως ο πιο γρήγορος πιθανός δρόμος είναι διάμεσου της κίνησης, αλλά σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να γίνει από μια δεξιόστροφη κίνηση . Η εικόνα 1 και η εικόνα 2 απεικονίζουν την κατασκευή των γρηγορότερων δρόμων σε μια μονής λωρίδας κυκλικό κόμβο και σε μια πολλαπλών λωρίδων κυκλικό κόμβο αντιστοίχως.



Εικόνα 1-3

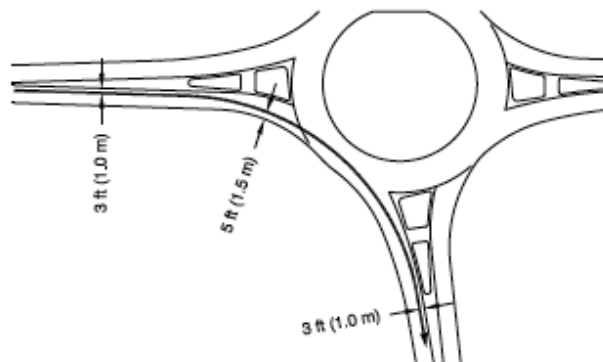
Πηγή : Roundabouts Technical summary



Εικόνα 2-3

Πηγή : Roundabouts Technical summary

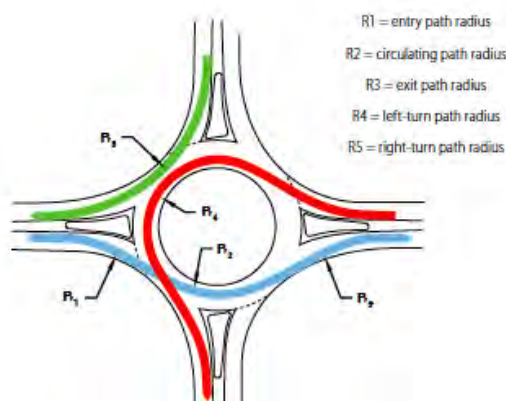
Η εικόνα 3 μας δίνει ένα παράδειγμα μιας δεξιόστροφης πορείας . Μας παρέχονται οι διαστάσεις για να μας δείξουν πως η κεντρική γραμμή της πορείας των οχημάτων σχεδιάζεται σε σχέση με τα σημεία ελέγχου . Οι θεωρητικές ταχύτητες υπολογίζονται από αυτές τις πορείες και ελέγχονται σε σχέση με την ταχύτητα σχεδίασης για τον τύπο του κυκλικού κόμβου (μονής λωρίδας εναντίον πολλαπλών λωρίδων) έτσι ώστε να καθοριστεί αν η γεωμετρία παράγει λογικές ταχύτητες .



Εικόνα 3-3

Πηγή : Roundabouts Technical summary

Η πιο γρήγορη πορεία θα πρέπει να σχεδιαστεί και να ελεγχθεί για όλες τις προσεγγίσεις του κυκλικού κόμβου . Η εικόνα 4 απεικονίζει 5 σημαντικές πορείες που συχνά ελέγχονται .



Εικόνα 4-3

Πηγή : Roundabouts Technical summary

Όταν σχεδιαστούν οι γρηγορότερες πορείες , οι παραπάνω ακτίνες μετριοούνται και αντίστοιχες ταχύτητες σχεδίασης υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τις κατευθυντήριες γραμμές των προτύπων οριζοντίων καμπυλών από την Αμερικάνικη Ένωση Εθνικών Οδών και Μεταφορών . Συνήθως οι κυκλικοί κόμβοι σχεδιάζονται με εγκάρσια κλίση 2% προς τα έξω (π.χ. μια υπερύψωση -0.02).

Εκτός από το να καταφέρουμε να πέτυχουμε ταχύτητα σχεδίασης για την κίνηση εισόδου , ένας άλλος σημαντικός σκοπός είναι να καταφέρουμε να έχουμε σταθερές ταχύτητες για όλες τις κινήσεις οι οποίες επηρεάζονται από τις επιλογές των γεωμετρικών στοιχείων . Τα βασικά οφέλη της κατάκτησης της σταθερής ταχύτητας είναι η ασφάλεια . Συνήθως, οι σχέσεις μεταξύ των ταχυτήτων με ακτίνες R1,R2 και R3 και ακτίνες R1 και R4 είναι πρωταρχικού ενδιαφέροντος . Στην πράξη , με το να κρατάς την μέγιστη προτεινομένη ταχύτητα σχεδίασης εισόδου στο μέγιστο κάτω από τις προτεινόμενες αξίες , ο σκοπός για σταθερές ταχύτητες για όλες τις κινήσεις μπορεί να επιτευχθεί άμεσα.

Υπάρχει διαφορά απόψεων στο πόσο σημαντική είναι η επαπτόμενη εναντίον της καμπυλωτής εξόδου γεωμετρίας με σκοπό να ελεγχθούν οι ταχύτητες εξόδου , ειδικότερα στην διάβαση πεζών . Μερικοί μηχανικοί υποστηρίζουν ότι για να υπάρξει μια σχετικά στενή ακτίνα εξόδου , πρέπει να μειωθούν οι ταχύτητες εξόδου ,όμως άλλοι υποστηρίζουν μια πιο άνετη ακτίνα εξόδου για βελτιωμένη οδηγησιμότητα. Θεωρητικές ταχύτητες εξόδου μπορούν να ελεγχθούν χρησιμοποιώντας την παραπάνω μέθοδο . Όμως , έρευνα έχει βρει ότι οι παρατηρούμενες ταχύτητες εξόδου είναι πιο συχνά περιορισμένες από τις ταχύτητες κυκλοφορίας και την επιτάχυνση βγαίνοντας από τον κυκλικό κόμβο από την ακτίνα της πορείας εξόδου . Είναι σημαντικό να καταλάβουμε τους σχετικούς συμβιβασμούς των επιλογών σχεδίου , και ότι οι επιλογές μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με το πλαίσιο τοποθεσίας .

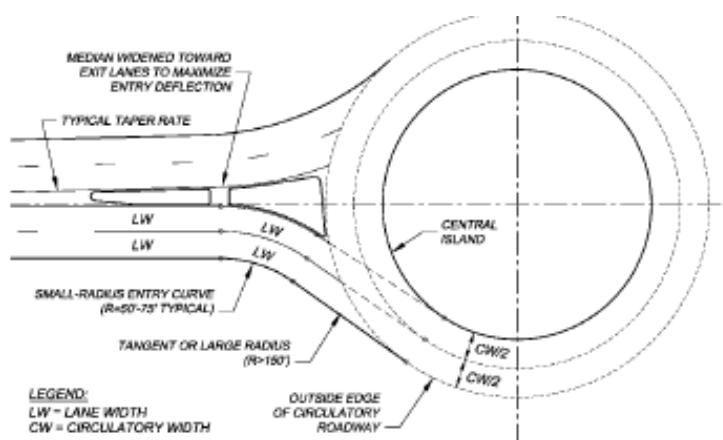
3.4 Ευθυγράμμιση διαδρομής

Με τους πολλαπλών λωρίδων κυκλικούς κόμβους ο μηχανικός θα πρέπει επίσης να υπολογίσει την ευθυγράμμιση των οχημάτων και την ομαλή πορεία , για να διαβεβαιώσει ότι η προτεινομένη γεωμετρία κατευθύνει τα οχήματα να μείνουν στην σωστή λωρίδα μέσα στο κυκλοφοριακό οδικό άξονα και τις εξόδους . Επικάλυψη διαδρομής συμβαίνει όταν οι ομαλές πορείες των οχημάτων των διπλανών λωρίδων επικαλύπτουν ή διασταυρώνουν η μια την άλλη . Ο σχεδιασμός εισόδου θα πρέπει να ευθυγραμμίζει τα οχήματα στην κατάλληλη λωρίδα μέσα στον κυκλοφοριακό οδικό άξονα , χρησιμοποιώντας τεχνικές που προωθούν την σωστή ευθυγράμμιση διαδρομής .

Ο σχεδιασμός πολλαπλών λωρίδων κυκλικού κόμβου με σωστή ευθυγράμμιση διαδρομής , ενώ ταυτόχρονα ελέγχεται η ταχύτητα εισόδου , μέσα από την κατάλληλη εκτροπή , μπορεί να είναι δύσκολος να επιτευχθεί. Στρατηγικές που βελτιώνουν την ευθυγράμμιση πορείας μπορεί να αυξήσει τις γρηγορότερες ταχύτητες διαδρομής .

Ένας κάλος σχεδιασμός προσπαθεί να ισορροπήσει την ταχύτητα εισόδου , τις ανάγκες για ευθυγράμμιση διαδρομής και άλλους παράγοντες (π.χ. ανάγκες ενός σχεδιαστικού οχήματος) μέσα από επαναλήψεις σχεδίου και ελέγχου των διάφορων παραγόντων .

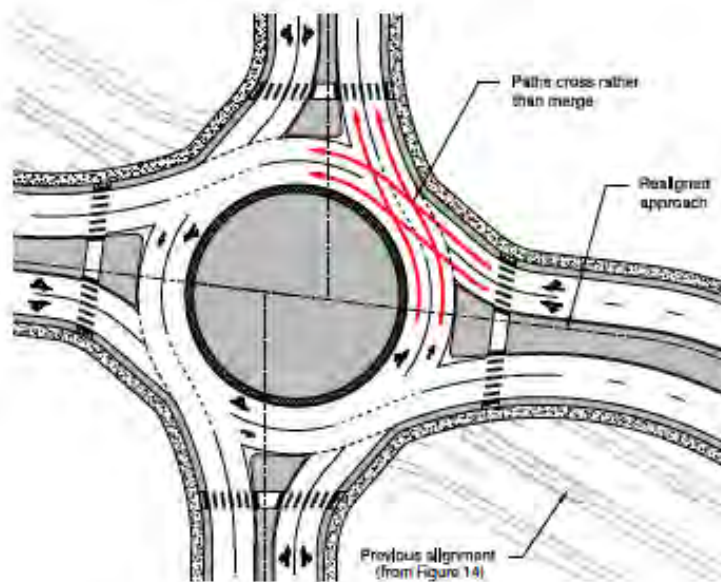
Η εικόνα 5 απεικονίζει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια μια πιθανή τεχνική για πολλαπλών λωρίδων σχέδιο . Ο κυρίως στόχος αυτής της τεχνικής είναι να τοποθετήσει την καμπύλη εισόδου στην καλύτερη θέση έτσι ώστε η προβολή της εσωτερικής λωρίδας εισόδου να εφάπτεται ή σχεδόν να εφάπτεται με την κεντρική νησίδα . Ο σχεδιασμός των εξόδων θα πρέπει επίσης να παρέχει μεγάλη ακτίνα εξόδου και ευθυγράμμιση έτσι ώστε να επιτρέπει στους οδηγούς να μένουν στην σωστή λωρίδα . Άλλες τεχνικές ασχολούνται με τις αλλαγές στην προσέγγιση ευθυγράμμισης , την καμπυλότητα εισόδου και την αναφερομένη διάμετρο του κύκλου . Κάθε μια από αυτές τις τροποποιήσεις μπορούν να δημιουργήσουν συμβιβασμούς όπως για παράδειγμα αν αυξηθεί η αναγραφόμενη διάμετρος του κύκλου θα μπορούσε να φέρει γρηγορότερες κυκλοφοριακές ταχύτητες . Ένας κάλος σχεδιασμός προσπαθεί να ισορροπήσει αυτούς τους παράγοντες μέσα από την επανάληψη του σχεδιασμού .



