

**ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ
ΜΕΛΕΤΗ
ΚΟΜΒΟΥ
ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ
ΒΟΛΟΥ**

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018

Επιβλέπων: Παντελεήμων Κοπελιάς
Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος
Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.



ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΜΕΪΚΟΠΟΥΛΟΣ

Φοιτητής Συγκοινωνιακού Τομέα, Τμήμα
Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας

ΜΕΪΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛ. (2018)

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Κοπελιάς Παντελεήμων

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

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Βογιατζής Κωνσταντίνος

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Αδάμος Ιωάννης

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πριν από όλους, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Βασίλη και Ελένη, για την υπομονή, την αμέριστη συμπαράσταση και άνευ όρων στήριξη που μου παρείχαν ανέκαθεν και ιδιαίτερα τα τελευταία έτη, προκειμένου να ολοκληρώσω τις προπτυχιακές σπουδές μου στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών Π.Θ.

Ακολούθως, θα ήθελα να ευχαριστήσω εν τω συνόλω τον Τομέα [Μεταφορών, Συγκοινωνιακών Υποδομών και Περιβαλλοντικής Διαχείρισης](#) της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, αλλά ιδιαίτερα τον Καθηγητή κ. Παντελεήμων Κοπελιά για την έμπνευση, την εμπιστοσύνη και τη δυνατότητα που μου παρείχε να εκπονήσω την παρούσα διπλωματική εργασία, ως το ιδανικότερο επιστέγασμα των σπουδών μου, καθώς και για τον χρόνο που ο ίδιος αφειδώλευτα διέθεσε στη σχολαστική επίβλεψή της. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αδερφό μου Θωμά, για την παροχή της πολύτιμης βοήθειάς του, προκειμένου να ολοκληρωθεί το παρόν εγχείρημα.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ ΒΟΛΟΥ

Αλέξανδρος Μεικόπουλος

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2018

Επιβλέπων: Παντελεήμων Κοπελιάς Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών,

Π.Θ

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται η κυκλοφοριακή ανάλυση του κόμβου εμπρός του Δημαρχείου Βόλου. Η σημασία του εν λόγω κόμβου, έγκειται στο γεγονός ότι, ουσιαστικά αποτελεί την είσοδο και, ταυτόχρονα, την έξοδο από και προς τις 2 βασικότερες αρτηρίες της πόλης, δηλαδή τις οδούς Ιάσωνος και Δημητριάδος, οι οποίες οδηγούν στο κέντρο της πόλης. Αρχικά, έγινε συλλογή στοιχείων που αφορούσαν τόσο τα γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του κόμβου, καθώς και μέτρηση του κυκλοφοριακού φόρτου, με την χρήση βίντεο. Η λεπτομερής παρακολούθηση των βίντεο, οδήγησε σε αποτελέσματα σχετικά με τους φόρτους πεζών και κατανομή ανά κατηγορία των οχημάτων που εμπλέκονται σε αυτόν. Στη συνέχεια, υπολογίσαμε μέσω της μεθόδου Μ. Βρετανίας, τη βέλτιστη διάρκεια περιόδου, τους απολυόμενους χρόνους, τις στάθμες εξυπηρέτησης, τις μέσες καθυστερήσεις. Τέλος, παρουσιάζεται η κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου και σε συνδυασμό με την υλοποίηση κυκλικού κόμβου στο σημείο, η οποία σχεδιάζεται από τους αρμόδιους φορείς, αναφέρονται τα συμπεράσματα.

Λέξεις κλειδιά : κυκλοφοριακή ικανότητα, διαχείριση κυκλοφορίας, κυκλοφοριακή μελέτη, σηματοδοτούμενος ισόπεδος κόμβος, μέθοδος Μ. Βρετανίας, στάθμη εξυπηρέτησης

Abstract

The scope of work of this diploma thesis constitutes the traffic analysis of the roundabout located ahead of the City Hall of Volos. This roundabout plays a significant role in the traffic control of the city, since it constitutes the entrance and the exit of the two most important arterial roads of the city simultaneously. These are Iasonos and Dimitriadou streets, which lead to the city center. Initially, geometric data of the roundabout was collected. Furthermore, traffic flow and the amount of vehicles and pedestrians were recorded through a videocamera, and then were sorted into different vehicle types. Using the Office Excel Program, optimal period, service levels and average delays were calculated implementing the UK method. Finally, the traffic operation of the roundabout is presented and, in conjunction with the realization of a circular hub at the point, which is designed by the competent bodies, the conclusions are mentioned.

Keywords: traffic capacity, traffic management, traffic study, signaling level junction, UK method, service level

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	8
1.2 ΔΟΜΗ.....	9
1.3 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	12
2.1 ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΙ ΚΟΜΒΟΙ.....	12
2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ / ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΟΜΒΟΥ.....	13
2.3 ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΚΟΜΒΟΥ	13
2.4 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΗΜΑΝΣΗ.....	15
2.5 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗ.....	16
2.6 ΦΩΤΕΙΝΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΗ	17
2.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ	20
2.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	21
ΜΕΘΟΔΟΣ Μ. ΒΡΕΤΑΝΙΑΣ.....	21
ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ	21
ΜΕΑ.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	25
3.1 ΕΥΡΥΤΕΡΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	25
3.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	28
3.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΕΖΩΝ	33
4 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	38
4.1 ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	38
4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ – ΒΡΕΤΑΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	61
5.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	61
5.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο, παραθέτουμε εισαγωγικές πληροφορίες σχετικά με την δομή της διπλωματικής εργασίας. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται το κίνητρο και το πλαίσιο εντός του οποίου εργαστήκαμε και, τέλος, αναφέρουμε κάποια εισαγωγικά στοιχεία που σχετίζονται με τις διασταυρώσεις οδών και τον τρόπο με τον οποίο τις διαχειριζόμαστε.

1.1 ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Ο στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η κυκλοφοριακή ανάλυση της παρούσας κατάστασης ενός σηματοδοτούμενου ισόπεδου κόμβου και ο υπολογισμός κυκλοφοριακών μεγεθών με την μέθοδο της Μ. Βρετανίας. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η περίπτωση του κόμβου έμπροσθεν του Δημαρχείου του Βόλου, στη συμβολή των οδών: Δημητριάδος, 2ας Νοεμβρίου, Γρ. Λαμπράκη και πραγματοποιείται αξιολόγηση των κυκλοφοριακών μεγεθών. Για την εκπλήρωση του παραπάνω στόχου κρίθηκε σκόπιμη η βιντεοσκόπηση του προαναφερθέντος κόμβου, αφού πρώτα βρέθηκαν οι ώρες αιχμής της διασταύρωσης. Τελικά, μετά από κατάλληλη επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων προκύπτουν τα απαραίτητα στοιχεία με τα οποία αξιολογείται το συγκεκριμένο σύστημα. Ακολούθησε η επεξεργασία και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων της έρευνας με τη βοήθεια κατάλληλων πινάκων και γραφημάτων που δημιουργήθηκαν στο πρόγραμμα Microsoft Excel.

Ο σηματοδοτούμενος ισόπεδος κόμβος μπροστά στο δημαρχείο του Βόλου, πρόκειται να μετατραπεί σε κυκλικό κόμβο, στα πλαίσια μιας ευρύτερης τροποποίησης των κεντρικών διασταυρώσεων της πόλης μας και της προσπάθειας εκσυγχρονισμού της κυκλοφοριακής ικανότητας. Η συγκεκριμένη μελέτη, έχει ως στόχο να χρησιμοποιηθεί ως το α' μέρος ενός τεύχους που β' μέρος θα αποτελεί η μελέτη των κυκλοφοριακών μεγεθών μετά την λειτουργία του κυκλικού κόμβου. Με τον τρόπο αυτό, θα μπορέσουμε, να προβούμε σε σύγκριση της παρούσας κατάστασης με την μελλοντική και να υπολογίσουμε τα μεγάλα κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

1.2 ΔΟΜΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται ο στόχος, το αντικείμενο, η δομή και το περιεχόμενο της, καθώς και κάποια εισαγωγικά στοιχεία. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποιες βασικές έννοιες που αφορούν τους ισόπεδους κόμβους, παρουσιάζονται οι τρόποι τους οποίους έχει στη διάθεση του ο συγκοινωνιολόγος, ώστε να επιτυγχάνεται ο έλεγχος και η διαχείριση κυκλοφορίας σε ένα οδικό δίκτυο. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης, τα γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά τα οποία συμπεριλήφθηκαν στους υπολογισμούς με σκοπό την κυκλοφοριακή ανάλυση του Κόμβου Δημαρχείου Βόλου. Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων και παρουσιάζεται η επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τις μετρήσεις καθώς και η ανάλυσή τους για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας.

1.3 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των ιδιωτικών οχημάτων, σε συνδυασμό με τους ρυθμούς της καθημερινότητας των πολιτών, καθιστούν αναγκαία την κυκλοφοριακή μελέτη των οδικών δικτύων μίας πόλης. Η κυκλοφοριακή μελέτη, οφείλει να αποτελεί την βάση ενός συνολικότερου σχεδιασμού και πρέπει να επικαιροποιείται διαρκώς (συνήθως ανά πενταετία). Σε οδικά δίκτυα, τα οποία παρουσίασαν έντονο κυκλοφοριακό πρόβλημα η μελέτη της λειτουργίας και της διαχείρισης της κυκλοφορίας, στα πλαίσια ενός ευρύτερου σχεδιασμού πόλης, βελτίωσε χαρακτηριστικά την στάθμη εξυπηρέτησης. Ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός, κρίνεται αναγκαίο να συνδέει το κυκλοφοριακό με τις πολεοδομικές παρεμβάσεις, το ρυμοτομικό, το χωροταξικό, τις αναπλάσεις, τις διαμορφώσεις ελεύθερων χώρων, πεζοδρόμων κτλ.

Η διασταύρωση είναι εξ ορισμού ένα σημείο συγκρούσεων στο κυκλοφοριακό δίκτυο. Αποτελεί μια από τις πιο σύνθετες κυκλοφοριακές καταστάσεις που έχουν να αντιμετωπίσουν οι οδηγοί με τις διάφορες αλληλοσυγκρουόμενες κινήσεις εισόδου και διάσχισης από πεζούς και άλλους οδηγούς. Τα ιδιαίτερα γεωμετρικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά της κάθε διασταύρωσης καθιστούν αδύνατο τον ορισμό μιας ιδανικής λύσης για όλες τις περιπτώσεις. Επομένως, κάθε διασταύρωση πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ξεχωριστό πρόβλημα.

Η ανάγκη για ρύθμιση και έλεγχο διασταυρώσεων με μεγάλους φόρτους, συνεπώς και περισσότερα ατυχήματα, μας οδήγησε στην δημιουργία σηματοδοτούμενων κόμβων (Traffic Signalization). Η φωτεινή σηματοδότηση ισόπεδων κόμβων έχει διεθνώς ενιαία μορφή και αποτελεί μέρος των οδικών εγκαταστάσεων. Πρέπει να μελετώνται, να εγκαθίστανται και να λειτουργούν κατά ενιαίο σύστημα και αποβλέπουν στην βελτίωση της κυκλοφοριακής ικανότητας, της ασφάλειας και της οικονομίας της πραγματοποίησης της οδικής κυκλοφορίας. Τα απαιτούμενα κυκλοφοριακά δεδομένα που απαιτούνται για την εκπόνηση είναι : ο φόρτος, σύνθεση, ταχύτητα κυκλοφορίας, ατυχήματα και καθυστερήσεις.