Εικόνα 5-3

Πηγή : Roundabouts Technical summary

Παρομοίως , προβλήματα μπορεί να προκύψουν όταν ο σχεδιασμός επιτρέπει μεγάλο διαχωρισμό ανάμεσα των εισόδων και μεταγενέστερων εξόδων . Μεγαλύτεροι διαχωρισμοί ανάμεσα στους κλάδους πρόσβασης αναγκάζουν τα οχήματα που μπαίνουν στον κυκλικό κόμβο να πλησιάσουν κοντά σε αυτά που σκοπεύουν να από τον κυκλικό κόμβο στο επόμενο κλάδο πρόσβασης . Αυτό μπορεί να δημιουργήσει διαμάχη στο σημείο εξόδου ανάμεσα στα οχήματα που βγαίνουν από τον κυκλικό κόμβο και από αυτά που είναι ήδη μέσα σε αυτόν . Πολλές είναι οι λύσεις που υπάρχουν για να λύσουν αυτό το πρόβλημα , συμπεριλαμβάνοντας αλλαγές στην διαμόρφωση των λωρίδων , αλλαγές στην αναγραφόμενη διάμετρο του κύκλου και στην ανακατάταξη των προσεγγίσεων . Η εικόνα 6 απεικονίζει μια από αυτές τις πιθανές λύσεις, η οποία σχετίζεται με την ανακατάταξη των κλάδων πρόσβασης έτσι ώστε να υποχρεώνουν την πορεία των εισερχομένων οχημάτων να διασχίζουν την πορεία των οχημάτων που ήδη βρίσκονται μέσα στον κυκλικό κόμβο για να μειωθεί η πιθανότητα σύγκρουσης . Αυτό αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα τα εισερχόμενα οχήματα να παραχωρήσουν προτεραιότητα και στις δυο λωρίδες που βρίσκονται σε μια “διαμάχη”



Εικόνα 6-3

Πηγή : Roundabouts Technical summary

3.5 Σχεδιαστικό όχημα (όχημα σχεδίασης)

Μεγάλα φορτηγά , λεωφορεία και οχήματα όπως ασθενοφόρα συχνά επηρεάζουν τις διαστάσεις των κυκλικών κόμβων , ειδικότερα στους κυκλικούς κόμβους με μια λωρίδα . Έτσι , το όχημα σχεδίασης πρέπει να τακτοποιηθεί στην αρχή του έργου και να γίνει εκτίμηση αυτού από νωρίς . Με διάφορα προγράμματα μέσα στο σχεδιαστικό πρόγραμμα CaD θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν το πως γραφεί η

καμπύλη ενός μεγάλου φορτηγού μέσα στον κυκλικό κόμβο. Συνήθως η στροφή προς τα αριστερά είναι η σημαντική πορεία του οχήματος για να καθοριστεί το πλάτος του κυκλοφοριακού οδικού άξονα , ενώ η δεξιόστροφη κίνηση είναι η σημαντική πορεία για το πλάτος των εισόδων και εξόδων .

3.6 Μέγεθος

Το μέγεθος των κυκλικών κόμβων υπολογισμένο από την διάμετρο του κύκλου όπως φαίνεται στον πίνακα 1 καθορίζεται από τον αριθμό σχεδιαστικών στόχων συμπεριλαμβανομένου την ταχύτητα σχεδίασης, την ευθυγράμμιση διαδρομής και τα οχήματα σχεδίασης όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Το πρώτο βήμα πρέπει να γίνει με την αναγραφόμενη διάμετρο του κύκλου . Η επιλεγόμενη διάμετρος μπορεί να είναι υποκειμενική αλλά το τελικό μέγεθος είναι αποτέλεσμα σύγκλισης πολλών στόχων (π.χ. έλεγχος ταχύτητας , όχημα σχεδιασμού κ.α.) . Μικρότεροι αναγραφόμενοι διάμετροι κύκλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πιο μικρούς δρόμους . Μεγαλύτερες αναγραφόμενες διάμετροι κύκλου γενικά παρέχουν ευελιξία για το σχεδιασμό εισόδου σύμφωνα με τα σχέδια (π.χ. ταχύτητα , καλύτερη ορατότητα στα αριστερά κ.τ.λ.) ενώ ταυτόχρονα διευκολύνουν τα μεγάλα οχήματα . Ο πίνακας 1 παρέχει αναγραφόμενους διαμέτρους για διάφορες κατηγορίες κυκλικού κόμβου και τυπικά οχήματα. Άλλες περιπτώσεις είναι πιο συχνές και άλλες λιγότερο .

Roundabout Configuration	Typical Design Vehicle	Inscribed Circle Diameter Range*	
Mini-Roundabout	SU-30 (SU-9)	45 to 90 ft	(14 to 27 m)
Single-Lane Roundabout	B-40 (B-12)	90 to 150 ft	(27 to 46 m)
	WB-50 (WB-15)	105 to 150 ft	(32 to 46 m)
	WB-67 (WB-20)	130 to 180 ft	(40 to 55 m)
Multilane Roundabout (2 lanes)	WB-50 (WB-15)	150 to 220 ft	(46 to 67 m)
	WB-67 (WB-20)	165 to 220 ft	(50 to 67 m)
Multilane Roundabout (3 lanes)	WB-50 (WB-15)	200 to 250 ft	(61 to 76 m)
	WB-67 (WB-20)	220 to 300 ft	(67 to 91 m)

Πηγή : Roundabouts Technical summary

3.7 Κεντρική νησίδα

Η κεντρική νησίδα ενός κυκλικού κόμβου είναι η υπερυψωμένη , κυρίως μη –προ βάσιμη περιοχή που περιτριγυρίζεται από τον κυκλοφοριακό οδικό άξονα . Μπορεί επίσης να υπάρχει και μια προβάσιμη περιοχή η οποία είναι η υπερβατή ζώνη νησίδας . Η νησίδα διαμορφώνεται για αισθητικούς λόγους και για να διευκολύνει τους οδηγούς να αναγνωρίσουν τον κυκλικό κόμβο καθώς τον πλησιάζουν .

Υπερυψωμένες κεντρικές νησίδες για κυκλικούς κόμβους με μια λωρίδα προτιμώνται σε αντίθεση με της χαμηλές νησίδες , καθώς οι χαμηλές κεντρικές νησίδες δυσκολεύουν τους οδηγούς να τις αναγνωρίσουν και να τις προσεγγίσουν .

Μια κεντρική κυκλική νησίδα προτιμάται επειδή ο κυκλικός οδικός άξονας έχει μια συνεχομένη ταχύτητα γύρω από την νησίδα . Οβάλ η' άλλα σχήματα μπορεί να είναι απαραίτητα για διασταυρώσεις πάνω από 4 κλάδους πρόσβασης . Νησίδες σε σχήμα σταγόνας χρησιμοποιούνται μερικές φορές σε περιοχές όπου συγκεκριμένοι ελιγμοί δεν υπάρχουν όπως σε κόμβους η σε μέρη όπου κάποιοι ελιγμοί σε μια στροφή δεν

μπορούν να γίνουν με ασφάλεια όπως ένας κυκλικός κόμβος όπου ένας δρόμος είναι σχετικά απότομος .

Το μέγεθος της κεντρικής νησίδας παίζει ένα σημαντικό ρόλο για το καθορισμό του μεγέθους της εκτροπής που μπορεί να γίνει στην πορεία των οχημάτων . Όμως η διάμετρος της νησίδας εξαρτάται από την αναγραφόμενη διάμετρο κύκλου και το απαιτούμενο πλάτος του κυκλοφοριακού οδικού άξονα . Οι κυκλικοί κόμβοι των αγροτικών περιοχών συνήθως χρειάζονται μεγαλύτερες κεντρικές νησίδες σε σύγκριση με αυτούς των αστικών περιοχών για να βελτιώσουν την ορατότητα τους , να διευκολύνουν τα μεγαλύτερα οχήματα , να μπορέσουν να σχεδιάσουν μεγαλύτερους δρόμους για να μειώνεται η ταχύτητα και για να διευκολύνουν τα οχήματα που μπορεί να κάνουν κάποιο λάθος .

Η κεντρική νησίδα μπορεί να βελτιωθεί (π.χ. διαμόρφωση τοπιού , αγάλματα , σιντριβάνια) για να εξυπηρετήσουν σκοπούς αισθητικής αλλά και για να γίνετε πιο ευδιάκριτη στα οχήματα που προσεγγίζουν . Αυτές οι βελτιώσεις δεν πρέπει να προσελκύουν τους πεζούς στην κεντρική νησίδα , καθώς αυτοί απαγορεύονται να να διασχίσουν τον κυκλοφοριακό οδικό άξονα . Επιπλέον , πρέπει να ληφθεί φροντίδα για τα μονιμά αντικείμενα πάνω στην κεντρική νησίδα όταν προσεγγίζουν λεωφόροι με υψηλές ταχύτητες .

3.8 Διαχωριστική νησίδα

Οι διαχωριστικές νησίδες πρέπει να υπάρχουν σε όλους τους κυκλικούς κόμβους και θα πρέπει να είναι υπερυψωμένες εκτός αν οι κυκλικοί κόμβοι έχουν πολύ μικρή διάμετρο . Ο κυρίως στόχος τους είναι να προσφέρουν στους πεζούς ένα μέρος να σταθούν , να βοηθούν στο έλεγχο ταχύτητας , να καθοδηγούν την κίνηση μέσα στον κυκλικό κόμβο , να διαχωρίζουν την εισερχόμενη από την εξερχόμενη κίνηση και να αποτρέψουν την λανθασμένη αντίθετη ροή της κίνησης . Επιπλέον οι διαχωριστικές νησίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τοποθέτηση ταμπελών .

Όταν γίνεται ο αρχικός σχεδιασμός του κυκλικού κόμβου πρέπει να υπολογισθεί το μέγεθος της διαχωριστικής νησίδας πριν σχεδιαστεί η είσοδος και η έξοδος του κυκλικού κόμβου . Αυτό γίνεται για να εξασφαλιστεί το σωστό μέγεθος της διαχωριστικής νησίδας .

Το τελικό μήκος της διαχωριστικής νησίδας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 50 πόδια (15 μέτρα) παρόλο που και μακρύτερο είναι καλύτερο , έτσι ώστε να διασφαλιστεί η προστασία των πεζών και για να προειδοποιηθούν οι οδηγοί που πλησιάζουν τον κυκλικό κόμβο . Επιπροσθέτως , η διαχωριστική νησίδα πρέπει να εκτείνεται έξω από το τέλος της καμπύλης εξόδου για να αποτραπεί η διασταύρωση στον αντίθετο δρόμο από τους οδηγούς που βγαίνουν . Σε τοποθεσίες με με υψηλή ταχύτητα (κυρίως αγροτικές) η διαχωριστική νησίδα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 200 πόδια και κατά προτίμηση να έχει μήκος που εξυπηρετεί την επιβράδυνση της ταχύτητας μέχρι την είσοδο . Το πλάτος της διαχωριστικής νησίδας θα πρέπει να είναι 6 πόδια το ελάχιστο (1.8 μέτρα) στην διασταύρωση για να παρέχει ασφάλεια στους πεζούς , συμπεριλαμβανομένους αυτούς με αναπηρική καρέκλα , με ποδήλατα η και καρότσια με μωρά .

Υπάρχουν αρκετά οφέλη στο να έχουμε μεγαλύτερες διαχωριστικές νησίδες. Μια αύξηση στο πλάτος της διαχωριστικής νησίδας έχει σαν αποτέλεσμα να διαχωρίζει την κίνηση των εισερχόμενων από αυτή των εξερχόμενων του ίδιου κλάδου

πρόσβασης και αυξάνει τον χρόνο που χρειάζονται οι οδηγοί για να διευκρινίσουν την κίνηση οχημάτων που εξέρχεται από αυτήν που κυκλοφορεί μέσα στον κυκλικό κόμβο . Με αυτόν τον τρόπο μεγαλύτερες διαχωριστικές νησίδες διευκολύνουν να μειωθεί το μπέρδεμα των εισερχομένων μοτοσικλετιστών . Όμως η αύξηση του πλάτους της διαχωριστικής νησίδας συνήθως απαιτεί να αυξηθεί η αναγραφόμενη διάμετρος κύκλου έτσι ώστε να διασφαλιστεί ο έλεγχος της ταχύτητας . Έτσι αυτά τα οφέλη ως προς την ασφάλεια μπορεί να αντισταθμιστούν από υψηλότερο κόστος κατασκευής .

Οι οδηγίες από το AASHTO για το σχεδιασμό νησίδας θα πρέπει να ακολουθηθούν για την διαχωριστική νησίδα . Αυτό συμπεριλαμβάνει την χρήση μεγαλύτερων ακτινών για μεγιστοποίηση της ορατότητας της νησίδας . Με την εξισορρόπηση των καμπυλωτών γραμμών και την δημιουργία μιας διοχέτευσης βοηθάει στο να μειωθεί η ταχύτητα των οχημάτων καθώς πλησιάζουν στον κυκλικό κόμβο .

3.9 Σχεδιασμός για την εξυπηρέτηση των πεζών

Οπού είναι δυνατό, πρέπει να τοποθετούνται πεζοδρομία στους κυκλικούς κόμβους ,ώστε να μπορούν οι πεζοί να περπατάνε με ασφάλεια γύρο από αυτόν . Υπάρχει ένα μέρος το οποίο ονομάζεται στα αγγλικά ‘‘land scape buffer’’ το οποίο αποθαρρύνει τους πεζούς να περάσουν προς την κεντρική νησίδα η να διασχίσουν τον κυκλικό κόμβο και βοηθάει άτομα με προβλήματα όρασης , να κατευθυνθούν προς την διάβαση των πεζών . Το landscape buffer, έχει πλάτος 1,5 μέτρα η και μεγαλύτερο ,και είναι προτιμότερο να φυτεύεται με γρασίδι η χαμηλούς θάμνους αναμεσα στα πεζοδρομία και στην στροφή έτσι ώστε να υπάρχει κατάλληλη ορατότητα .

Οι διαβάσεις θα πρέπει να τοποθετούνται σε απόσταση όσο το μήκος ενός οχήματος μακριά από το κυκλοφοριακό οδόστρωμα. Το πλάτος μια συνηθισμένης διάβασης πεζών είναι 6 μέτρα. Το πλάτος της υπερυψωμένης νησίδας θα πρέπει να είναι το λιγότερο 1,8 μέτρα για να παρέχει ασφάλεια σε αυτούς που κυκλοφορούν με καροτσάκι η ποδήλατο. Σε κάποιους κυκλικούς κόμβους είναι επιθυμητό οι διαβάσεις να βρίσκονται 13,5 μέτρα η και ακόμα 21.5 μέτρα πίσω από την άκρη του κυκλοφοριακού οδοστρώματος . Η τοποθέτηση διαβάσεων τόσο μακριά γίνεται σε περιπτώσεις οπου υπάρχει μεγάλη κίνηση πεζών και έτσι μπορεί να δημιουργηθούν μεγάλες ουρές που μπορεί να φτάσουν μέχρι και το οδόστρωμα. Μια άλλη σημαντική περίπτωση εξυπηρέτησης των πεζών είναι η σήμανση .

3.10 Σχεδιασμός για την εξυπηρέτηση ποδηλάτων

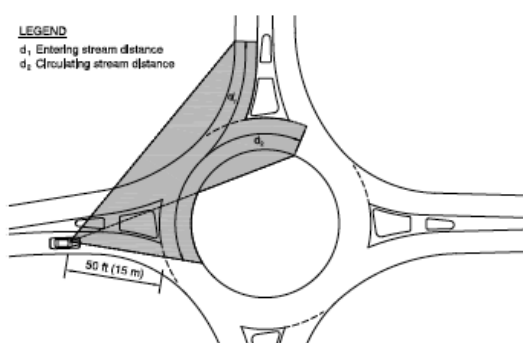
Δεν συνίσταται να φτιαχτεί ποδηλατοδρόμος μέσα σε ένα κυκλικό κόμβο καθώς έχει διαπιστωθεί διεθνώς ότι έχει δυσμενή επιρροή σε θέματα ασφάλειας . Αν υπάρχουν ποδηλατοδρόμοι στους δρόμους προς τον κυκλικό κόμβο θα πρέπει να σταματούν πριν μουν μέσα σε αυτόν. Οι ποδηλάτες θα πρέπει να ενωθούν με την υπόλοιπη κίνηση και να διασχίσουν τον κόμβο όπως όλα τα άλλα οχήματα η μπορούν να βγουν από τον δρόμο και να χρησιμοποιήσουν το πεζοδρόμιο ως πεζοί.

Ο ποδηλατοδρόμος πρέπει να τερματιστεί τουλάχιστον 30 μέτρα από την άκρη του κυκλοφοριακού οδοστρώματος . Θα πρέπει να τοποθετηθεί ένας ειδικός κώνος για να στενέψει την λωρίδα που θα ενώσει τον ποδηλατοδρόμο και την λωρίδα οπου κινούνται τα οχήματα σε μια ,έτσι ώστε να έχουμε την επιθυμητή ταχύτητα των αυτοκινήτων καθώς πλησιάζουν τον κυκλικό κόμβο. Επειδή κάποιοι ποδηλάτες δεν νιώθουν άνετα να χρησιμοποιούν την λωρίδα οχημάτων , πρέπει να υπάρχουν ειδικές

ράμπες για να μπορούν να έχουν πρόσβαση στο πεζοδρόμιο. Για να μην μπερδεύονται οι πεζοί με τους ποδηλάτες ,διάφορες προειδοποιήσεις , τοποθετούνται σε επιφάνειες με μεγάλη ευκρίνεια . Γενικά , αυτές οι ράμπες χρησιμοποιούνται μόνο όταν ο κυκλικός κόμβος δημιουργεί μεγάλη δυσκολία στους ποδηλάτες.

3.11 Απόσταση όρασης και ορατότητα

Επαρκής απόσταση όρασης και ορατότητα χρειάζεται για την σωστή και ασφαλή χρήση του κυκλικού κόμβου. Αυτοί οι παράγοντες μπορεί να είναι αντιφατικοί. Η απόσταση ορατότητας στους κυκλικούς κόμβους μπορεί να αυξηθεί σε μερικές περιπτώσεις εις βάρος της ορατότητας του κυκλικού κόμβου από μακριά. Η αξιολόγηση της απόστασης όρασης στους κυκλικούς κόμβους συμπεριλαμβάνει απόσταση όρασης στην διασταύρωση και απόσταση όρασης για σταματημό . Οι βασικές αρχές και των δυο αυτών ειδών “απόστασης” είναι ίδιες για τους κυκλικούς κόμβους όσο και για αλλού είδους διασταύρωσης και οδοστρώματος. Η απόσταση όρασης στην διασταύρωση αξιολογείται σε κάθε είσοδο για να βεβαιώσει ότι ο οδηγός μπορεί να δει και να αντιδράσει σε κάποιο άλλο πιθανό όχημα. Το να παρέχεται απόσταση όρασης στην διασταύρωση σημαίνει ότι οι οδηγοί μπορούν να εισέλθουν στο κυκλοφοριακό οδόστρωμα με ασφάλεια χωρίς να εμποδίσουν την ροή της κυκλοφορίας . Σχετικό παράδειγμα παρουσιάζει η εικόνα 20



Εικόνα 7-3

Πηγή : Roundabouts Technical summary

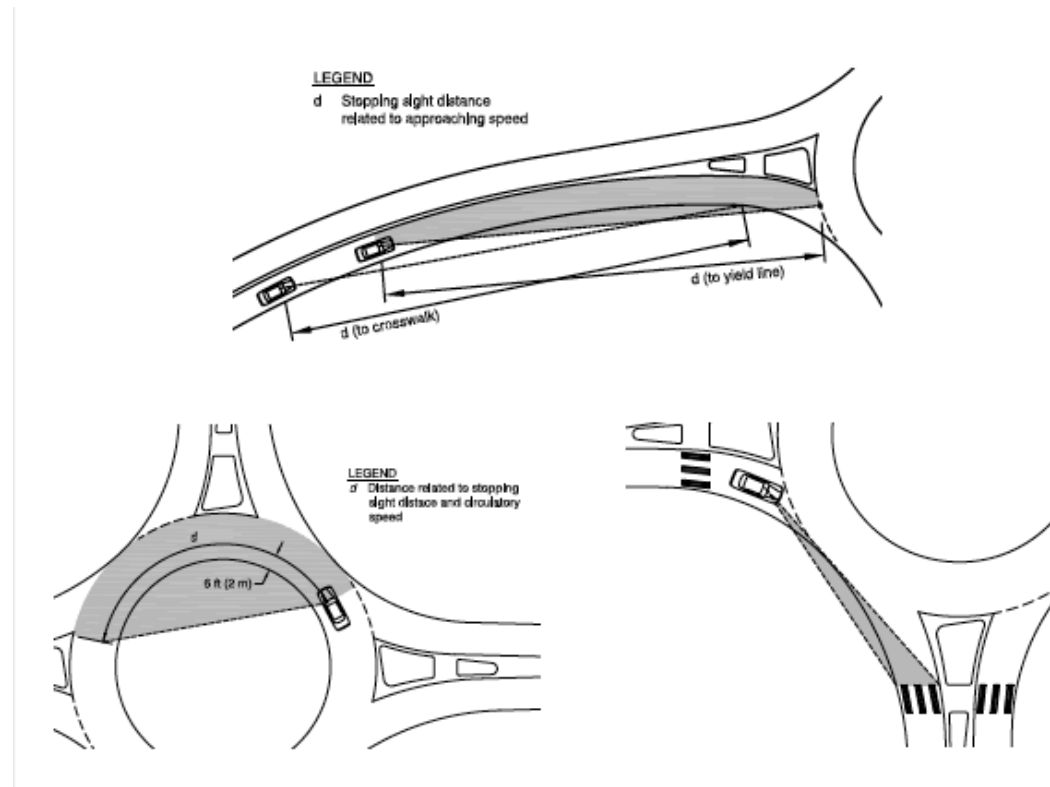
Όπως μπορούμε να δούμε η απόσταση αναμεσα στα οχήματα που εισέρχονται στον κυκλικό κόμβο είναι καθορισμένη .

- Εισερχομένη ροή αποτελείται από οχήματα που εισέρχονται μέσα στον κόμβο . Η ταχύτητα αυτής της κίνησης των οχημάτων μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τον μέσο όρο ταχύτητας εισόδου και κυκλοφοριακής ταχύτητας.
- Κυκλοφοριακή ροή αποτελείται από οχήματα πριν την είσοδο τους στον κυκλικό κόμβο . Αυτή η ταχύτητα μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την ταχύτητα των οχημάτων που στρίβουν αριστερά.

Και στις δυο περιπτώσεις η απόσταση είναι μια λειτουργία της ταχύτητας των οχημάτων και οι οδηγοί πρέπει να αποδεχτούν την σχεδιαστική αξία της πορείας.

Απόσταση όρασης για τον σταματημό του οχήματος θα πρέπει να παρέχεται σε κάθε σημείο του κυκλικού κόμβου και σε κάθε σημείο εισόδου και εξόδου, όπως φαίνεται στην εικόνα 8. Η απαιτούμενη απόσταση βασίζεται στην ταχύτητα, όπως καθορίζεται από τους ελέγχους ταχύτητας και μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας οδηγίες του AASHTO.

Όπως απεικονίζεται στην εικόνα 7 και 8, οι ανάγκες για απόσταση όρασης μπορεί να μειώσουν το ύψος αντικειμένων γύρω από την κεντρική νησίδα και την διαμόρφωση του τοπιού. Γενικά, προτείνεται η μικρότερη δυνατή απόσταση όρασης στην διασταύρωση. Υπερβολική απόσταση μπορεί να οδηγήσει σε υψηλές ταχύτητες οχημάτων και να μειωθεί σημαντικά η ασφάλεια της διασταύρωσης.