Υφίσταται μία σειρά λύσεων διαμόρφωσης τόσο ισόπεδων, αλλά και ανισόπεδων κυκλοφοριακών κόμβων που εξυπηρετούν τις εκάστοτε ανάγκες συναρτήσει φυσικά ενός

ΜΕΪΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛ. (2018)

κόστους, το οποίο αποτελεί καθοριστική παράμετρο για την υλοποίηση ή μη της προτεινόμενης κατασκευαστικής λύσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται βασικές έννοιες που αφορούν σε ισόπεδους και ανισόπεδους κυκλοφοριακούς κόμβους και στις αρχές που διέπουν τον σχεδιασμό τους γενικότερα.

2.1 ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΙ ΚΟΜΒΟΙ

Ένα οδικό δίκτυο αποτελείται από δύο κύρια μέρη, τους οδικούς άξονες (οδούς) και τους κυκλοφοριακούς κόμβους. Οι **κυκλοφοριακοί κόμβοι** τα σημεία εκείνα των οδικών δικτύων, όπου συναντώνται – διασταυρώνονται δύο ή περισσότερες οδοί. Στόχος μας είναι η εκπόνηση μελέτης ώστε ο κάθε κόμβος που σχεδιάζεται να προσφέρει άνετη, ταχεία και πρωτίστως ασφαλής κυκλοφορία των οχημάτων που κινούνται στην περιοχή του κόμβου, είτε αυτή είναι αστική είτε υπεραστική.

Υπάρχουν διάφορα είδη κόμβων, που υιοθετούνται από τον μελετητή ανάλογα με την περίπτωση. Ειδικότερα, όταν η διασταύρωση των οδών συμβαίνει στο ίδιο επίπεδο, πρόκειται για έναν **ισόπεδο κόμβο** (at grade intersection), ο οποίος περιλαμβάνει και τις διαμορφώσεις των οδών και του παρόδιου χώρου για την βέλτιστη εξυπηρέτηση της κυκλοφορίας. Στην περίπτωση, όπου, η σύνδεση-συνάντηση των οδών πραγματοποιείται σε διαφορετικά επίπεδα, χρησιμοποιείται ο όρος **ανισόπεδος κόμβος** (interchange), που εμπεριέχει, επίσης, και τα έργα υψομετρικού διαχωρισμού, οδικούς κλάδους σύνδεσης (ράμπες εισόδου-εξόδου) και τις διαμορφώσεις του παρόδιου χώρου. (Φραντζεσκάκης & Γιαννόπουλος, 1986).

2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ / ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΟΜΒΟΥ

Η ποιότητα λειτουργίας των κόμβων, ενός οδικού δικτύου, επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ασφάλεια, την ταχύτητα, το κόστος λειτουργίας και την κυκλοφοριακή ικανότητα ενός οδικού δικτύου.

Για αυτόν τον λόγο, κατά τον σχεδιασμό ενός κόμβου θα πρέπει να εξασφαλίζεται :

- Η ασφάλεια της κυκλοφορίας
- Η επάρκεια της κυκλοφοριακής ικανότητας
- Ένα αποδεκτό κόστος κατασκευής και λειτουργίας
- Ικανοποιητική προσαρμογή στον περιβάλλοντα χώρο.

2.3 ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΚΟΜΒΟΥ

Η μελέτη ενός οδικού κόμβου, με στόχο την εγκατάσταση υποδομών σηματοδότησης προϋποθέτει την συλλογή δύο ειδών δεδομένων.

- Κυκλοφοριακά δεδομένα
- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά

Τα κυκλοφοριακά δεδομένα συμπεριλαμβάνουν υπολογισμούς σχετικά με τους κυκλοφοριακούς φόρτους, σε ορισμένη χρονική περίοδο, για όλα τα οδικά ρεύματα και πεζών. Πολλές φορές, οι μετρήσεις των κυκλοφοριακών φόρτων πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια των κυκλοφοριακών αιχμών. Επίσης, οφείλουμε να γνωρίζουμε (συνήθως από το αρχείο της αστυνομίας) τα στοιχεία για την ποσότητα και το είδος των τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν στην περιοχή του κόμβου. Ακόμα, σημαντικό μέγεθος για την εκπόνηση μελέτης σηματοδότησης αποτελεί η μέση ταχύτητα κατά μήκος των διαδρομών ανάμεσα σε δύο ή περισσότερους κόμβους.

Από την άλλη, τα γεωγραφικά δεδομένα αποτελούν την οριζοντιογραφία των εξεταζόμενων κόμβων και τα υψομετρικά στοιχεία, ειδικά στην περίπτωση έντονων κλίσεων.

Ο μελετητής οφείλει να γνωρίζει και να εξετάσει τον μακροχρόνιο σχεδιασμό ενός αστικού συγκροτήματος, εντός του οποίου πρόκειται να προγραμματίσει την σηματοδότηση. Αυτό γιατί, τα προβλεπόμενα έργα στις περιοχές πλησίον του κόμβου, θα αυξήσει τα κυκλοφοριακά μεγέθη και ίσως επηρεάσουν την διάταξη του οδικού δικτύου.

Αφού ολοκληρωθεί η ανάλυση των κυκλοφοριακών δεδομένων, η ρύθμιση της σηματοδότησης εξαρτάται από την έκταση της μελέτης σηματοδότησης. Αρχικά, καθορίζονται οι κόμβοι που τηρούν τις προϋποθέσεις σηματοδότησης. Επιπρόσθετα, εξετάζεται η ανάγκη αναμόρφωσης κάθε κόμβου, ή ο αποκλεισμός ορισμένων κινήσεων, ώστε να απλοποιηθεί η σηματοδοτική ρύθμιση. Στην περίπτωση που πρόκειται για συντονισμένη ρύθμιση περισσότερων από έναν κόμβο, επιλέγεται ως κοινή περίοδος, συνήθως η μεγαλύτερη σε διάρκεια από τις περιόδους του κάθε κόμβου ξεχωριστά.

Η διαδικασία υπολογισμού των απαραίτητων κυκλοφοριακών μεγεθών για την ολοκλήρωση της σηματοδότησης ενός κόμβου περιλαμβάνει τις παρακάτω εργασίες:

1. Σχεδίαση της κάτοψης του κόμβου, σε κλίμακα και καθορισμός των θέσεων των σηματοδοτών, των διαβάσεων πεζών, των γραμμών στάσης και των υπόλοιπων στοιχείων της νέας γεωμετρίας.
2. Υπολογισμός των κρίσιμων κυκλοφοριακών ρευμάτων και των αντίστοιχων ροών κορεσμού. Αποτύπωση διαγραμμάτων κίνησης κατά φάση, με στόχο την βέλτιστη εξυπηρέτηση.
3. Επιλογή ενδιάμεσων χρόνων μεταξύ των πράσινων ενδείξεων.
4. Επιλογή της αλληλουχίας των φάσεων.
5. Υπολογισμός των απολυμένων χρόνων και των χρησιμοποιούμενων χρόνων για κάθε φάση.
6. Επιλογή του βέλτιστου χρόνου περιόδου σηματοδότησης.
7. Κατανομή του χρησιμοποιούμενου χρόνου ανά φάση σηματοδότησης.
8. Σχεδιασμός κάτοψης του κόμβου, στην οποία θα γίνονται διακριτές οι κινήσεις των οχημάτων κατά φάση και συμπλήρωση του χρονικού προγράμματος των φάσεων.
9. Υπολογισμός των καθυστερήσεων για κάθε ρεύμα κυκλοφορίας που καταλήγει στον κόμβο, αλλά και της συνολικής καθυστέρησης με στόχο την εύρεση της αντίστοιχης στάθμης εξυπηρέτησης.
10. Υπολογισμός μήκους ουράς για κάθε κυκλοφοριακό ρεύμα, ώστε να σχεδιαστεί, αν χρειαστεί, το μήκος της λωρίδας αριστερής στροφής.

2.4 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΗΜΑΝΣΗ

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

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

Πινακίδες αναγγελίας κινδύνου

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

Ρυθμιστικές πινακίδες της κυκλοφορίας

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

Πληροφοριακές και Πρόσθετες πινακίδες

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

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

2.5 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗ

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

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

Το κύριο έργο του οδηγού, εκτός από τον έλεγχο της ταχύτητας, είναι ο έλεγχος της θέσης του οχήματος στην οδό τόσο σε σχέση με τα άκρα του οδοστρώματος ή των λωρίδων κυκλοφορίας όσο και ως προς τα άλλα αυτοκίνητα που βρίσκονται δίπλα του, εμπρός ή πίσω. Οι διαγραμμίσεις που δείχνουν τα άκρα της οδού και τον διαχωρισμό των λωρίδων προσφέρουν σημαντική βοήθεια σε αυτό το έργο του οδηγού. Τα πλεονεκτήματα της διαγράμμισης για την οπτική καθοδήγηση γίνονται ιδιαίτερα σημαντικά όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι καλές, ή την νύχτα όταν το μάτι δεν μπορεί να διακρίνει τα στοιχεία που περιβάλλουν την οδό. Επίσης, αν ο οδηγός θαμπωθεί από τους φανούς αυτοκινήτου που έρχεται από την αντίθετη κατεύθυνση, μπορεί να ελέγχει την θέση του με βάση την διαγράμμιση στην άκρη της οδού, αποφεύγοντας έτσι να κοιτά μπρος.

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

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

Οι διαγραμμίσεις αυτές μπορούν να είναι εγκάρσιες ή κατά μήκος του κυκλοφορούμενου οδοστρώματος. Οι κατά μήκος διαγραμμίσεις αποτελούνται από συνεχείς ή διακεκομμένες

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

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

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

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

2.6 ΦΩΤΕΙΝΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΗ

Η φωτεινή σηματοδότηση επιλέγεται ως λειτουργικός τρόπος παροχής προτεραιότητας σε κινήσεις οι οποίες διασταυρώνονται σε ισόπεδους κόμβους. Συνηθίζεται οι κόμβοι αυτοί να έχουν υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους, επειδή βρίσκονται σε αστικά κέντρα. Η χρήση του συγκεκριμένου τρόπου διαχείρισης της κυκλοφορίας, επιτρέπει διαδοχικά και ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα την κίνηση των οχημάτων ή των πεζών. Θα μπορούσαμε να πούμε, ότι η φωτεινή σηματοδότηση αντικαθιστά τον τροχονόμο, καθώς παλαιότερα, ο ρόλος του τροχονόμου ήταν να ρυθμίζει την κυκλοφορία με παρόμοια στρατηγική μέθοδο.

Η φωτεινή σηματοδότηση συμπεριλαμβάνει τα εξής πλεονεκτήματα :

- Ρυθμίζεται η κυκλοφορία των οχημάτων και των πεζών, καθώς συστηματικά αλλάζει η προτεραιότητα των κινήσεων

- Αυξάνεται η κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου, καθώς η προτεραιότητα των κινήσεων καθορίζεται αυτόματα από τις εγκαταστάσεις σηματοδότησης και τα ανάλογα προγράμματα που έχουμε επιλέξει.
- Μειώνεται η συχνότητα συγκεκριμένων τύπων ατυχημάτων, ειδικά σε κόμβους χαμηλής ορατότητας και υψηλών ταχυτήτων. Επίσης, μειώνεται η πιθανότητα του υποκειμενικού λάθους.
- Επιτρέπεται ανά τακτά διαστήματα η κυκλοφορία των πεζών.
- Επιτυγχάνεται στραγγαλισμός κυκλοφορίας, μειώνεται δηλαδή ο όγκος των οχημάτων ανάντι των διατομών, ώστε να μπορούν να εξυπηρετηθούν.
- Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, η φωτεινή σηματοδότηση μπορεί να ρυθμιστεί κατά τρόπο ώστε να δίνεται προτεραιότητα σε MMM.