Εικόνα 8-3

Πηγή : Roundabouts Technical summary

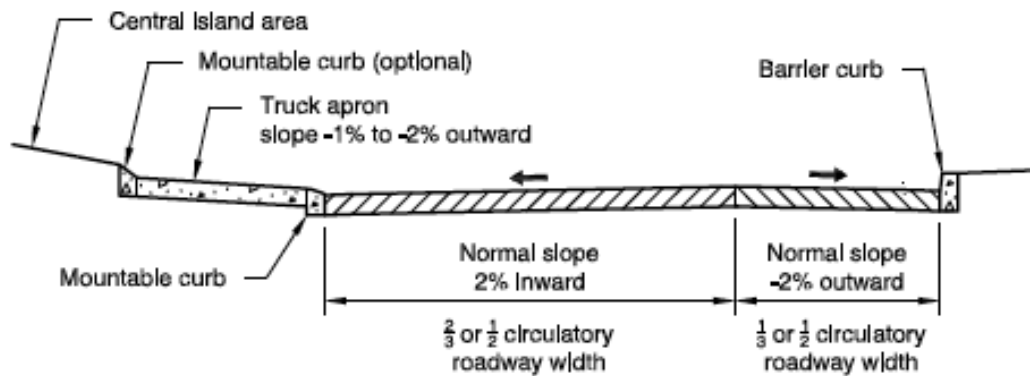
3.12 Κάθετος σχεδιασμός

Γενικά, μια κλίση 2% από την κεντρική νησίδα πρέπει να χρησιμοποιείται για το κυκλοφοριακό οδόστρωμα σε ένα κυκλικό κόμβο μονής λωρίδας. Αυτή η τεχνική όπου υπάρχει μια κλίση προς τα έξω προτείνεται για τους παρακάτω λόγους :

- Είναι πιο ασφαλής εξαιτίας του ύψους της κεντρικής νησίδας και βελτιώνει την ορατότητα.
- Προωθεί χαμηλότερες ταχύτητες κυκλοφορίας
- Λιγοστεύει σπασίματα στις κλίσεις των λωρίδων εισόδου και εξόδου

- Στραγγίζει το νερό προς την εξωτερική επιφάνεια του κυκλικού κόμβου .

Η εικόνα 9 απεικονίζει ένα χαρακτηριστικό τμήμα ενός κυκλικού κόμβου με μια λωρίδα με υπερβατή ζώνη . Όπου υπάρχει υπερβατή ζώνη η κλίση θα είναι 1%-2% , μεγαλύτερες κλίσεις μπορεί να αυξήσουν την πιθανότητα τα οχήματα να βγουν έξω λωρίδας.



Εικόνα 9-3

Πηγή : Roundabouts Technical summary

Υπάρχει μια ποικιλία πιθανών μεθόδων για τον κάθετο σχεδιασμό του κυκλοφοριακού οδοστρώματος μέσα σε ένα κυκλικό κόμβο με περισσότερες από μια λωρίδες . Οι δύο πιο συνηθισμένες μέθοδοι είναι οι παρακάτω.

- Εξωτερική κλίση

Αυτή η μέθοδος που χρησιμοποιείται σε ένα κυκλικό κόμβο με μια λωρίδα αλλά και σε κόμβους με πολλές λωρίδες είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος κάθετου σχεδιασμού κυκλικού κόμβου στις Η.Π.Α. Το κυκλοφοριακό οδόστρωμα βαθμολογείται ξεχωριστά με μια χαρακτηριστική κλίση των 2% (συνηθίζεται από 1.5% έως 3%) . Αυτή η μέθοδος μεγιστοποιεί την ορατότητα της κεντρικής νησίδας και ελαχιστοποιεί το κόστος αποστράγγισης αλλά σε μερικές περιπτώσεις δημιουργεί δυσμενή σχεδιασμούς δυνάμενων στα φορτηγά και μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα μετατόπισης του φορτίου ή ακόμα και την ανατροπή του φορτηγού.

- Εστεμμένο κυκλοφοριακό οδόστρωμα

Αυτή η μέθοδος , που χρησιμοποιείται σε μερικούς κυκλικούς κόμβους με πολλές λωρίδες , παρέχει μια "κορώνα" στο κυκλοφοριακό οδόστρωμα με περίπου το $\frac{2}{3}$ του πλάτους με κλίση προς την κεντρική νησίδα και $\frac{1}{3}$ με κλίση προς τα έξω. Αυτή η μέθοδος μπορεί να βοηθήσει να ξεχωρίσουν οι κινήσεις μέσα στον κυκλικό κόμβο και επίσης μπορεί να βοηθήσει στην

κυκλοφορία των φορτηγών με το να μειώσει την πιθανότητα μετατόπισης του φορτίου ή ανατροπής. Αυτή η μέθοδος αυξάνει το κόστος αποστράγγισης με το να χρειάζεται αποστράγγιση και στις δυο πλευρές του κυκλοφοριακού οδοστρώματος και μπορεί να μειώσει την ορατότητά της κεντρικής νησίδας ,έκτος και αν ληφθούν άλλα μέτρα.

Γενικά , δεν είναι επιθυμητό να φτιάχνουμε κυκλικούς κόμβους , σε τοποθεσίες όπου οι κλίσεις σε όλη την διασταύρωσή είναι μεγαλύτερες από 4% ,παρόλο που κυκλικοί κόμβοι έχουν φτιαχτεί με κλίσεις 10% η ακόμα και παραπάνω . Χρειάζεται προσοχή όταν σχεδιάζεται ένας κυκλικός κόμβος σε απότομες κλίσεις. Σε οδοστρώματα με κλίσεις μεγαλύτερες των 4% είναι πιο δύσκολο για τους οδηγούς που εισέρχονται σε ένα κυκλικό κόμβο να χαμηλώσουν ταχύτητά η να σταματήσουν .Πρέπει να αποφεύγονται απότομες κλίσεις στις εισόδους και στις εξόδους για να ελαχιστοποιούν τις κλίσεις στην είσοδο και να διασφαλιστεί η ασφαλή είσοδος και έξοδος των χρηστών. Αυτή η περιοχή συχνά απαιτεί την παραμόρφωσή του πεζοδρομίου ή την μετάβασή εγκάρσιας κλίσης για να παρέχει την κατάλληλη τιμή μετάβασής σε όλη την περιοχή. Η κλίση θα ρέπει να διασφαλίσει την σωστής απόστασή όρασής για την διασταύρωσή και την είσοδο .

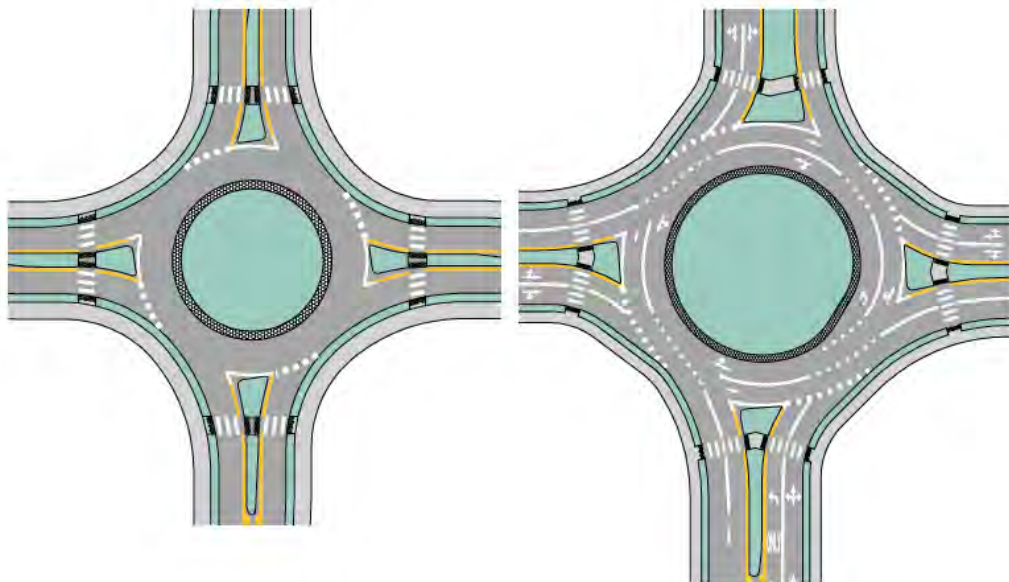
3.13 Σήμανση

Στους κυκλικούς κόμβους η σήμανση μαζί με τις πινακίδες στα πεζοδρομία δημιουργούν ένα κατανοητό σύστημά για να καθοδηγήσει τους χρήστες του δρόμου . Οι παρακάτω γενικές αρχές πρέπει να ληφθούν υπόψιν έτσι ώστε η σήμανση πεζοδρομίου των κυκλικών κόμβων να δίνουν την κατάλληλη βοήθειά

- Η σήμανση και οι πινακίδες είναι αναπόσπαστες στο σχεδιασμό ενός κυκλικού κόμβου ,ειδικότερα σε κυκλικούς κόμβους με πολλές λωρίδες. Συγκεκριμένα η σήμανση πρέπει να προβλεφθεί στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού ενός κυκλικού κόμβου από το να τοποθετηθούν αργότερα
- Η σήμανση και οι πινακίδες θα πρέπει να διευκολύνουν με τέτοιο τρόπο ώστε οι οδηγοί να διαλέγουν την κατάλληλη λωρίδα όταν προσεγγίζουν τον κυκλικό κόμβο έτσι ώστε να μην χρειαστεί να αλλάξουν λωρίδα πριν εξέλθουν στην επιθυμητή τους κατεύθυνση.
- Η Ομοσπονδιακή Διοίκησή Αυτοκινητοδρόμων έκδωσε το 2009 το εγχειρίδιο για “Ενιαία τακτική ελέγχου της κίνησής”. Το εγχειρίδιο αυτό συμπεριλαμβάνει αναθεωρήσεις και προσθήκες σε σχέση με την σήμανση και τις πινακίδες στους κυκλικούς κόμβους .

Χαρακτηριστική σήμανση των πεζοδρομίων για τους κυκλικούς κόμβους καθορίζουν τις εισόδους τις εξόδους και το κυκλοφοριακό οδόστρωμα παρέχοντάς έτσι καθοδήγησή στους πεζούς και στους χειρίστες των οχημάτων . Σήμανση για διάβαση των πεζών επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα κυκλικό κόμβο . Ποδηλατοδρόμοι μέσα στον κυκλικό κόμβο απαγορεύονται. Όπως απεικονίζεται στην εικόνα 10 , προτείνεται η τοποθέτησή λευκών γραμμών στις λωρίδες προσέγγισής στον κυκλικό κόμβο καθώς και στην έξοδο για την

αποφυγή αλλαγής λωρίδας. Κυκλικοί κομβοί με πολλαπλές λωρίδες θα πρέπει να έχουν σήμανση με λευκή διαγράμμιση και μέσα στον κυκλικό κόμβο για να μπορέσει να διοχετευτεί η κίνησή προς την σωστή λωρίδα εξόδου. Η συγκεκριμένη σήμανση (διαγράμμιση) στο κυκλοφοριακό οδόστρωμα και τα βέλη που χρησιμοποιούνται στις λωρίδες, πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε μαζί με την σήμανση των διαγραμμίσεων να διασφαλίσουν ότι εφόσον οι οδηγοί έχουν διαλέξει την κατάλληλη λωρίδα προσέγγισης , δεν θα χρειαστεί να αλλάξουν λωρίδα μέσα στον κυκλικό κόμβο για να βγουν στην επιθυμητή έξοδο.

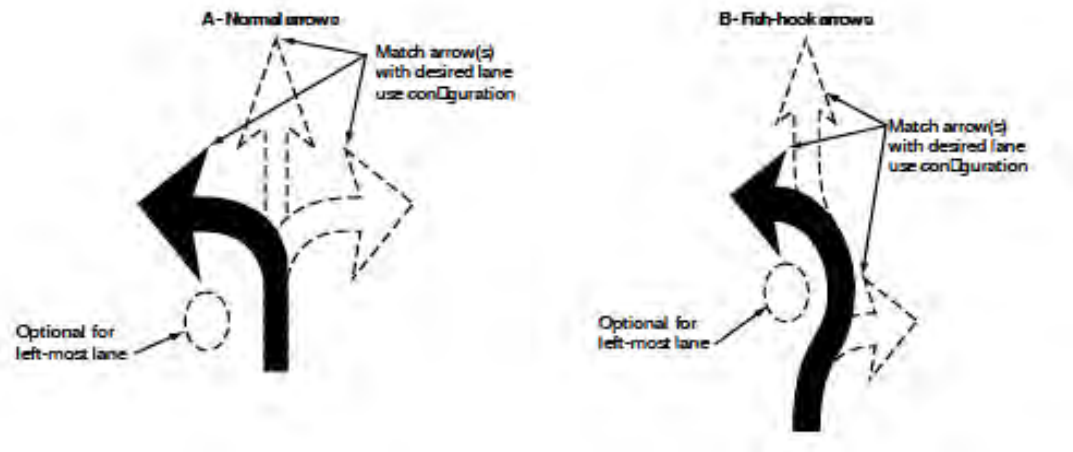


Εικόνα 10-3

Πηγή : Roundabouts Technical summary

Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές επιλογές για τον σχεδιασμό των βελών στις λωρίδες , όπως φαίνεται στην εικόνα 11 . Συνήθης βέλη μπορεί να χρησιμοποιηθούν με ή χωρίς ένα οβάλ σχήμα που συμβολίζει την κεντρική νησίδα. Εναλλακτικά , τα βέλη σε σχήμα αγκίστρου που φαίνονται στα δεξιά , τα οποία επίσης περιέχουν ένα προαιρετικό οβάλ που συμβολίζει την κεντρική νησίδα , μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν . Για να επιλεγεί ο σωστός σχεδιασμός βέλων θα πρέπει οι σχεδιαστές του κόμβου να λάβουν υπόψιν τις

γενικές τακτικές της πόλης , της πολιτείας , ή περιοχής.



Εικόνα 11

Πηγή : Roundabouts Technical summary

3.14 Επιγραφές

Η γενική ιδέα για τις επιγραφές των κυκλικών κόμβων είναι παρόμοια με τις επιγραφές των υπολοίπων διασταυρώσεων . Για την αποφυγή προβλημάτων απαιτείται κατάλληλος ρυθμιστικός έλεγχος , εκ των προτέρων προειδοποίηση και καθοδήγηση. Οι επιγραφές θα πρέπει να βρίσκονται σε σημεία όπου υπάρχει η μέγιστη ορατότητα για τους χρήστες του δρόμου αλλά και εκεί όπου υπάρχει μικρότερη πιθανότητα έστω και για λίγο να γίνονται δυσδιάκριτες από πιο ευπαθής χρήστες , συμπεριλαμβανόμενος και τους πεζούς , μοτοσικλετιστές, και ποδηλάτες. Οι ανάγκες για επιγραφές διαφέρουν στο αστικό ή επαρχιακό περιβάλλον αλλά και στο κάθε διαφορετικό είδος κυκλικού κόμβου .

Η εικόνα 12 απεικονίζει χαρακτηριστικές διατάξεις ρυθμιστικών και προειδοποιητικές επιγραφές για κυκλικούς κόμβους με μια λωρίδα και πολλαπλές . Στους κυκλικούς κόμβους με πολλαπλές λωρίδες , οι επιγραφές στις λωρίδες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ίδια γκάμα από τις επιλογές για βέλη όπως προαναφέρθηκε στην σήμανση για τα πεζοδρόμια .



Εικόνα 13 -3
Πηγή : Roundabouts Technical summary

47

όλη φωταγωγή των κυκλικών κόμβων θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες των τοπικών και εθνικών αρχών για φωτισμό των δρόμων .

Ο σχεδιασμός για καθοδήγηση στο φωτισμό των κυκλικών κόμβων που εκδόθηκε από την IES είναι η πρωταρχική πηγή που πρέπει να συμβουλευτούν για να ολοκληρωθεί το σχέδιο φωταγώγησης όλων των τύπων κυκλικών κόμβων . Τοπικές προδιαγραφές , για την φωταγώγηση θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπ' όψιν έτσι ώστε να διασφαλιστεί η σταθερότητα του φωτισμού .

3.16 Διαμόρφωση τοπίου

Η διαμόρφωση του τοπίου των κυκλικών κόμβων παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο να βελτιώσει την αισθητική της περιοχής. Παρ' όλα αυτά , η διαμόρφωση του τοπίου έχει έναν αριθμό από λειτουργικούς σκοπούς :

- Η κεντρική νησίδα γίνεται πιο ευδιάκριτη
- Βοηθάει τον οδηγό να δώσει την προσοχή του σε σημαντικά σημεία με το να εμποδίζει την θεά άλλων περιοχών
- Από θαρρούνε τους πεζούς να χρησιμοποιούν την κεντρική νησίδα

Οποιαδήποτε διαμόρφωση τοπίου γίνει θα πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να μειώσει τους κίνδυνους , ειδικότερα σε σημεία που αναπτύσσονται υψηλές ταχύτητες , άλλα και να διατηρήσει την κατάλληλη απόσταση για την μείωση της ταχύτητας καθώς και την σωστή απόσταση όρασης της διασταύρωσης σε όλο τον κυκλικό κόμβο .

Κεφάλαιο 4

4.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Όπως προαναφέρθηκε ο περιφερειακός βόλου είναι ένα σημαντικό έργο που εξυπηρετεί την πόλη του βόλου . Βρίσκεται στο βόρειο μέρος της πόλης και ξεκινάει από την διασταύρωση με τον δρόμο Βόλου –Λάρισας στο ύψος της περιοχής Διμήνι και διασχίζει περιμετρικά την πόλη του Βόλου και καταλήγει στο άλλο άκρο της πόλης στο εργοστάσιο της ΑΓΕΤ ,έξω από την Αγρία . Το μήκος του περιφερειακού είναι 11 χιλιόμετρα και έχει 2 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση . Αξίζει να σημειωθεί ότι ο περιφερειακός βόλου είναι ένα πολύ σημαντικό έργο διότι μείωσε αισθητά την κυκλοφοριακή συμφόρηση στο κέντρο του βόλου .Με την χρήση της περιφερειακής οδού δεν χρειάζεται κανένα όχημα ανεξάρτητος βάρους και όγκου να διασχίσει το κέντρο του βόλου για να κατευθυνθεί από και προς το πηλοί . Οι γύρο περιοχές από το βόλο έχουν πολλές σημαντικές και μεγάλες βιομηχανίες και εργοστάσια που χρησιμοποιούν μεγάλα οχήματα για τις μεταφορές των προϊόντων που παράγουν , κάτι που θα δημιουργούσε προβλήματα αν διέσχιζαν το κέντρο . Η Άλλη Μεριά είναι ένα χωριό που ανήκει στον δήμο Βόλου . Βρίσκεται στους πρόποδες του Πήλιου και είναι 4 χιλιόμετρα από τον Βόλο . Είναι ένας παραδοσιακός οικισμός με περίπου 1000 κάτοικους και οι κρατικοί εργάζονται ως γεωργοί , κτηνοτρόφοι ,κτηματίες και κτίστες . Η χρήση του επαρχιακού δρόμου Βόλου – Άλλης μεριάς είναι ένας πολύ σημαντικός δρόμος για το χωριό διότι είναι ο δρόμος που καταλήγει στον Βόλο με διασταύρωση στον περιφερειακό βόλου . Κινούμενοι επιά του επαρχιακού δρόμου προς τον βόλο , δεξιά και αριστερά του δρόμου εντοπίζονται διάφορα μαγαζιά λιανικής ,καθώς και δυο μεγάλα σούπερ μάρκες (ΑΒ Βασιλόπουλος και Σκλαβενίτης) . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την διέλευση αρκετών αυτοκινήτων από το σημείο αυτό καθώς και αρκετοί πεζοί κυκλοφορούν εκεί γύρω λόγω ότι η περιοχή εκεί (Καραγατς) έχει αρκετά σπίτια . Η σύνθεση της κυκλοφορίας αποτελείται από ΙΧ ,δίκυκλα, κατευθυνόμενα από και προς τον βόλο , καθώς και αρκετά βαρεα οχήματα που διασχίζουν τον περιφερειακό . Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι σημαντική είναι και η παρουσία αστικών λεωφορείων καθώς η γραμμή 07 (Βόλος – Άλλη Μεριά) διασχίζει τον περιφερειακό και την επαρχιακή οδό Βόλου- Άλλης Μεριάς.

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε σωστή μελέτη της (ΟΜΟΕ –Κ3) ώστε ο σχεδιασμός του κυκλικού κόμβου να είναι γεωμετρικά και λειτουργικά σωστός . Το μέρος που έγινε η μελέτη είναι μια σηματοδοτούμε διασταύρωση στον περιφερειακό δρόμο Βόλου με τον Επαρχιακό δρόμο Βόλου – Άλλης Μεριάς . Η πρόταση που θα αναφερθεί θα είναι η οριζοντιογραφική αποτύπωση ενός κυκλικού κόμβου με 2 λωρίδες κυκλοφορίας . Ως αποτέλεσμα θα έχει την βελτίωση της οδικής ασφάλειας καθώς και της σωστής λειτουργίας της διασταύρωσης , άλλα θα βελτιώσει σημαντικά την αισθητική του γύρω χώρου .

Μεγάλη προσοχή δόθηκε στο να μην γίνει μεγάλη παρέμβαση στην ρυμοτομία της περιοχής . Ο σχεδιασμός και ο έλεγχος του κυκλικού κόμβου έγινε με την βοήθεια των εξής προγραμμάτων :

- Transoft Auto Turn 10
- Transoft Torus 5
- Autodesk AutoCAD 2016

Η περιοχή που βρίσκεται το σημείο που θα προταθεί να δημιουργηθεί ο κυκλικός αυτός κόμβος είναι μέσα στο σχέδιο του Βόλου . Αναλυτικότερα βρίσκεται πάνω στον περιφερειακό οδό Βόλου , βορειοανατολικά της πόλης ,στην σηματοδοτούμε διασταύρωση Περιφερειακού Βόλου – Επαρχιακού δρόμου (Βόλου – Άλλης Μεριάς). Ο περιφερειακός δρόμος αποτελείται από 2 λωρίδες στην κάθε κατεύθυνση . Αυτές διαχωρίζονται από μια υπερυψωμένη διαχωριστική νησίδα σε όλο το μήκος της περιφερειακής οδού . Στο σημείο της διασταύρωσης υπάρχει και μια τρίτη λωρίδα στην κάθε κατεύθυνση ώστε να μπορεί να γίνεται η έξοδος των οχημάτων από την περιφερειακή οδό . Επιπρόσθετος υπάρχει και μια τέταρτη λωρίδα σε κάθε κατεύθυνση όπου με την χρήση σηματοδότη επιτρέπεται η στροφή προς τα αριστερά ώστε να διασχίσουν τα οχήματα τον περιφερειακό κόμβο , και να κατευθυνθούν προς Βόλο ή αντίστοιχα προς Άλλη Μεριά.