Ουσιαστικά, φωτεινή σηματοδότηση τοποθετείται σε κόμβους με κάποιο από τα παρακάτω χαρακτηριστικά: υψηλοί κυκλοφοριακοί φόρτοι, σημαντικός φόρτος πεζών, ειδικές περιπτώσεις (σχολική διάβαση, σιδηροδρομική διάβαση, προειδοποιητικοί σηματοδότες κ.ά.), οδικά ατυχήματα.

Ταυτόχρονα, όμως, πρέπει να γίνεται αναλυτικός έλεγχος των κυκλοφοριακών μεγεθών και να τοποθετείται φωτεινή σηματοδότηση μόνο σε κόμβους, στους οποίους κρίνεται αναγκαίο. Σε περίπτωση που η ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης δεν είναι απαραίτητη, έχουμε ως αποτέλεσμα την δυσλειτουργία του οδικού δικτύου και του κόμβου, με μεγάλες και αδικαιολόγητες καθυστερήσεις αλλά και την αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων.



Εικόνα 2.1 Παράδειγμα προγράμματος φωτεινής σηματοδότησης (Αντωνίου-Σπυροπούλου)

Τα βασικά χαρακτηριστικά/ ορισμοί της φωτεινής σηματοδότησης είναι :

- Κύκλος ή περίοδος. Ο χρόνος που απαιτείται ώστε να δοθεί ανάψει η πράσινη ένδειξη, μια μοναδική φορά, σε όλους τους φωτεινούς σηματοδότες του κόμβου.
- Στάδιο (stage). Ονομάζουμε έτσι ένα τμήμα της περιόδου, κατά το οποίο δίνεται αποκλειστική προτεραιότητα να διέλθουν του κόμβου οχήματα. Κατά τη διάρκεια ενός σταδίου, δεν μεταβάλλεται η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.
- Ο συνολικός απολυμένος χρόνος (lost time). Ο χρόνος που καταναλώνει το κάθε όχημα που χρησιμοποιεί τον κόμβο στην εκκίνηση, την εκκένωση και σε τυχόν περιόδους της κοινής κόκκινης ένδειξης. Απολυμένος χρόνος υπάρχει κάθε φορά που έχουμε αλλαγή σταδίου. Η αφαίρεση του απολυμένου χρόνου από την περίοδο, μας δίνει τον ενεργό χρόνο πρασίνου (effective green time).
- Φάση. Κατά τη διάρκεια της φάσης φωτεινής σηματοδότησης δύο ή περισσότερα ρεύματα κυκλοφορίας λαμβάνουν ίδια ένδειξη.

2.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Ο συγκεκριμένος όρος, χρησιμοποιείται από τους συγκοινωνιολόγους και αναφέρεται στην εύρεση μέσω μετρήσεων διαφόρων ποσοτικών και ποιοτικών μεγεθών, τα οποία εν συνεχεία αποτελούν δείκτες για την λειτουργία του δικτύου/οδού. Ο συνδυασμός των επί μέρους μετρήσεων για τμήματα δικτύου ή συγκεκριμένων οδών, αποτελεί τον δείκτη για την λειτουργικότητα σε ολόκληρο το οδικό δίκτυο. Για παράδειγμα, η μέση καθυστέρηση ανά όχημα για την διέλευση μιας οδού ή ενός κόμβου αποτελεί έναν δείκτη λειτουργικότητας. Αντίστοιχα, η λειτουργικότητα ενός ευρύτερου οδικού δικτύου προσδιορίζεται μέσω του χρόνου που απαιτείται από όλα τα οχήματα σε όλους τους κόμβους ή οδούς, συνυπολογίζοντας τις καθυστερήσεις αυτών ανεξαρτήτως αιτίας.

Διάφορα κράτη έχουν αναπτύξει συγκεκριμένες μεθοδολογίες για την λειτουργική ανάλυση οδικών τμημάτων ή μεμονωμένων κόμβων. Οι ΗΠΑ, η Μ. Βρετανία, η Αυστραλία και άλλα κράτη έχουν αναπτύξει ολοκληρωμένα εγχειρίδια για τον υπολογισμό κρίσιμων μεγεθών όπως η Στάθμη Εξυπηρέτησης και η κυκλοφοριακή ικανότητα. Τα εγχειρίδια αυτά, καλύπτουν το σύνολο των οδικών δικτύων και οδηγούν στην εύρεση στοιχείων που αφορούν οδικά τμήματα, ισόπεδους κόμβους, περιοχές πλέξης κ.α.

Η λειτουργική ανάλυση που αφορά τον οδικό κόμβο, μπορεί να γίνει είτε με την χρήση της κατάλληλης μεθοδολογίας και την εύρεση των δεικτών μέσω πινάκων και νομογραφημάτων, είτε με τη χρήση ειδικών λογισμικών.

Βασικά μεγέθη που σχετίζονται με την μελέτη της λειτουργίας των διαφόρων συστατικών μερών ενός οδικού δικτύου είναι τα εξής :

- Στάθμη εξυπηρέτησης
- Ρυθμός ροής
- Ροή κορεσμού
- Κυκλοφοριακή ικανότητα οδικού στοιχείου
- Μέση ταχύτητα κίνησης οχημάτων
- Πυκνότητα οχημάτων
- Μέση καθυστέρηση ανά όχημα

2.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΜΕΘΟΔΟΣ Μ. ΒΡΕΤΑΝΙΑΣ

Η μέθοδος υπολογισμού της ροής κορεσμού, της στάθμης εξυπηρέτησης, των μέσων καθυστερήσεων, στην οποία έχει δοθεί στην Ελλάδα η ονομασία «βρετανική» προέκυψε από τον συνδυασμό δύο βρετανικών εργασιών : της κλασικής των Webster και Cobbe και μίας νεότερης ερευνητικής εργασίας του Πανεπιστημίου Southampton. (Φραντζεσκάκης, Γκόλιας, Πιτσιάβα-Λατινοπούλου «ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ» Αθήνα 2009)

Η «βρετανική μέθοδος», σήμερα, τείνει να αντικατασταθεί από μία νεότερη μεθοδολογία, η οποία είναι αποτέλεσμα ερευνών, που πραγματοποιήθηκαν στις ΗΠΑ. Η μεθοδολογία των ΗΠΑ για τον υπολογισμό της λειτουργικής ανάλυσης που αφορούν τμήματα οδών ή κόμβους, προσεγγίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τα υπολογιστικά μεγέθη και, συνεπώς, προκύπτουν ακριβέστερα αποτελέσματα. Σε περίπτωση, που είναι επιθυμητή η απόλυτη ακρίβεια των υπολογισμών μας για την βέλτιστη σηματοδότηση ενός μεμονωμένου κόμβου, μπορεί να γίνουν με τη βοήθεια ειδικών ηλεκτρικών προγραμμάτων, όπως τα προγράμματα COBA και MOVA.

ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ

Η ανάγκη της κοινωνίας να μειώσει τον αριθμό των τροχαίων ατυχημάτων αλλά και να διαχειριστεί με έναν οργανωμένο τρόπο το κυκλοφοριακό πρόβλημα, οδήγησε στην καθιέρωση χαρακτηριστικών μεγεθών που αφορούν την κίνηση οχημάτων και πεζών. Η μελέτη διαφόρων στοιχείων κυκλοφορίας εντοπίζεται στη θεώρηση της λειτουργικότητας των τεχνικών και τεχνολογικών χαρακτηριστικών τους, όσο και στην αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητά τους μέσα στο γενικότερο συγκοινωνιακό σύνολο. Σύμφωνα με το βιβλίο : Ι. Μ. Φραντζεσκάκης, Μ. Χ. Πιτσιάβα – Λατινοπούλου, Δ. Α. ΤΣΑΜΠΟΥΛΑΣ, “ΔΙΑΧΕΙΡΙΣ. Η ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ”, τα βασικά μεγέθη κυκλοφοριακής ροής είναι :

Κυκλοφοριακή ροή : αφορά την κίνηση των οχημάτων ή των πεζών σε μία οδό και προσδιορίζεται από μεγέθη κυκλοφοριακής ροής (traffic flow variables)

Φόρτος (traffic volume) : ο αριθμός των οχημάτων που διέρχονται μίας συγκεκριμένης διατομής της οδού, ανά μονάδα χρόνου

Μέση χρονική ταχύτητα : ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που διέρχονται μίας συγκεκριμένης διατομής της οδού

Μέση χωρική ταχύτητα : ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που κινούνται εντός ενός συγκεκριμένου τμήματος της οδού σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή

Πυκνότητα (density) : ο αριθμός των οχημάτων στην μονάδα μήκους του δρόμου

Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία-ΜΗΚ (Annual Daily Traffic-ADT)_ορίζεται το πηλίκο του αριθμού των οχημάτων που περνούν από ένα δεδομένο σημείο ή διατομή οδού σε μια χρονική περίοδο ορισμένων ημερών διαιρεμένο με τον αριθμό των ημερών της χρονικής περιόδου που εξετάζεται.

Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία-ΕΜΗΚ (Average Annual Daily Traffic-AADT) που ισούται με το συνολικό αριθμό των οχημάτων που περνούν από δεδομένο σημείο ή διατομή οδού σε ένα έτος διαιρεμένο με το συνολικό αριθμό των ημερών του έτους.

ΜΕΑ

Τα οχήματα τα οποία αποτελούν την κυκλοφορία διαφέρουν μεταξύ τους και με βάση βασικά χαρακτηριστικά τους όπως το μέγεθός τους (πλάτος/μήκος/βάρος) παρουσιάζουν διαφορετική δυναμική κίνησης (επιτάχυνση/επιβράδυνση) και κατά συνέπεια και διαφορετική επιβάρυνση της κυκλοφορίας.

Οι βασικές κατηγορίες οχημάτων που υπολογίζονται στις μελέτες αστικών οδών αφορούν τους παρακάτω τύπους :

- Επιβατικά Αυτοκίνητα
- Λεωφορεία
- Φορτηγά Αυτοκίνητα
- Μοτοσυκλέτες / Μοτοποδήλατα

Για την μετατροπή των διαφόρων τύπων οχημάτων σε συγκρίσιμα μεγέθη, με στόχο τους υπολογισμούς για την κυκλοφοριακή ικανότητα, χρησιμοποιείται ως βασική μονάδα το επιβατικό αυτοκίνητο και οι υπόλοιπες κατηγορίες πολλαπλασιασμένες επί ενός κατάλληλου συγκεκριμένου συντελεστή εκφράζονται **σε Μονάδες Επιβατικών**

Αυτοκινήτων

Κατηγορίες Οχημάτων	ΜΕΑ	
Κατηγορία I	Σκούτερ, μοτοποδήλατα, μοτοσυκλέτες	0,5
Κατηγορία II	Επιβατικά ΙΧ, ταξί, ημιφορτηγά	1,0
Κατηγορία III	Επιβατικά με τροχόσπιτα, μικρά λεωφορεία, φορτηγά, λεωφορεία, πούλμαν	2,0
Κατηγορία IV	Φορτηγά επικαθήμενα, φορτηγά ειδικού φορτίου, αρθρωτά λεωφορεία	3,0
Κατηγορία V	Φορτηγά με ρυμουλκόμενο	4,0
Κατηγορία VI	Συρμός φορτηγών	5,0

Κατηγορία VII	Άλλα οχήματα (τρακτέρ, κατασκευαστικά οχήματα)	-
---------------	------------------------------------------------	---

Πίνακας 2.1 Μονάδες Επιβατικών Αυτοκινήτων (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Πρέπει να τονιστεί ότι οι τιμές ΜΕΑ είναι προσεγγιστικές και παρόλο που στην Ελλάδα για την ανάλυση της κυκλοφορίας χρησιμοποιούνται αυτές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1, έρευνες σε διατομές ελληνικών οδών έχουν υπολογίσει διαφορετικές τιμές (π.χ. Sermpis et al., 2005

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης της διπλωματικής εργασίας, ο κόμβος Δημαρχείου της πόλης του Βόλου και περιγράφεται η μεθοδολογία της οποίας έγινε χρήση με σκοπό τον έλεγχο και την κυκλοφοριακή ανάλυση του. Η μεθοδολογία αυτή, είναι γνωστή ως βρετανική μέθοδος και αποτελεί τον απλούστερο τρόπο έρευνας κυκλοφοριακών μεγεθών.

3.1 ΕΥΡΥΤΕΡΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο Βόλος είναι μία από τις μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδος, καθώς μετά την εφαρμογή του προγράμματος Καλλικράτης, ο πληθυσμός του, ανέρχεται σε 144.449 κατοίκους. (Ελληνική Απογραφή 2011- Μόνιμος Πληθυσμός, ΕΛΣΤΑΤ)

Ο Βόλος, όπως όλες οι σύγχρονες αστικές πόλεις, υποφέρουν από το κυκλοφοριακό. Δυστυχώς η πληθυσμιακή έκρηξη του αυτοκινήτου έχει κατακλύσει τους δημόσιους χώρους και έχει προκαλέσει δυσεπίλυτα προβλήματα στις πόλεις. Η σημερινή κατάσταση στο εμπορικό κέντρο του Βόλου, σ' ότι αφορά τις αστικές μετακινήσεις (πεζοί, κίνηση αναπήρων, ΙΧ, ποδήλατα, μέσα μεταφοράς, πεζόδρομοι, parking κλπ.) δεν διευκολύνει τη λειτουργία και τη βιώσιμη ανάπτυξη της πόλης.

Το έντονο κυκλοφοριακό πρόβλημα καθιστά δύσκολη την μετακίνηση μέσα στον αστικό ιστό, και επιπρόσθετα υποβαθμίζει την ποιότητα ζωής των κατοίκων του Βόλου. Συμβάλλει σημαντικά στην μόλυνση του περιβάλλοντος και συγκεκριμένα στην αύξηση της αερορύπανσης. Όπως γίνεται αντιληπτό οι καθυστερήσεις στην κίνηση των οχημάτων, προκαλούν μεγαλύτερες εκπομπές καυσαερίων από τα αυτοκίνητα.

Για αυτό χρειάζεται να ληφθούν άμεσα μέτρα για αντιμετωπιστεί το πρόβλημα και παράλληλα να συζητηθεί το θέμα στο Δημοτικό Συμβούλιο έτσι ώστε να γίνει σχεδιασμός για ουσιαστικές και μεγάλες αλλαγές που να αφορούν την επίλυση του κυκλοφοριακού σε βάθος χρόνου και οριστικά.



Εικόνα 3.1 Ενδεικτική φωτογραφία της οδού Δημητριάδος σε ώρα αιχμής (πηγή e-thessalia)

Ο σηματοδοτούμενος ισόπεδος κόμβος στην συμβολή των οδών : 2ας Νοεμβρίου, Δημητριάδος, Γρηγορίου Λαμπράκη βρίσκεται σε ένα σημείο από το οποίο διέρχεται καθημερινά μεγάλος αριθμός μετακινούμενων οχημάτων. Εξυπηρετεί τόσο μετακινούμενα οχήματα με σκοπό μετακίνησης την εργασία, όσο και την αναψυχή.



Εικόνες 3.2 Κόμβος Δημαρχείου (πηγή Google)

3.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο κόμβος των οποίων αφορούν οι υπολογισμοί της παρούσας Διπλωματικής εργασίας, δεν αποτελεί κάποια από τις τυποποιημένες μορφές κόμβων που συναντάμε στις οδηγίες μελέτης. Είναι ένας ισόπεδος σηματοδοτούμενος κόμβος, ο οποίος αποτελείται από έξι (6) σκέλη, με δυνατότητα πραγματοποίησης οκτώ (8) κινήσεων (Εικόνα 2). Ο κόμβος βρίσκεται στο κέντρο του οικοδομικού συγκροτήματος και εξυπηρετεί την κίνηση με προορισμό την υπόλοιπη Ελλάδα μέσω των οδών Αθηνών και Λαρίσης. Εκατέρωθεν της κύριας οδού, Δημητριάδος, βρίσκονται οι οδοί, 2ας Νοεμβρίου, Αργοναυτών και Γρηγορίου Λαμπράκη, που συνδέουν τις περιοχές Νέα Ιωνία με το κέντρο του Βόλου και την συνοικία Παλαιών με το λιμάνι της πόλης.

Η οδός Δημητριάδος αποτελείται από τρεις (3) λωρίδες κυκλοφορίας, χωρίς λωρίδα αναμονής για αριστερή στροφή.

Η οδός Γρηγορίου Λαμπράκη αποτελείται από τρεις (3) λωρίδες κυκλοφορίας, ανά κατεύθυνση και μία λωρίδα αναμονής για αριστερή στροφή, στην κατεύθυνση της που καταλήγει στον κόμβο. Επιπρόσθετα, διακλαδώνεται στην ίδια κατεύθυνση και επιτρέπει στα οχήματα της δεξιάς λωρίδας να κατευθυνθούν προς το κέντρο της πόλης.

Όσο για τις δευτερεύουσες οδούς, αποτελούνται από μια λωρίδα ανά κατεύθυνση. Η οδός 2ας Νοεμβρίου στην κατεύθυνση της που καταλήγει στον κόμβο, έχει διακλάδωση για τα οχήματα που επιθυμούν δεξιά στροφή προς τη συνοικία Παλαιών.

Η κλίση όλων των οδών είναι ουδέτερη, 60μ αναντη και κάταντη του κόμβου, οπότε θεωρώ μηδενική κλίση εδάφους.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδών του κόμβου απεικονίζονται στον Πίνακα 2.

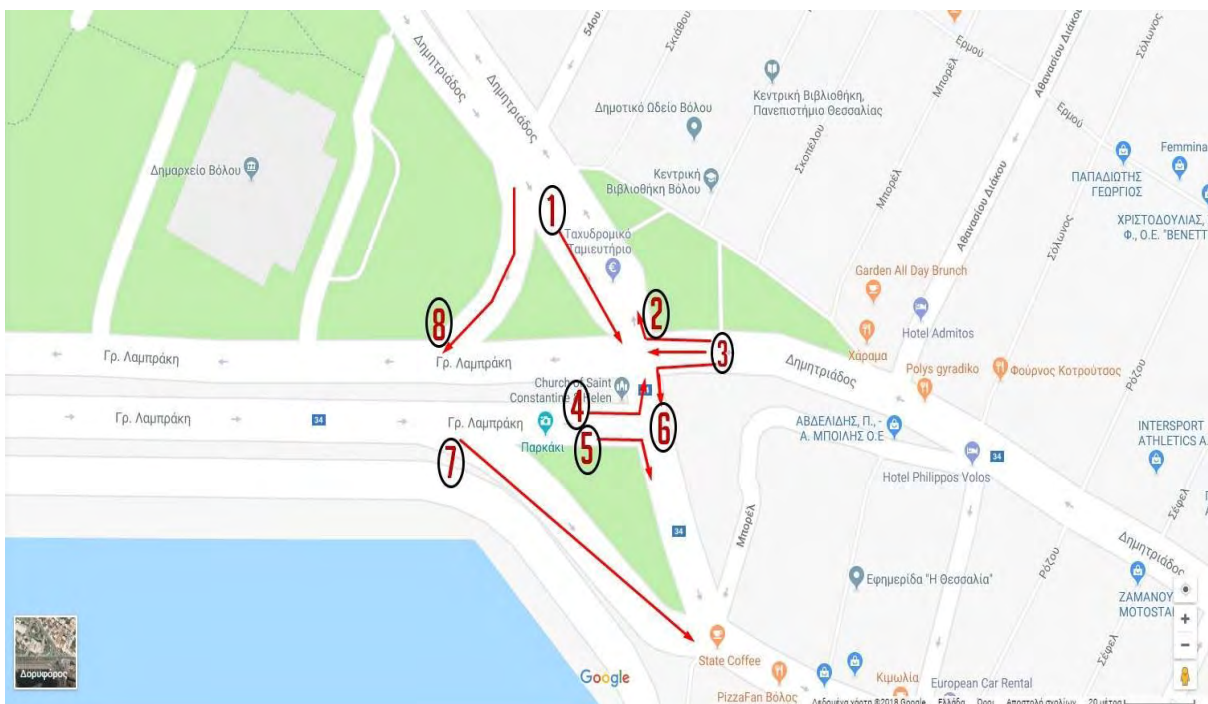
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΔΩΝ				
	ΟΔΟΙ	ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ	ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗ
1	2ας Νοεμβρίου	4μ	2	ΔΕΞΙΑ
2	Δημητριάδος	3μ	1	
3	Δημητριάδος	3μ	1	
4	Γρ Λαμπράκη	3μ	1	ΔΕΞΙΑ
5	Γρ Λαμπράκη	3μ	1	ΔΕΞΙΑ
6	Δημητριάδος	3μ	1	
7	Γρ Λαμπράκη	4μ	2	
8	2ας Νοεμβρίου	4μ	2	

Πίνακας 3.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά οδών

Η ρύθμιση του κυκλοφοριακού φόρτου στον κόμβο, πραγματοποιείται με φωτεινή σηματοδότηση, οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση. Η παρουσία της φωτεινής σηματοδότησης, χρησιμεύει ώστε να εναλλάσσετε η προτεραιότητα της κίνησης στα διάφορα ρεύματα κυκλοφορίας. Επιπρόσθετα, μέσω της φωτεινής σηματοδότησης δίνεται προτεραιότητα στους πεζούς που επιθυμούν να διασχίσουν τα ρεύματα κυκλοφορίας των οχημάτων.