Όπως παρατηρήθηκε υπάρχουν παντού πεζοδρομία με επαρκές πλάτος ώστε να κινούνται με ασφάλεια οι πεζοί . Ένα σημαντικό εξάτομα είναι ότι δεν υπάρχουν διαβάσεις πεζών κάτι το οποίο είναι πολύ σημαντικό διότι στο συγκεκριμένο σημείο υπάρχουν μαγαζιά καθώς και ένα μεγάλο παντοπωλείο αυτοεξυπηρέτησης (supermarket) με αποτέλεσμα να μην διασχίζουν οι πεζοί την οδό με ασφάλεια . Το να κινούνται οι πεζοί με ασφάλεια είναι πολύ σημαντικό στην ευρύτερη περιοχή διότι εκτός από το supermarket υπάρχουν και άλλα μαγαζιά λιανεμπορίου καθώς υπάρχουν και αρκετά σπίτια με αποτέλεσμα να κυκλοφορούν πολλοί πεζοί όλων των ηλικιών . Υστέρα από μελέτη που έγινε σε αυτήν την περιοχή παρατηρήθηκαν κάποιες σημαντικές βελτιώσεις που χρειάζονται . Η αντικατάσταση της υπάρχουσας σηματοδοτούμενης διασταύρωσης με ένα κυκλικό κόμβο θα βοηθούσε σημαντικά . Θα βελτιώνει την κυκλοφοριακή κατάσταση άλλα σημαντική αναβάθμιση θα γινόταν στην αισθητική της γύρω περιοχής ,κάτι το οποίο θα αποτελούσε θετικό σε όλη την πόλη του Βόλου.

Με την ύπαρξη φωτεινού σηματοδότη όταν η κυκλοφορία των οχημάτων είναι σε χαμηλά επίπεδα αναγκάζει τα οχήματα που διασχίζουν τον κόμβο ,να ακινητοποιούνται ακόμα και όταν ο κόμβος είναι άδειος .Με την κατασκευή ενός κυκλικού κόμβου σε ένα τέτοιο μέρος οι οδηγοί δεν θα αναγκάζονται να ακινητοποιήσουν τα οχήματα τους και να διακόψουν την πορεία τους καθώς και να παραμείνουν κινητοποιημένοι για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να υπάρχει κίνηση στον κόμβο .

Σημαντική αναβάθμιση στην οδική ασφάλεια θα πραγματοποιηθεί με την κατασκευή ενός κυκλικού κόμβου . Έχει παρατηρηθεί ότι οι οδηγοί όταν παρατηρούν από μακριά ότι ο σηματοδότης είναι πράσινος ,αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες με αποτέλεσμα όταν βγαίνουν από τον περιφερειακό και κατευθύνονται προς Βόλο και αντίστοιχα προς Άλλη Μεριά να είναι επικίνδυνο για τους διερχομένους πεζούς . Με την κατασκευή κυκλικού κόμβου θα επιταχθεί η ρύθμιση των ταχυτήτων των οχημάτων και στην είσοδο άλλα και στην έξοδο του κόμβου . Επίσης με την χρήση ισόπεδων διαβάσεων η διέλευση των πεζών θα είναι ασφαλής .

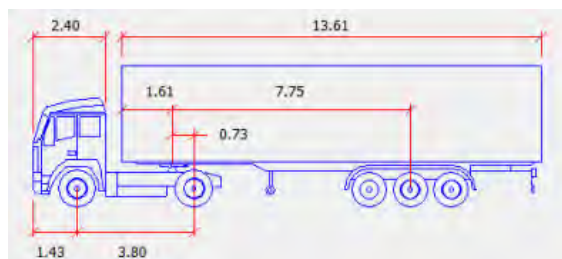
4.2 Γεωμετρικός και λειτουργικός σχεδιασμός κυκλικού κομβού (Βολος – Αλλη Μερια)

4.2.1 Όχημα σχεδιασμού

Το όχημα σχεδιασμού καθορίστηκε από τους έξι παραγόντες

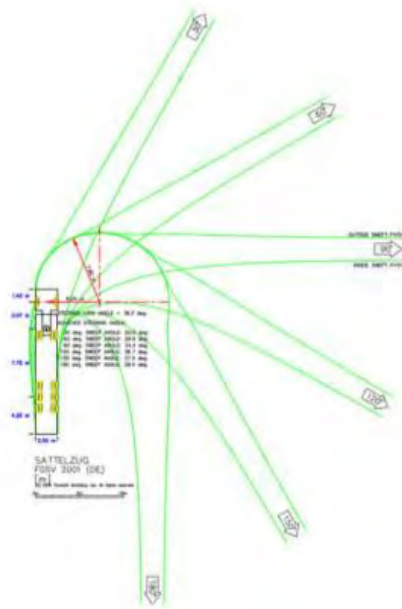
- Των λειτουργικών κατηγοριών των δυο οδών
- Τη μελέτη της γύρω περιοχής
- Τον κυκλοφοριακό φόρτο
- Το πλήθος των βαρέων οχημάτων

Με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ως όχημα σχεδιασμού καθορίστηκε φορτηγό ολικού μήκους 16,5 μέτρων :



Εικόνα 1-4

Πηγή Auto turn template



Εικόνα 2-4

Πηγή Auto turn template

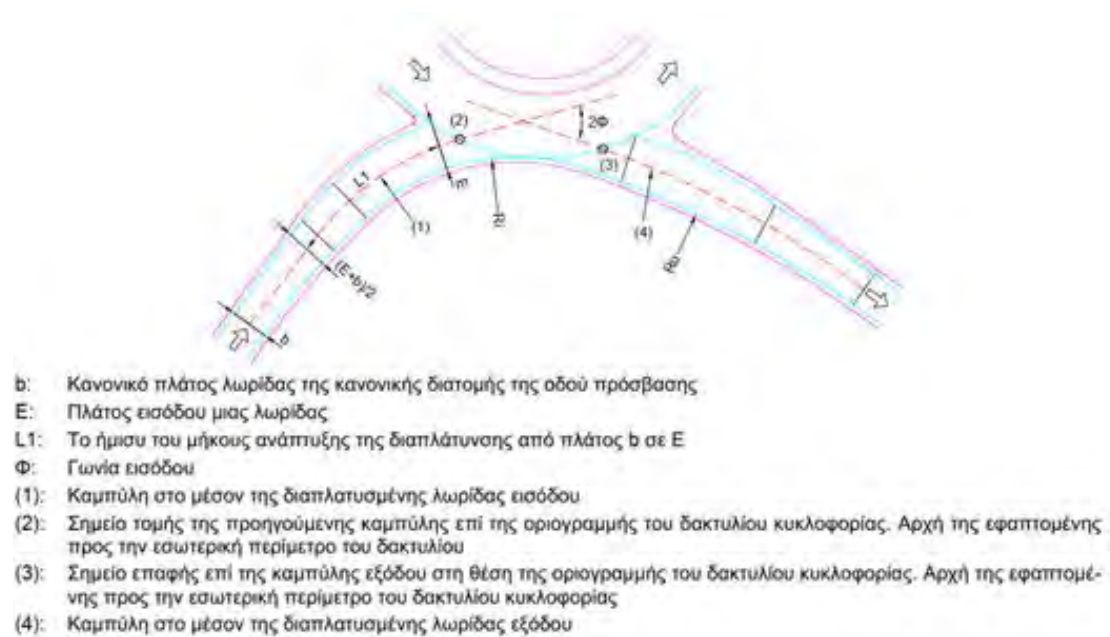
4.2.2 Σχεδιαστικά στοιχεία

Η εξωτερική περίμετρος του δακτυλίου ενός κυκλικού κόμβου μπορεί να πάρει αρκετά μεγέθη ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται ο κυκλικός κόμβος, των αριθμό των λωρίδων που έχει ο κυκλικός κόμβος, την κατηγορία του, αλλά και των γεωμετρικών παραμέτρων του. Στον παρακάτω πίνακα σύμφωνα με την (ΟΜΟΕ – Κ3) παρουσιάζονται αναλυτικά :

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

Εικόνα 3-4

Πηγή : ΟΜΟΕ-Κ3, 2012



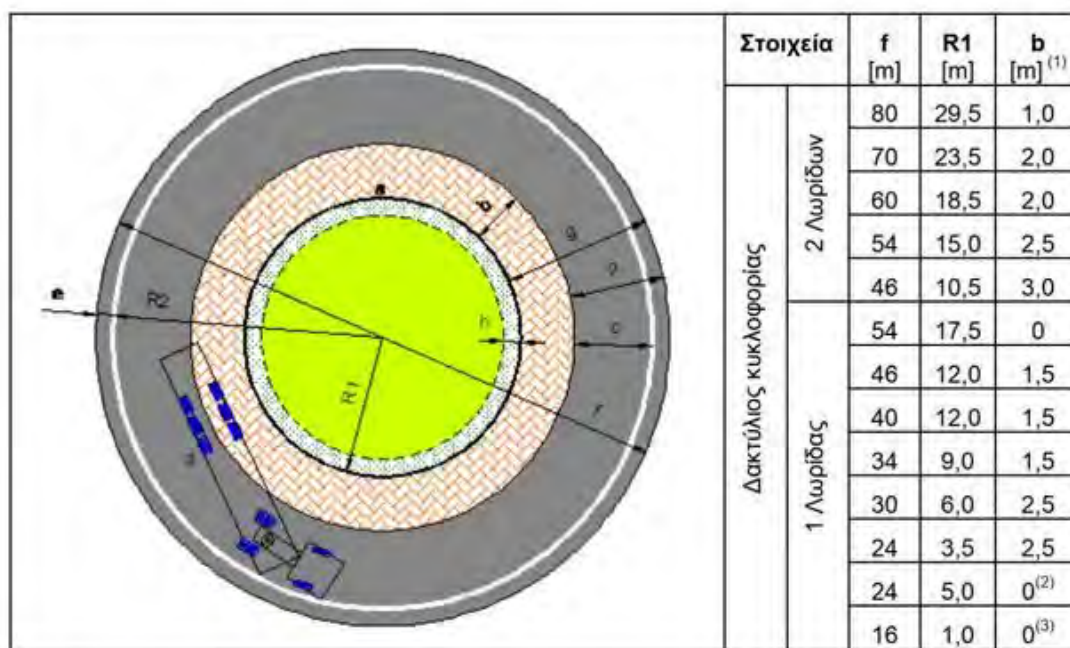
Εικόνα 4-4

Πηγή : ΟΜΟΕ-Κ3, 2012

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)	Ε έως 1,2Ε (του μέγιστου Ε)		
Ακτίνα εξόδου (Ro)	Πρέπει $R_o > R_i$ ($R_o=60$ έως 300 m)		

Εικόνα 5-4

Πηγή : ΟΜΟΕ-K3, 2012



Εικόνα 6-4

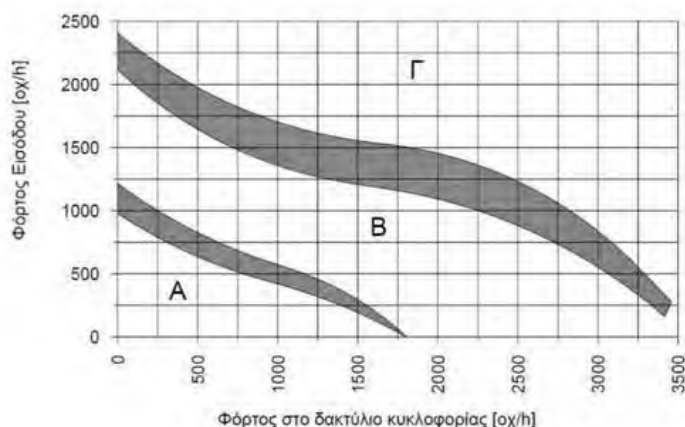
Πηγή : ΟΜΟΕ-K3, 2012

Στην συγκεκριμένη περίπτωση η διάμετρος της εξωτερικής περιμέτρου είναι 46 μέτρα , ενώ η διάμετρος της κεντρικής νησίδας μαζί με την υπερβατή ζώνη για βαρεία οχήματα είναι ίση με 27 μέτρα .

Όσο αφορά το πλάτος του δακτυλίου είναι η μέγιστη διάμετρος που μπορεί να εγγραφεί στο εξωτερικό περίγραμμα του κύκλου . Στην συγκεκριμένη περίπτωση που ο αριθμός των λωρίδων είναι δυο και επειδή είναι περιφερειακός δρόμος και υπάρχει σημαντικός αριθμός βαρειών οχημάτων πρέπει να εκλεχθεί καλά το πλάτος ώστε να μπορεί να κινηθεί παράλληλα ένα όχημα βαθέως τύπου (φορτηγό μήκους 16.50 μ.)

με ένα όχημα Ι.Χ. . Στην προκείμενη περίπτωση το πλάτος του δακτυλίου είναι ίσο με 9.5 μέτρα .

Σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται ο απαιτούμενος αριθμός λωρίδων ανάλογα με τον φόρτο των οχημάτων στον δακτύλιο κυκλοφορίας . Ο αριθμός των λωρίδων λαμβάνεται ανάλογα με την ζήτηση .



Εικόνα 7-4

Πηγή : ΟΜΟΕ-K3, 2012

Στην περίπτωση της διασταύρωσης στον περιφερειακό του βόλου – Άλλης Μεριάς ο κόμβος ανήκει στην κατηγορία Β οπότε η επιλογή των 2 λωρίδων είναι ιδανική .

Τα σκέλη ενός κόμβου παίζουν σημαντικό ρόλο ώστε

- να επηρεαστεί η ταχύτητα των οχημάτων
- η ικανότητα εξυπηρέτησης του οχήματος
- η ορατότητα μεταξύ διαδοχικών κλάδων

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα τοποθετήθηκε το κέντρο του κόμβου εκτός της ευθείας των αξόνων πρόσβασης διότι έχουμε μεγαλύτερη γωνία εκτροπής και μπορεί να γίνει πιο ευκολά η ρύθμιση της ταχύτητας των οχημάτων . Το μήκος των κλάδων ισούται με 100 μέτρα .

Η είσοδος σε κάθε κυκλικό κόμβο πετυχαίνει την όσο δυνατόν πιο ομαλή μετάβαση των οχημάτων καθώς και την ρύθμιση της ταχύτητας τους. Στην συγκεκριμένη περίπτωση που ο κόμβος έχει δυο λωρίδες κυκλοφορίας σε κάθε κατεύθυνση και χρησιμοποιήθηκε τόξο με μεγάλη ακτίνα ώστε να καθοδηγηθούν τα οχήματα σωστά στην λωρίδα στο δακτύλιο κίνησης .

Όσο αφορά τις εξόδους από τον δακτύλιο ,οι ακτίνες στην κάθε έξοδο μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερες από τις ακτίνες του δακτυλίου σε σχέση με τις εισόδους .

Πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν :

- η απόσταση ορατότητας στάσης για τους οδηγούς
- ο χρόνος που χρειάζονται οι πεζοί για να διασχίσουν τον δρόμο
- ομαλή μετάβαση από τον κυκλικό κόμβο στον κλάδο εξόδου

Στον συγκεκριμένο κόμβο οι ακτίνες εξόδου είναι αρκετά μικρές , για να έχουμε χαμηλές ταχύτητες στα οχήματα για να μπορούν οι πεζοί να αντιλαμβάνονται το τι έχουν σκοπό οι οδηγοί να κάνουν.

Η σωστή μελέτη στην διάταξη των λωρίδων καθώς και των εισόδων ,εξόδων επηρεάζουν σημαντικά στο να έχουν τα οχήματα σωστές πορείες . Αν δεν υπάρχει επικάλυψη στις πορείες των οχημάτων και όταν πηγαίνουν παράλληλα ,και όταν γίνεται διασταύρωση οχημάτων με διαφορετικές πορείες ,τότε η μελέτη έχει γίνει ορθά .

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο έλεγχος μέσω του λογισμικού Tran soft Auto Turn 10 του κυκλικου κομβου με ενα βαρυ οχημα και ενα συμβατικό ΙΧ .



Εικόνα 8-4

Βαρέο όχημα με αριστερή στροφή από Επαρχιακό δρόμο Άλλης Μεριάς προς Αγρία

Πηγή : Ιδιά επεξεργασία



Εικόνα 9-4

Αποτελεσματική διάσχιση κόμβου ενός ΙΧ μαζί με ένα βαρέο όχημα σύγχρονος

Πηγή : Ιδιά επεξεργασία



Εικόνα 10-4

Αριστερή στροφή βαρέος οχήματος από Περιφερειακό δρόμο Βόλου με κατεύθυνση προς τον Βόλο

Πηγή : Ιδιά επεξεργασία

Για την σωστή αποχέτευση του καταστρώματος του δακτυλίου θα πρέπει να υπάρχει μια μικρή κλίση 0,5- 1% για να καθοδηγούνται τα ύδατα είτε στο γύρω φυσικό περιβάλλον είτε σε τεχνικούς αποδέκτες που θα απορροφούν το νερό που συσσωρεύεται . Σε άλλες περιπτώσεις του ανάγλυφου του εδάφους που τα ποσοστά αυτά της κλίσης δεν εφαρμόζονται σωστά, τότε ο κόμβος μπορεί να κατασκευαστεί με μέγιστη κλίση 4% κατά μήκος των δυο κάθετων διαμέτρων . Επίσης οι κλάδοι

πρόσβασης δεν θα πρέπει να έχουν κλίση μεγαλύτερη από 2,5% σε μήκος 12 μέτρων από την περίμετρο του δακτυλίου . Στις εξόδους η κλίση φτάνει και το 4%.

Τα κράσπεδα μπορεί να είναι:

- Υπερβατά
- Μη υπερβατά
- Άνευ κράσπεδου

#	Θέση κράσπεδου	Είδος κράσπεδου	
		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 κράσπεδου

⁽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

Εικόνα 11-4

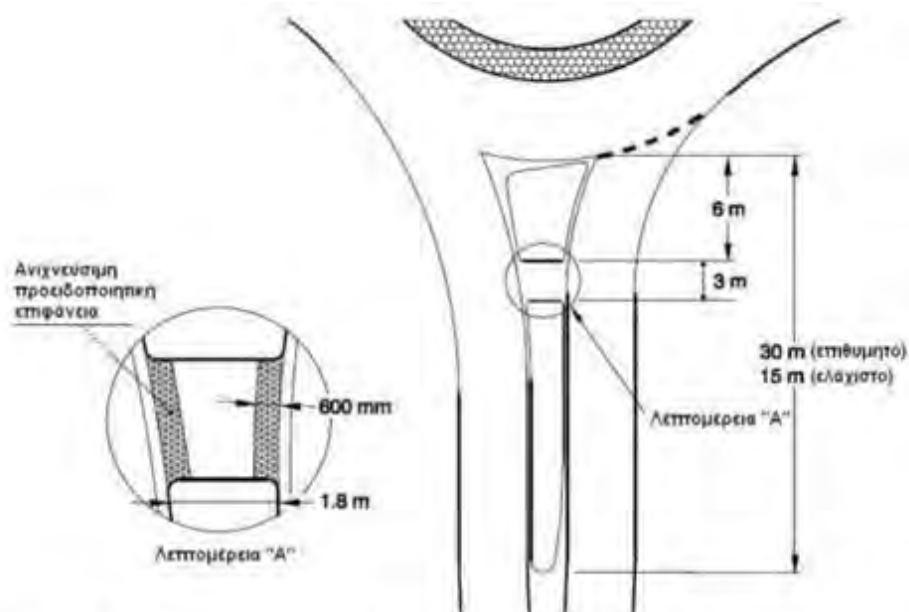
Πηγή : ΟΜΟΕ –Κ3 2012

Στην κυκλική νησίδα η περίμετρος είναι υπερβατή και υψώνεται πέντε εκατοστά από το γύρο οδόστρωμα . Όλες οι διαχωρίστηκες νησίδες είναι και αυτές υπερβατές με ύψος δέκα εκατοστά από το οδόστρωμα , ενώ η εξωτερική περίμετρος είκοσι εκατοστά .

Το οδόστρωμα όταν έχουμε κυκλικό κόμβο δυο λωρίδων προτείνεται να είναι δίκλινες , με αλλαγή της επικλήσης στα 2/3 ή στο 1/2 του πλάτους του δακτυλίου . Όταν έχουμε κυκλικό κόμβο με μια λωρίδα έχουμε μονόκλινές οδόστρωμα με κλίση 2 – 2.5 % . Το οδόστρωμα αποτελείται από :

- 10 εκατοστά ασφαλικών στρώσεων κυκλοφορίας
- 10 εκατοστά στρώσης βάσης
- 10 εκατοστά στρώση υπότασης

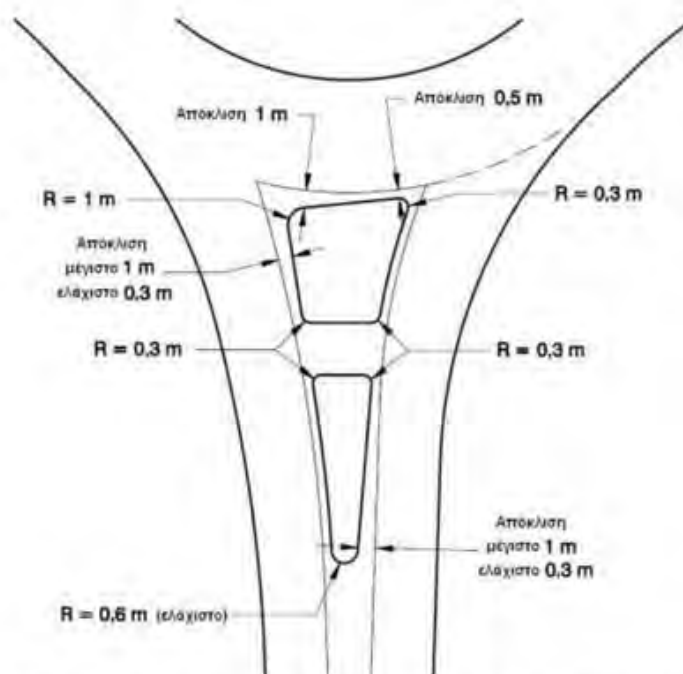
Η νησίδα διαχωρισμού στους κυκλικούς κόμβους θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 μέτρα . Όταν ο κυκλικός κόμβος βρίσκεται σε περιοχή όπου αναπτύσσονται μεγάλες ταχύτητες συνιστάτε κατασκευή νησίδα μήκους 45 μέτρων . Όταν πρέπει να τοποθετηθούν πεζοδιαβάσεις , τότε αυτή διακόπτεται σε απόσταση 6 μέτρων ώστε να γίνει η διέλευση των πεζών πιο εύκολη και ασφαλή . Για τους χρήστες ποδηλατών καθώς και για άτομα με ειδικές ανάγκες (ΑΜΕΑ) η πρόσβαση είναι εξίσου εύκολη και ασφαλή . Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται αναλυτικά σύμφωνα με την ΟΜΟΕ-Κ3 :



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

Εικόνα 12-4

Πηγή : ΟΜΟΕ –Κ3 2012



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.