Η εναλλαγή των κινήσεων γίνεται ως εξής : στην 1^η φάση έχουμε ένδειξη πρασίνου για τις κινήσεις 3 και 7, οι οποίες είναι η ευθεία κίνηση της διατομής της οδού Δημητριάδος με κατεύθυνση την συνοικία Παλαιών και η κίνηση των οχημάτων που έχουν κατεύθυνση το

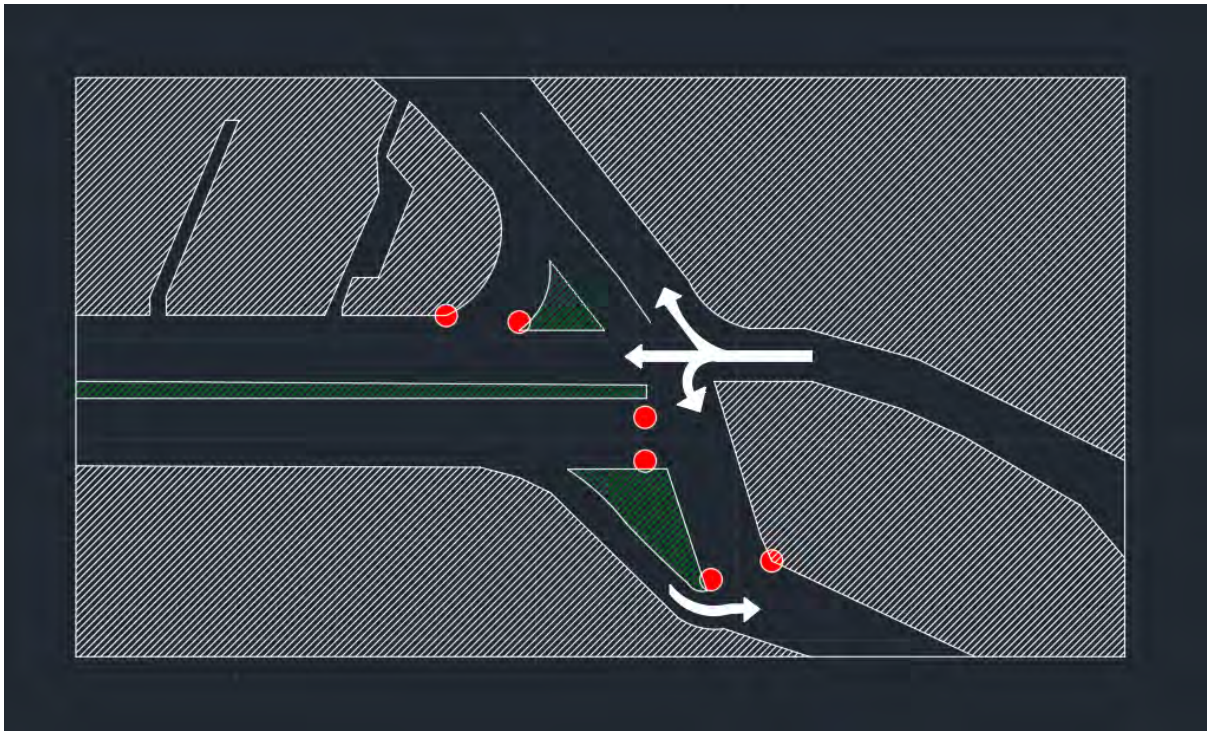
κέντρο της πόλης και έλαβαν το δεξί κλάδο της διακλάδωσης της οδού Λαμπράκη. Ο χρόνος πρασίνου για αυτήν την κίνηση είναι 38 sec. Εν συνεχεία, η 2^η φάση περιλαμβάνει πράσινη ένδειξη για τα οχήματα που χρησιμοποιούν το ρεύμα της 2ας Νοεμβρίου με κατεύθυνση τον κόμβο Δημαρχείου, ανεξαρτήτου κλάδου της διακλάδωσης. Δηλαδή, έχουμε πράσινη ένδειξη για τις κινήσεις 1 και 8, με διάρκεια 2^{ης} φάσης 20 sec. Τέλος, ο χρόνος πρασίνου για την 3^η φάση, είναι 10 sec. Κατά την 3^η φάση, επιτρέπεται η δεξιά και αριστερή στροφή στα οχήματα που κινούνται επί της Γρ. Λαμπράκη με κατεύθυνση τον κόμβο. (παρήμειναν στον αριστερό κλάδο της διακλάδωσης). Όπως γίνεται αντιληπτό, **η περίοδος της εναλλαγής των κινήσεων του κόμβου, διαρκεί 75 sec.** , και περιλαμβάνει 3 φάσεις.



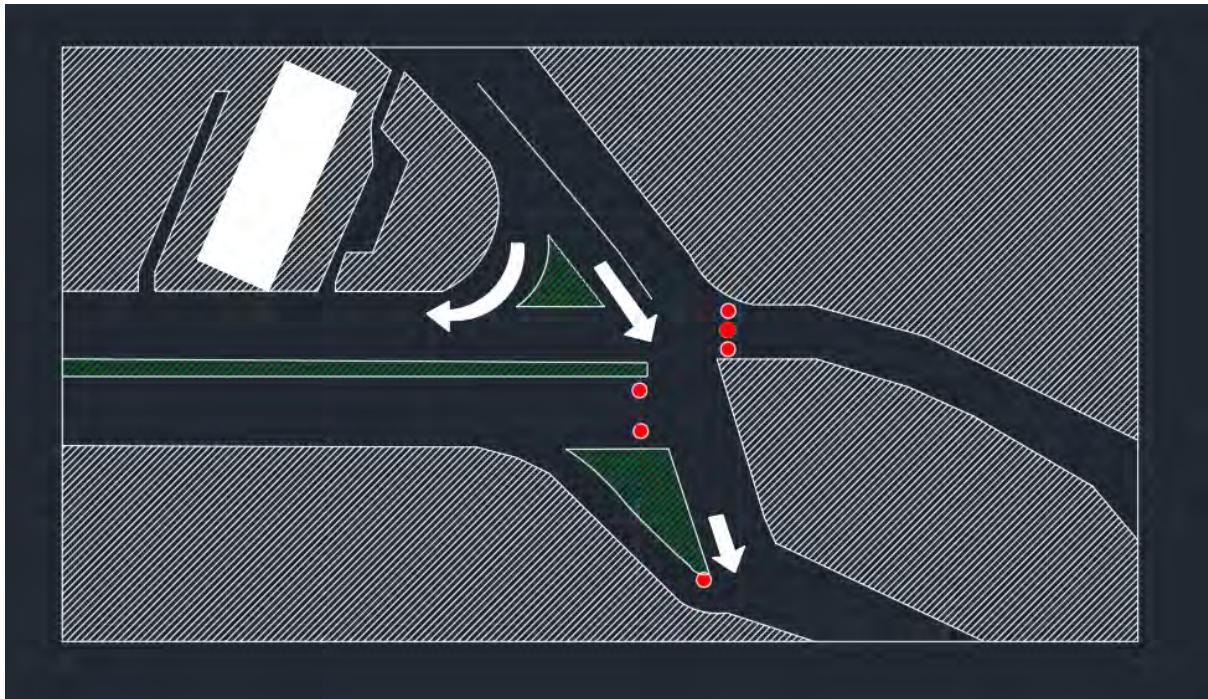
Εικόνα 3.2 Κινήσεις στον κόμβο Δημαρχείου

Στον κόμβο Δημαρχείου υπάρχει επίσης οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση, οι οποίες ρυθμίζουν την κυκλοφορία και συμβάλλουν στην αύξηση της οδικής ασφάλειας. Παρέχουν, επίσης, πληροφορίες στους χρήστες του οδικού δικτύου και του κόμβου, ώστε να διευκολύνεται η λειτουργικότητα των μετακινήσεων και να βελτιώνεται η στάθμη εξυπηρέτησης.

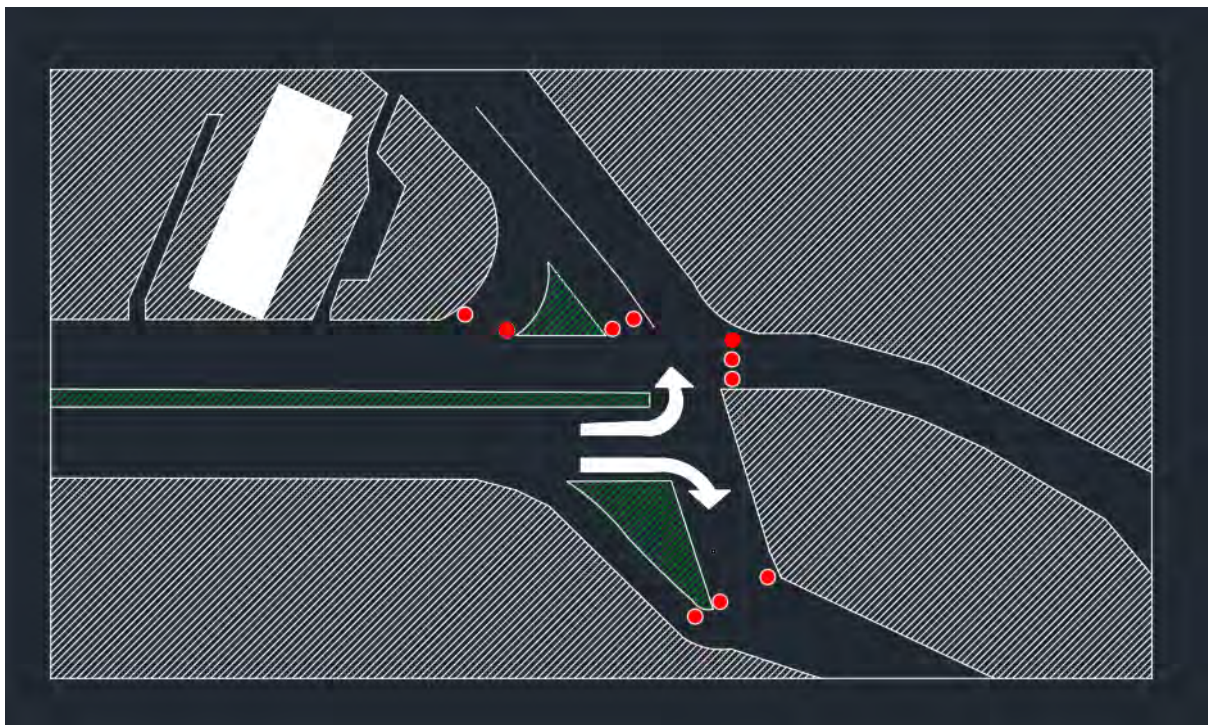
Οι 3 φάσεις της ισχύουσας σηματοδότησης του κόμβου, αποτυπώνονται στα παρακάτω σχήματα :



Εικόνα 3.1 Φάση 1^η σηματοδότησης.



Εικόνα 3.2 2^η φάση σηματοδότησης

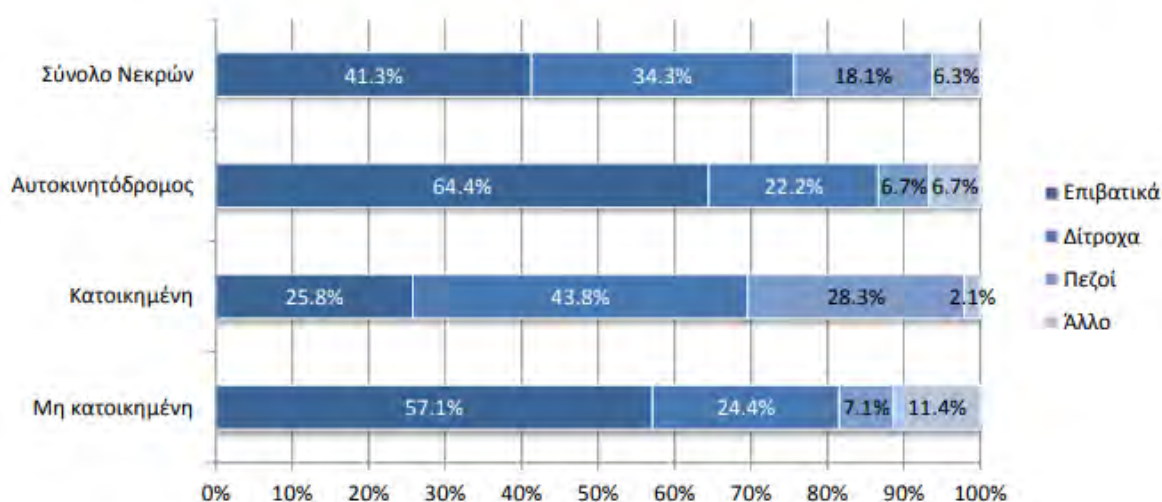


Εικόνα 3.3 3^η φάση σηματοδότησης

3.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΕΖΩΝ

Η οδική ασφάλεια αποτελεί για το σύγχρονο τεχνολογικό πολιτισμό ένα μεγάλο ζήτημα. Κάθε χρόνο εκτιμάται ότι 1,1 εκατομμύρια άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους σε τροχαία ατυχήματα, ένα μεγάλο ποσοστό από τα θύματα αυτά, της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας, είναι πεζοί. Η επικινδυνότητα για τον πεζό αυξάνεται αισθητά, όταν πρόκειται για μετακινήσεις εντός κατοικημένης περιοχής, όπως βλέπουμε στον παρακάτω πίνακα της ΕΛΣΤΑΤ. (Πίνακας 3.2 Ποσοστά νεκρών ανά είδος περιοχής, κατά μέσο μεταφοράς. Πηγή ΕΛΣΤΑΤ)