Εικόνα 13-4

Πηγή : ΟΜΟΕ –Κ3 2012

Ο σχεδιασμός κάθε κυκλικού κόμβου πρέπει να έχει μελετηθεί σωστά ώστε οι οδηγοί των οχημάτων να μπορούν να αναγνωρίσουν οποιαδήποτε χρονική στιγμή θελήσουν τι ακολουθεί στην πορεία τους για να μπορέσουν να αντιδράσουν όσο το δυνατό πιο γρήγορα . Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει την απαιτούμενη απόσταση ορατότητα σε συνδυασμό με την ταχύτητα των οχημάτων με τους εξής παραμέτρους

- 2,5s χρόνο αντίληψης –αντίδρασης
- 3,4 m/s² επιβράδυνση

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

Εικόνα 14-4

Πηγή : ΟΜΟΕ –Κ3 2012

Μια πεζοδιάβαση στοχεύει την ασφαλή και άνετη μετακίνηση των πεζών . Στον συγκεκριμένο κυκλικό κόμβο οι πεζοδιαβάσεις τοποθετήθηκαν κάθετα στις οριογραμμές του κλάδου ώστε να έχουμε την μικρότερη απόσταση που θα διανύσει ο πεζός στο οδόστρωμα. Το μήκος τους είναι 3 μέτρα και η αναλογία γραμμή –κενού είναι 1:1 από βαφή η οποία είναι αντιολισθηκή, ανακλαστική και λευκού χρώματος . Η νησίδα διακόπτεται στο σημείο της πεζοδιάβασης ώστε να έχουν εύκολη πρόσβαση οι πεζοί χωρίς να χρειαστεί η κατασκευή ράμπας . Σε εκείνο το σημείο το πλάτος της νησίδας είναι 2 μέτρα για να κουνούνται ευκολά και οι ποδηλάτες και ΑμΕΑ . Τα πεζοδρομιά σε όλη την μελέτη επαρκούν σε πλάτος και έχουν ύψος 20 εκατοστά από το οδόστρωμα . Με ράμπες κλίσης 5% αντιμετωπίζεται αυτή η υψομετρική διαφορά. Ένα βασικό πλεονέκτημα των κυκλικών κόμβων είναι ότι αναβαθμίζεται η αισθητική της γύρο περιοχής . Υπάρχουν αρκετοί ελεύθεροι χώροι για τοπιοτεχνία. Στον συγκεκριμένο κυκλικό κόμβο χρησιμοποιήθηκε τοπιοτεχνία σε αρκετά σημεία για να βελτιώσει την συνολική ασφάλεια του κόμβου και να πέτυχει χαμηλές ταχύτητες και να μειώσει την θαμβώσει από τα οχήματα αντίθετη κατεύθυνσης.

4.2.3 Κυκλοφοριακή σήμανση

Υπάρχουν δυο ήδη κυκλοφοριακή σήμανσης

- Η οριζόντια σήμανση
- Η κατακόρυφη σήμανση

Όσο αφορά την οριζόντια σήμανση είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ασφαλή λειτουργία του κυκλικού κόμβου . Με την χρήση βελών στις λωρίδες γίνεται η ενημέρωση των οδηγών για την χρήση του κυκλικού κόμβου καθώς και η διαγράμμιση για την αποφυγή αλλαγής λωρίδας .

Στον συγκεκριμένο κυκλικό κόμβο τοποθετήθηκαν βέλη χρήση λωρίδων σε όλου τους κλάδους εισόδου σε αποστάσεις 30 και 50 μέτρων αντίστοιχα . Τα βέλη αυτά κατασκευάστηκαν στο οδόστρωμα με μήκος 5 μέτρων με βαφή λευκού χρώματος που έχει την δυνατότητα να ανακλάτε .

Αντιστοιχώ υλοποιείτε και η οριζόντια διαγράμμιση . Στην εξωτερική διαγράμμιση υλοποιείτε με γραμμή πάχους 20 εκατοστών , και αναλογία γραμμή – κενού 1,50-1,50 μέτρα . η διαχωριστική γραμμή έχει μήκος 15 μέτρων και πάχος 10 εκατοστών . Η εσωτερική διαχωριστική διαγράμμιση είναι πάχους 10 εκατοστών με αναλογία γραμμής – κενού 1,50 - 1,50 μέτρα. Στα άκρα του οδοστρώματος και γύρω από τις νησίδες υπάρχει οριογραμμή 10 εκατοστών .

Όσο αφορά την κατακόρυφη σήμανση σε ένα κυκλικό κόμβο , τοποθετούνται ρυθμιστικές πινακίδες του ΚΟΚ. Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα από την ΟΜΟΕ-Κ3 στον κυκλικό κόμβο που μελετήθηκε τοποθετήθηκαν οι πινακίδες

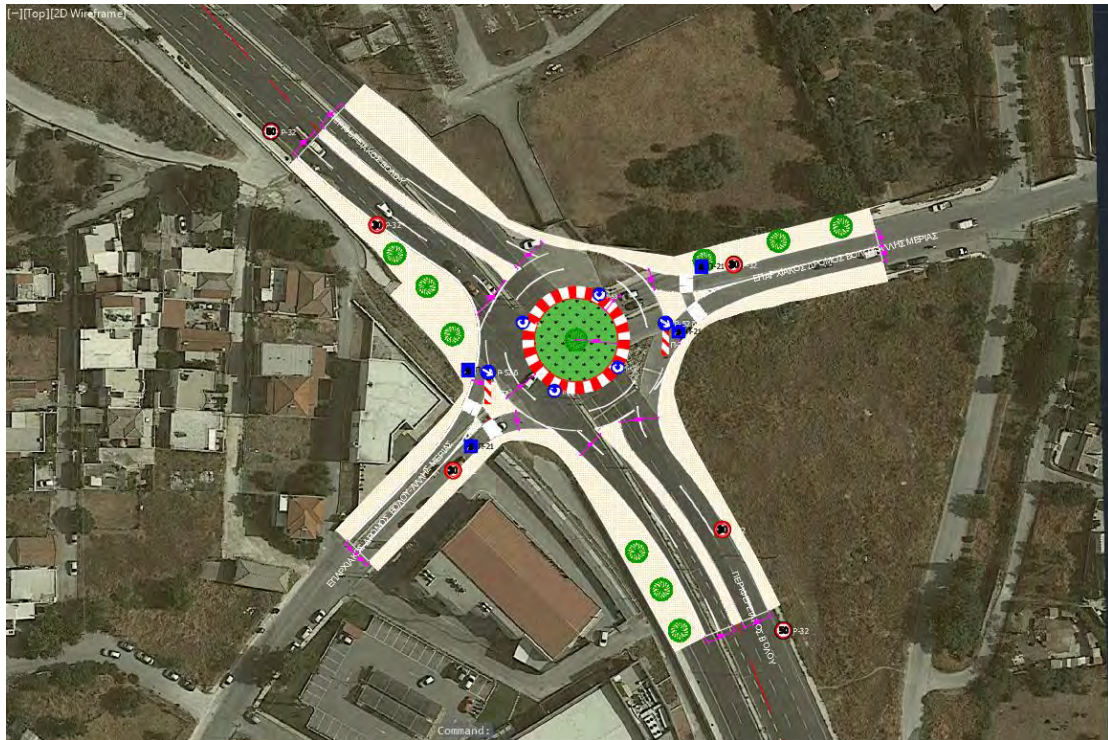
Παρακάτω επισυνάπτονται εικόνες από το κυκλικό κόμβο που σχεδιάστηκε με την χρήση των προγραμμάτων που αναφέρθηκαν νωρίτερα .



Εικόνα 15-4

Η εφιστάμενη κατάσταση του σηματοδοτούμενου κόμβου

Πηγή : Ιδιά επεξεργασία



Εικόνα 15-4

Η διασταύρωση των οδών μετά την μελέτη και σχεδίαση του κυκλικού κόμβου

Πηγή : Ιδιά επεξεργασία



Εικόνα 15-4

Απεικόνιση του Επαρχιακού δρόμου με περισσότερες λεπτομέρειες

Πηγή : Ιδιά επεξεργασία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε μελέτη στα στοιχεία ενός κυκλικού κόμβου ώστε να είναι ορθά γεωμετρικά σχεδιασμένος , να έχει όσο το δυνατόν καλύτερη οδική ασφάλεια , και στην αναβάθμιση της γύρω περιοχής. Έγινε οριζοντιογραφική αποτύπωση του κυκλικού κόμβου που προτείνεται για να αντικατασταθεί η σηματοδοτούμε διασταύρωση του Περιφερειακού Βόλου-Επαρχιακού δρόμου Βόλου- Άλλης Μεριάς . Με σκεπτικό να μην αλλάξει σημαντικά η μυοτομία της περιοχής , έχει χρησιμοποιηθεί δακτύλιος με διάμετρο ώστε να μπορούν να κινούνται με άνεση ένα βαρεμό όχημα παράλληλα με ένα επιβατικό όχημα ΙΧ χρησιμοποιώντας 2 στοίχους . Επίσης έχει επιτευχθεί καλή ορατότητα στα όχημα που κουνούνται στον κόμβο, άλλα και για την ασφαλή μετακίνηση ποδηλατών , ΑμΕΑ, αλλά και πεζών μέσω των διαβάσεων .

Οι κυκλικοί κόμβοι έχουν αρκετά θετικά ώστε να τους καθιστούν την πιο προσιτή λύση διαμόρφωσης ενός κόμβου σε θέσεις που γίνεται η σύνδεση 3 ή 4 οδών σε σχέση με άλλους κόμβους όπως για παράδειγμα με σηματοδότες . Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου σε ένα κόμβο πρέπει να συνδεθούν 5 ή και παραπάνω οδοί όπου η χρήση του σηματοδότη είναι πολύ δύσκολη και χρονοβόρα . Έχει παρατηρηθεί από έρευνες που έχουν γίνει ότι τα ατυχήματα που γίνονται σε κυκλικούς κόμβους είναι πολύ λιγότερα και το επίπεδο της σοβαρότητας περιορίζεται σε υλικές ζημιές . Με το να πετυχαίνετε οι ταχύτητες των οχημάτων να είναι σε χαμηλά επίπεδα (+40 km/h) οι πεζοί και οι ποδηλάτες έχουν μεγάλο βαθμό προστασίας .

Ένα σημαντικό συμπέρασμα με την χρήση κυκλικών κόμβων είναι ότι επειδή τα οχήματα δεν επιταχύνουν ή επιβραδύνουν ακαριαία λόγω των φωτεινών σηματοδοτών (πορτοκαλί – κόκκινο) έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση ενέργειας και λιγότερη εκπομπή ρύπων .

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι οι κυκλικοί κόμβοι έχουν δυο σημεία όπου υστερούν καθώς χρειάζονται μεγαλύτερη έκταση γης αλλά και ότι η χωρητικότητα τους κατά μια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία είναι περίπου 40000 οχήματα την μέρα. Αυτή η μέτρηση αφορά ένα κυκλικό κόμβο δυο λωρίδων . Σαφώς αν αυτά τα στοιχεία δεν επηρεάζουν πουθενά , η κατασκευή κυκλικού κόμβου είναι η καλύτερη λύση στην σύνδεση οδών .

Βιβλιογραφία

Roundabouts Technical Summary (2010)

Geometric design of roundabouts (1993)

Federal Highway Administration, 2000 – Nagafi and Givacata, (2002).

Αραβαντινός Ι. Α. (2007) Πολεοδομικός σχεδιασμός για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου

Μενέλαος Κοτασίδης Μελέτη κυκλικού κόμβου στην συμβολή των οδών

Αθηνών και Σέκερη και αναδιαμόρφωση της οδού Σέκερη (2020)

ΟΔΗΓΙΕΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

-Λειτουργική Κατάσταση Οδικού Δικτύου (2001)

-Κομβοί Κυκλικής Κίνησης (2012)

Δέσποινα Σπανού ΚΥΚΛΙΚΟΙ ΚΟΜΒΟΙ:ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ , ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ ΚΑΙ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΚΑΒΑΛΑΣ (2014)

Ευτέρπη Δαμάσκου Κυκλικοί κομβοί :Διαμόρφωση διαδικασίας αξιολόγησης σχεδιασμού κυκλικών κόμβων (2012)