Γράφημα 4: Ποσοστά (%) νεκρών σε οδικά τροχαία ατυχήματα, κατά μέσο μεταφοράς και είδος περιοχής, 2016



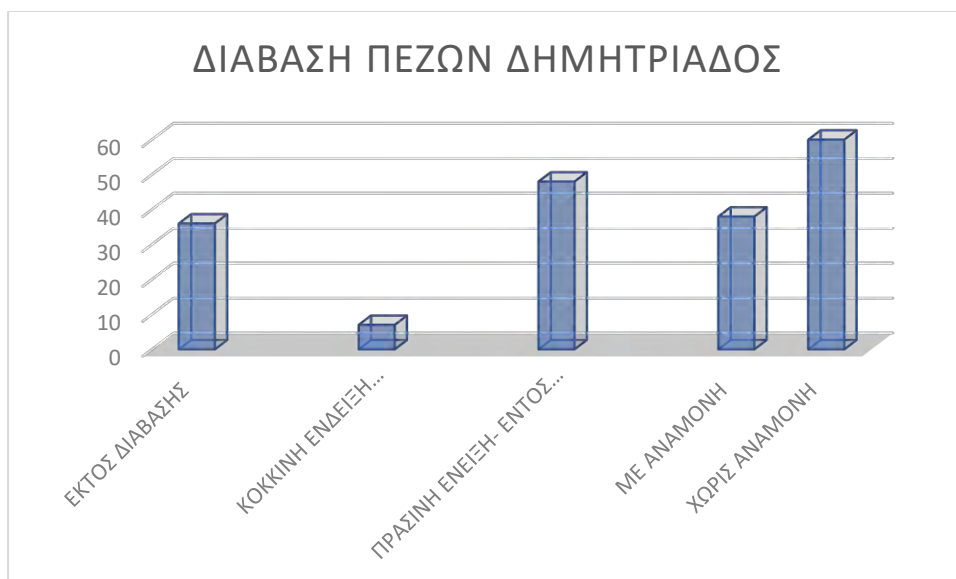
Πίνακας 3.2 Ποσοστά νεκρών ανά είδος περιοχής, κατά μέσο μεταφοράς. Πηγή ΕΛΣΤΑΤ)

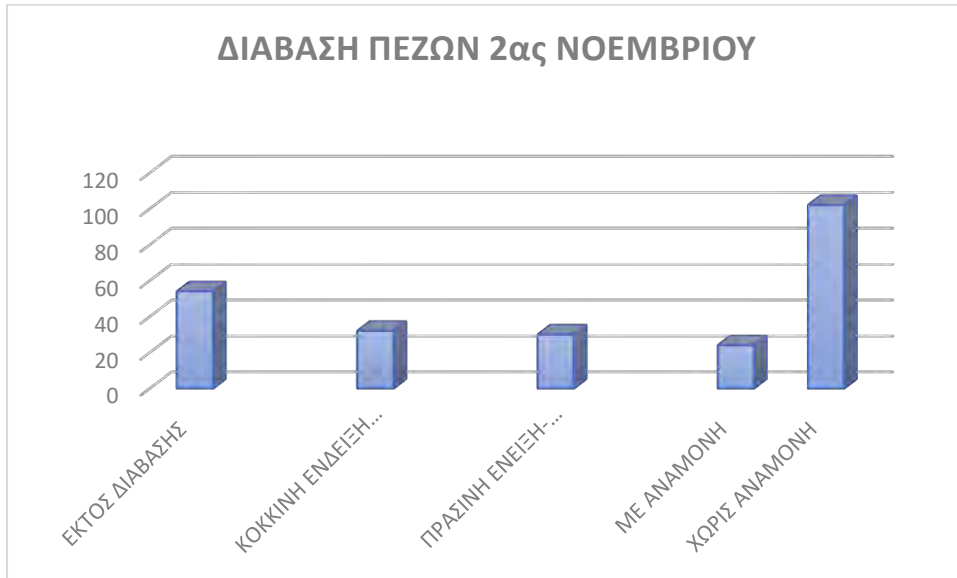
Στην παρούσα εργασία, σημαντικό τμήμα της κυκλοφορίας του κόμβου αποτελούν οι πεζοί. Ο κόμβος δημαρχείου, βρίσκεται ακριβώς μπροστά στην Βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου, ενώ βρίσκεται και στην διαδρομή των φοιτητών από το κέντρο της πόλης προς τις πολυτεχνικές σχολές. Επιπρόσθετα, το Δημαρχείο του Βόλου και το Λιμάνι αποτελούν σημεία εκκίνησης ή κατάληξης για διάφορες μετακινήσεις χωρίς όχημα. Τέλος, η τοποθεσία του κόμβου που ερευνούμε σε κεντρικό σημείο του πολεοδομικού συγκροτήματος, αποτελεί έναν επιπλέον λόγο για υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους, τόσο πεζών όσο και οχημάτων.

Παρατηρήθηκαν μέσω βιντεοσκόπησης περίπου 200 πεζοί σε δύο διαβάσεις του κόμβου. Η μία διάβαση βρίσκεται στην οδό Δημητριάδος πριν τον σηματοδοτούμενο κόμβο και η δεύτερη είναι η διάβαση της οδού 2ας Νοεμβρίου. Οι παρατηρήσεις έγιναν τυπική καθημερινή ημέρα, το χρονικό διάστημα μεταξύ 13:30 - 15:30 και 8:00 - 10:00. Τις συγκεκριμένες ώρες παρουσιάζει τις ώρες αιχμής του, καθώς είναι ώρες τις οποίες το μετακινούμενο κοινό κατευθύνεται από και προς τον εργασιακό του χώρο.

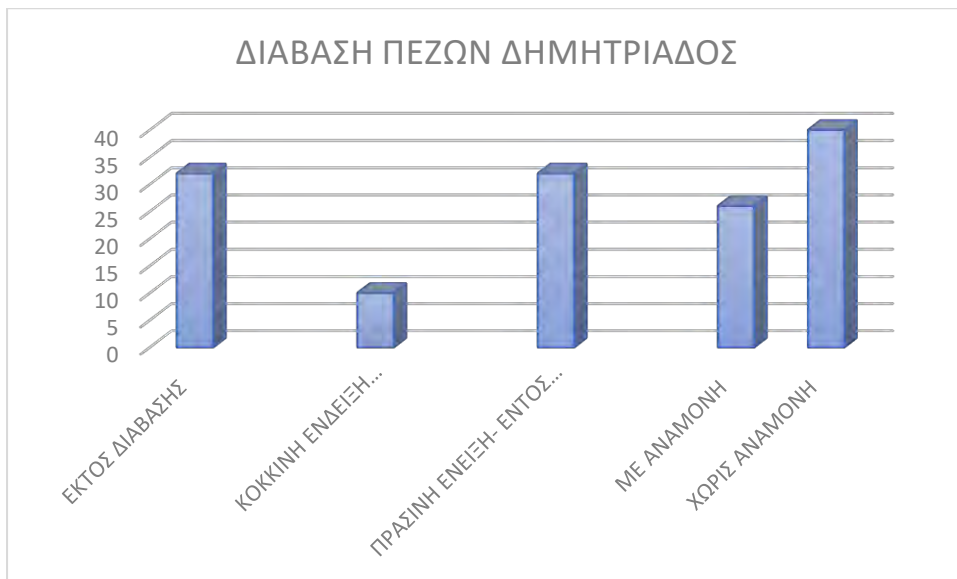
Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν την Δευτέρα 21.5.2018 / μεσημέρι και την Τρίτη 22.5.2018 / πρωί. Τα ενδεικτικά αποτελέσματα της κυκλοφοριακής συμπεριφοράς των πεζών, στις 2 βασικές διαβάσεις του κόμβου, συλλέχθηκαν μετά από παρακολούθηση 30'. Παρατηρούμε ότι, όπως είναι αναμενόμενο, η συμπεριφορά δεν διαφέρει ανάμεσα στις 2 μέρες που μελετήσαμε, ασχέτως αν το δείγμα μας είναι αρκετά μικρό και συνεπώς τα συμπεράσματά μας δεν είναι ασφαλή.

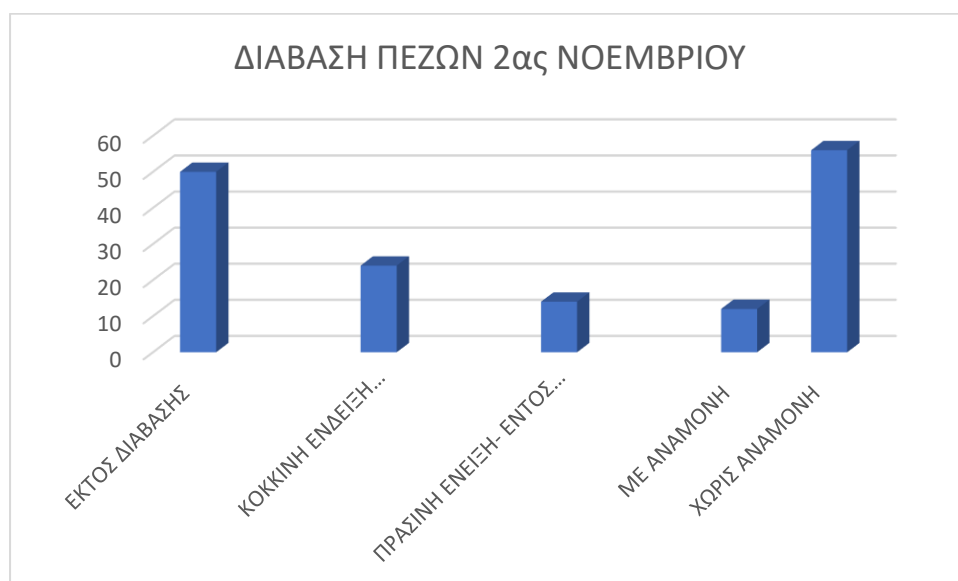
Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης την Δευτέρα 21.5.2018 φαίνονται στους 2 πίνακες παρακάτω :





Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης την Τρίτη 22.5.2018 δίνονται στους 2 πίνακες που ακολουθούν:





Αν και το δείγμα μας δεν είναι εκτεταμένο, μπορούμε να δούμε ότι το ποσοστό των πεζών οι οποίοι δεν είναι διατεθειμένοι να περιμένουν στο πεζοδρόμιο την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη είναι αρκετά υψηλό. Επίσης, και στις 2 διαβάσεις, το ποσοστό των πεζών που διασχίζουν την οδό εκτός διάβασης αποτυπώνεται χαρακτηριστικά ως μεγάλο ποσοστό σε σχέση με όσους διασχίζουν νόμιμα.

Οφείλουμε να παρατηρήσουμε, ότι στην οδό Δημητριάδος αρκετοί είναι εκείνοι οι οποίοι επιλέγουν να διασχίσουν την οδό, σε μεγάλη απόσταση από την υπάρχουσα διάβαση, εκθέτοντας τον εαυτό τους σε κίνδυνο αλλά προσθέτοντας έναν επιπλέον λόγο στους οδηγούς να προσέχουν.

Επίσης, συγκρίνοντας τους χρήστες των δύο διαβάσεων, προκύπτει ότι στην διάβαση της οδού 2^{ας} Νοεμβρίου το ποσοστό των πεζών που διέσχισε την διάβαση με κόκκινη φάση σηματοδότησης ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με τους διαβάτες σε κόκκινη φάση της οδού Δημητριάδος. Μία εξήγηση για το παραπάνω αποτέλεσμα, είναι ότι στην οδό Δημητριάδος έχουμε πολύ μεγαλύτερο φόρτο οχημάτων και η ταχύτητα που αναπτύσσουν τα οχήματα που την χρησιμοποιούν είναι μεγαλύτερη των αντίστοιχων οχημάτων που διέρχονται της οδού 2^{ας} Νοεμβρίου. Με τον τρόπο αυτό, οι πεζοί βρίσκουν περισσότερα “κενά διαστήματα” εντός της κυκλοφορίας, τα οποία διευκολύνουν να διασχίσουν την διάβαση.

Το πλήθος των πεζών που χρησιμοποιούν τις διαβάσεις, είναι μικρότερο την 2^η μέρα και αυτό ίσως είναι αποτέλεσμα της θερμοκρασίας, καθώς οι μετρήσεις έγιναν μεσημεριανές ώρες του Μαΐου.

Το πλήθος των παραβατών είναι σχεδόν διπλάσιο, σε σχέση με εκείνο όσων δείχνουν διάθεση να αναμένουν την πράσινη ένδειξη για να χρησιμοποιήσουν την διάβαση. Αυτό δημιουργεί σοβαρό πρόβλημα οδικής ασφάλειας για τους πεζούς ως ευάλωτους χρήστες της οδού και καταδεικνύει την έλλειψη οδηγικής παιδείας.

Ένα μέτρο που ίσως να φανεί χρήσιμó είναι και βελτίωση της διαγράμμισης της διάβασης των πεζών καθώς στις συγκεκριμένες δύο διαβάσεις που έγινε έρευνα, αλλά και γενικότερα, διαγράμμιση κρίνεται επιεικώς ανεπαρκής.

Θα πρέπει επίσης να γίνει μια προσπάθεια ευαισθητοποίησης των οδηγών των οχημάτων απέναντι στους πεζούς για να τους παραχωρούν προτεραιότητα. Αυτό ίσως να μπορούσε να επιτευχθεί μέσα από διάφορες διαφημιστικές εκστρατείες ενημέρωσης, ώστε σταδιακά να αλλάξει νοοτροπία των οδηγών απέναντι στους πεζούς.

Η ενημέρωση όμως θα πρέπει να αφορά και στους πεζούς καθώς και αυτοί, σε αρκετά μεγάλο ποσοστό, δεν δείχνουν να έχουν την κατάλληλη νοοτροπία κατά τη διάσχιση μιας διάβασης με αποτέλεσμα πολλές φορές να τη διασχίζουν με κόκκινη φάση σηματοδότησης πεζών κάτι το οποίο θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια τους.

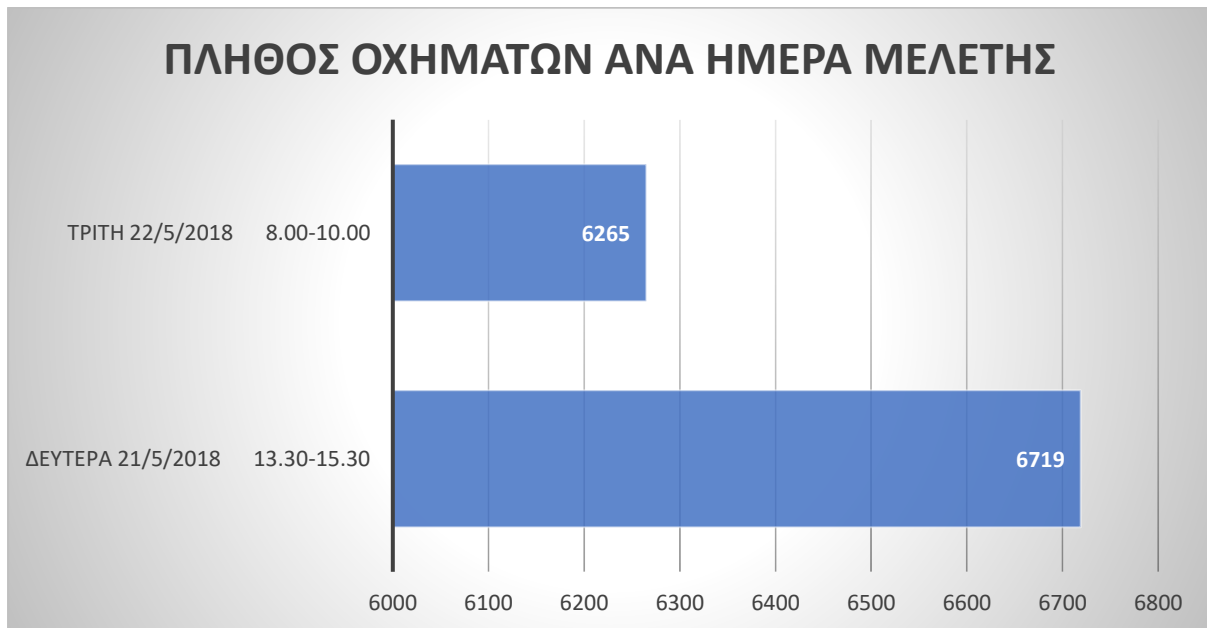
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στο τέταρτο κεφάλαιο παραθέτουμε βήμα-βήμα την διαδικασία που ολοκληρώσαμε για τον έλεγχο της κυκλοφοριακής λειτουργικότητας του κόμβου. Σε συνέχεια της συλλογής των απαραίτητων δεδομένων και μετά την εισαγωγή των μετρήσεων στο πρόγραμμα OFFICE EXCEL., παρουσιάζεται η επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τις μετρήσεις καθώς και η ανάλυσή τους για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

4.1 ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Η πρώτη πράξη της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η βιντεοσκόπηση του κόμβου Δημαρχείου, για 4 ώρες. Μετά από έρευνα, εντοπίστηκαν οι ώρες αιχμής της τυπικής καθημερινής ημέρας. Αρχικά, την Δευτέρα 21 Μαΐου 2018 από τις 13.00 έως τις 15.00 και την επόμενη ακριβώς ημέρα Τρίτη 22 Μαΐου 2018 από τις 8.30-10.30. Στη συνέχεια, μετά από παρακολούθηση των βίντεο, υπολογίσαμε τον όγκο κυκλοφορίας για κάθε πιθανή μετακίνηση μέσω του κόμβου. Επιπρόσθετα, παρατηρήσαμε το είδος των μετακινούμενων οχημάτων και εισήγαμε τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων μας στο πρόγραμμα OFFICE EXCEL.

Το πλήθος των οχημάτων που χρησιμοποίησαν τον κόμβο, τον οποίο μελετάμε, είναι παρόμοιο και για τις 2 ημέρες και αποδεικνύει ότι πρόκειται για έναν από τους σημαντικότερους κόμβους του πολεοδομικού συγκροτήματος. Η εύρυθμη λειτουργία του κόμβου δημαρχείου, αποτελεί κλειδί για την ομαλή διεξαγωγή των μετακινήσεων χιλιάδων πολιτών, με στόχο την υψηλή στάθμη εξυπηρέτησης των μεταφερόμενων. **Την Δευτέρα 21/5** στο δίκτυο που βιντεοσκοπήσαμε **6719 οχήματα** όλων των ειδών χρησιμοποίησαν έναν οδικό άξονα ο οποίος διέρχεται του κόμβου. Ο αντίστοιχος αριθμός για την επόμενη μέρα **Τρίτη 22/5** είναι **6265 οχήματα**.



Πίνακας 3.3 Όγκος οχημάτων κυκλοφορίας που διέρχονται του κόμβου, ανά ημέρα μελέτης.

Τα ρεύματα με τον μεγαλύτερο κυκλοφοριακό φόρτο, ανεξαρτήτου είδους οχήματος είναι το ρεύμα της οδού Δημητριάδος με κατεύθυνση τα Παλαιά Βόλου και το ρεύμα της διακλάδωσης της Γρ. Λαμπράκη με κατεύθυνση την οδό Ιάσωνος. Όπως βλέπουμε στους 2 παρακάτω πίνακες, τα παραπάνω αποτελέσματα επαληθεύονται και για τις 2 ημέρες μελέτης. Ο όγκος κυκλοφορίας για τα οχήματα που χρησιμοποιούν την οδό Δημητριάδος, και διασχίζουν τον κόμβο είναι ποσοστιαία ο ίδιος και για τις δύο μέρες 37%. Στην οδό Γρ. Λαμπράκη έχουμε πολύ μικρή διαφορά της μίας ποσοστιαίας μονάδας 27% - 28% .

Όσο αφορά τα υπόλοιπα ρεύματα κυκλοφορίας, που εμπλέκονται στις μετακινήσεις του κόμβου, παρατηρούμε ότι την πρώτη μέρα οι οδηγοί χρησιμοποιούν σε μεγάλο ποσοστό την κατεύθυνση 2, στροφή δεξιά από Δημητριάδος για 2ας Νοεμβρίου ενώ την δεύτερη μέρα υπάρχει μεγαλύτερος συγκριτικά όγκος κυκλοφορίας για το 8^ο ρεύμα κυκλοφορίας, δηλαδή την διακλάδωση δεξιά της οδού 2ας Νοεμβρίου με κατεύθυνση τα Παλαιά Βόλου και τον κυκλικό κόμβο Τελωνείου.

Το ποσοστό των οχημάτων που κατευθύνονται στον κόμβο Δημαρχείου μέσω της οδού 2ας Νοεμβρίου είναι σχεδόν ίδια και για τις 2 ημέρες μελέτης και ανέρχονται σε 11% - 12% , ενώ ο όγκος των οχημάτων που παραμένουν στην οδό Γρ. Λαμπράκη μετά την δεξιά διακλάδωση με κατεύθυνση είτε την 2ας Νοεμβρίου, είτε το κέντρο της πόλης μέσω δεξιάς στροφής είναι πολύ μικρός 1% -2%. Αντίστοιχα, το ποσοστό των οχημάτων που στρίβουν δεξιά από την οδό Δημητριάδος (ρεύμα κυκλοφορίας Νο 6) είναι αρκετά μικρό της τάξης

του 1%. Τα ποσοστά των ρευμάτων κυκλοφορίας με μικρότερο όγκο οχημάτων, επαληθεύονται, επίσης, και για τις 2 ημέρες μελέτης.



Πίνακας 3.4 Όγκος κυκλοφορίας ανά ρεύμα κυκλοφορίας. Δευτέρα 21/5/2018



Πίνακας 3.5 Όγκος κυκλοφορίας ανά ρεύμα κυκλοφορίας. Τρίτη 22/5/2018

Μέσω της παρακολούθησης της κυκλοφορίας του κόμβου που μελετάμε, καταλήξαμε σε αποτελέσματα τα οποία σχετίζονται με την κατανομή της συνολικής κυκλοφορίας ανά είδος οχήματος. Η χρήση του κόμβου γίνεται κυρίως από αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσης, σε ποσοστό 75%.

Τα δίκυκλα οχήματα έρχονται δεύτερα σε ποσοστά 20% ενώ τα φορτηγά και τα λεωφορεία καταλαμβάνουν πολύ μικρά ποσοστά της συνολικής κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα, τα λεωφορεία αποτελούν το 3% του συνολικού φόρτου, ενώ τα φορτηγά μόλις 2%. Μία πιθανή εξήγηση για τον αυξημένο αριθμό λεωφορείων σε σχέση με τον αριθμό των φορτηγών αυτοκινήτων, αποτελεί το γεγονός ότι ο κόμβος Δημαρχείου βρίσκεται στην διαδρομή που εκτελούν αρκετά αστικά λεωφορεία από το κέντρο της πόλης με κατάληξη τον τερματικό σταθμό τους. Επιπρόσθετα, τα τελευταία χρόνια τα μεγάλα βιομηχανικά οχήματα που εκτελούν τακτικά δρομολόγια μεταφέροντας υλικά για τα εργοστάσια της πόλης επιλέγουν την περιφερειακή οδό και όχι τις κεντρικές αρτηρίες.



Πίνακας 3.6 Κατανομή κυκλοφορίας ανά τύπο οχήματος

Στη συνέχεια, ελέγξαμε τα κυκλοφοριακά μεγέθη του κόμβου μέσα από την μέθοδο της Μ. Βρετανίας.

Η βρετανική μέθοδος στο πρώτο βήμα της εφαρμογής της, παρέχει τυπολόγιο για τον υπολογισμό της βέλτιστης περιόδου, η οποία δημιουργεί τις ελάχιστες δυνατές καθυστερήσεις. Την σχέση της βέλτιστης περιόδου, την οποία θα χρησιμοποιήσουμε παρακάτω στους υπολογισμούς μας, την βρήκε ο καθηγητής Webster. Στην πράξη έχει αποδειχθεί ότι αν χρησιμοποιηθεί μικρότερη ή μεγαλύτερη περίοδος, προκύπτει μεγαλύτερη συνολική καθυστέρηση στον κόμβο. Η αυξημένη όμως καθυστέρηση δεν είναι μεγάλη όταν η **περίοδος που εφαρμόζεται C** δεν διαφέρει ουσιαστικά από την **βέλτιστη περίοδο Co**. Συγκεκριμένα, η διαφορά στις καθυστερήσεις είναι της τάξης του 20% όταν :

$$0.75 C_o < C < 1.5 C_o$$

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να αποδειχθεί ότι η περίοδος και οι χρόνοι κάθε φάσης είναι εναρμονισμένοι με το πλήθος των οχημάτων που χρησιμοποιούν τον κόμβο. Παρ' όλα αυτά, οι μετρήσεις μας πραγματοποιήθηκαν τέλη Μάϊου, χρονική περίοδο κατά την οποία ο κυκλικός κόμβος στο Τελωνείο δεν είχε ολοκληρωθεί. Η δημιουργία του νέου κυκλικού κόμβου και η νέα ρύθμιση της κυκλοφορίας επηρεάζουν τον κυκλοφοριακό φόρτο του κόμβου που μελετήσαμε, καθώς όπως γνωρίζουμε οι παρεμβάσεις στις οδικές υποδομές αυξάνουν το ποσοστό των οδηγών που επιλέγουν τη συγκεκριμένη διαδρομή.

4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ – ΒΡΕΤΑΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

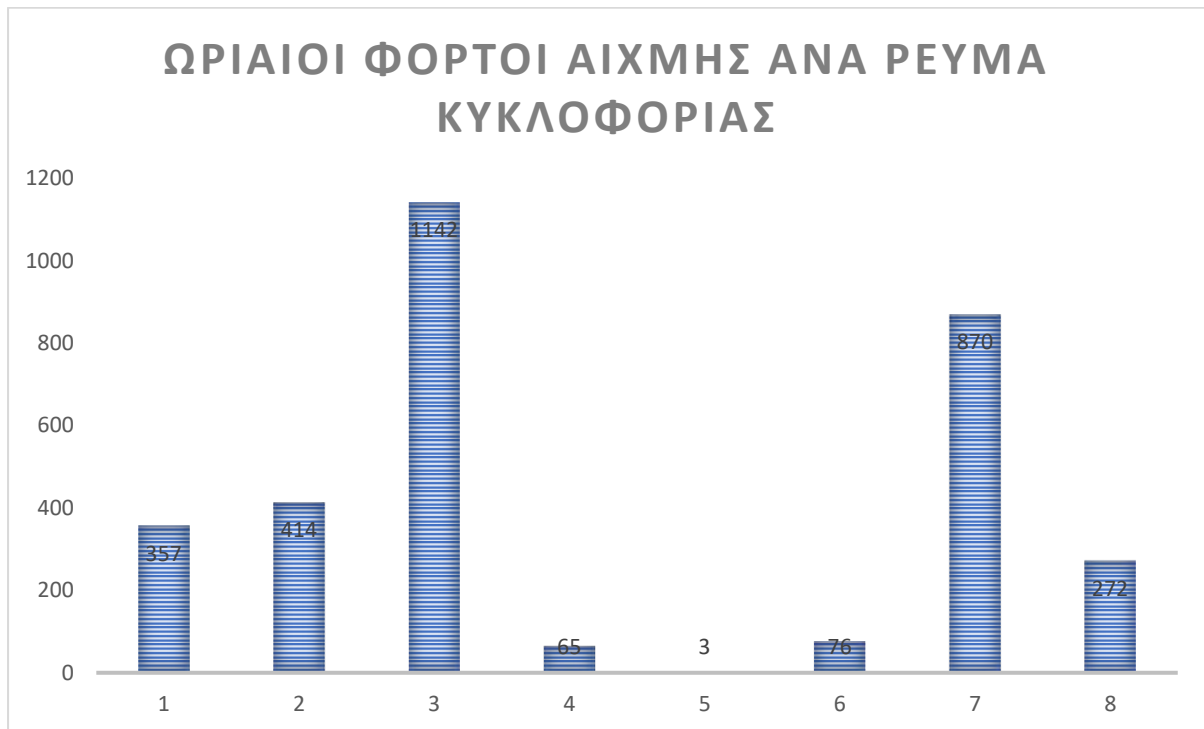
Ο υπολογισμός της σηματοδότησης ενός υφιστάμενου κόμβου περιλαμβάνει τα εξής:

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

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

Ο ισόπεδος σηματοδοτούμενος κόμβος Δημαρχείου, δεν έχει κάποια γνωστή μορφή και αυτό μας αναγκάζει να τον μελετήσουμε αναλυτικά, εστιάζοντας ξεχωριστά σε κάθε ρεύμα κυκλοφορίας. Η εύρεση του φόρτου αιχμής για κάθε ρεύμα κυκλοφορίας υπολογίστηκε μέσα από την εξής διαδικασία. Αρχικά, υπολογίσαμε τους κυκλοφοριακούς φόρτους ανά 15 λεπτά για το σύνολο των 4 ωρών που είχαμε στα βίντεο μας. Στη συνέχεια ο μέσος όρος των τιμών για κάθε 15', πολλαπλασιάστηκε χ4 για να καταλήξουμε στον ωριαίο φόρτο αιχμής. Η διαδικασία αυτή ακολουθήθηκε ξεχωριστά για τις 2 ημέρες μελέτης.

Στους υπολογισμούς μας θα χρησιμοποιήσουμε τους φόρτους αιχμής για την Δευτέρα 21.5.2018 οι οποίοι ήταν υψηλότεροι.



Πίνακας 3.7 Ωριαίοι φόρτοι κυκλοφορίας αιχμής ανά ρεύμα κυκλοφορίας.

- **Βήμα 1^ο**

Θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο Μ. Βρετανίας. Το έδαφος στην περιοχή του κόμβου είναι οριζόντιο, χωρίς να παρουσιάζει κλίσεις και η θέση του κόμβου μπορεί να χαρακτηριστεί «μέση».

Υπολογισμός βέλτιστης διάρκειας περιόδου.

Η σχέση που μας δίνει την βέλτιστη διάρκεια περιόδου είναι :

$$C_0 = \frac{1,5L + 5}{1 - (y_A + y_B + y_\Gamma)}$$

1α) Υπολογισμός των λόγων $y_i = V_i / S_i$ των διάφορων ρευμάτων

Επειδή η θέση της διασταύρωσης θεωρείται μέση (συντελεστής προσαρμογής 1.0), οι ροές κορεσμού S κάθε λωρίδας κυκλοφορίας υπολογίζονται σε ΜΕΑ σύμφωνα με την παρακάτω σχέση.

Η ροή κορεσμού s για λωρίδα κυκλοφορίας, όταν δεν υπάρχει αντίθετη κίνηση αριστερής στροφής, δίνεται σε ΜΕΑ από τη σχέση :

$$s = \frac{2080 - 140Fn - 42FgG + 100(w - 3.25)}{1 + 1.5\frac{P}{R}}$$

F_n : συντελεστής προσαρμογής για τη θέση της λωρίδας

$F_n=1$ για ακραία λωρίδα ή για μονές λωρίδες εισόδου

$F_n=0$ για τις υπόλοιπες λωρίδες

F_g : συντελεστής προσαρμογής για κλίση

$F_g= 1$ για ανωφέρεια

$F_g=0$ για κατωφέρεια

G : η κατά μήκος μέση κλίση του οδοστρώματος σε μήκος 60μ. από τη γραμμή στάσης

w : το πλάτος λωρίδας

P : η αναλογία των στρεφόντων οχημάτων (δεξιά και αριστερά)

R : η ακτίνα στροφής

Φάση Α

Ρεύμα οδού Δημητριάδος

Ακραία δεξιά λωρίδα (2)

$$F_n = 1$$

$$F_g = 0 \text{ (οριζόντιο έδαφος)}$$

$$W = 3.5\text{m}$$

$$P = 414 / 414 + 1142 = 0.27$$

$$R = 7\text{m}$$

$$S_2 = 1964 \text{ ΜΕΑ/ ώρα}$$

Κεντρική λωρίδα (3)

$$F_n = 0$$

$$F_g = 0 \text{ (οριζόντιο έδαφος)}$$

$$W = 3.5\text{m}$$

$$P = 0 \text{ (δεν υπάρχει στρέφουσα κίνηση)}$$

$$R = 0\text{m}$$

$$S_3 = 2105 \text{ ΜΕΑ/ ώρα}$$

Ακραία αριστερή λωρίδα (6)

$$F_n = 1$$

$$F_g = 0 \text{ (οριζόντιο έδαφος)}$$

$$W = 3.5\text{m}$$

$$P = 76 / 76 + 1142 = 0.062$$

$$R = 7\text{m}$$

$$S_6 = 1965 \text{ ΜΕΑ/ ώρα}$$

Συνολική ροή κορεσμού οδού Δημητριάδος :

$$S_{\text{ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΣ}} = 1965 + 2105 + 1965 = 6033$$

$$Y_{\text{ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΣ}} = 1632 / 6033 = 0.28$$

Ρεύμα οδού Γρ Λαμπράκη

Ακραία λωρίδα (7)

$$F_n = 1$$

$$F_g = 0 \text{ (οριζόντιο έδαφος)}$$

$$W = 3.5\text{m}$$

$$P = 0 \text{ (δεν υπάρχει στρέφουσα κίνηση)}$$

$$R = 0\text{m}$$

$$S_7 = 1965 \text{ ΜΕΑ/ ώρα}$$

Λωρίδα προς την νησίδα (7)

$$F_n = 0$$

Όλα τα λοιπά στοιχεία ίδια με ακραία λωρίδα

$$S_7 = 2105 \text{ ΜΕΑ/ ώρα}$$

Συνολική ροή κορεσμού οδού Γρ. Λαμπράκη προς Ιάσωνος :

$$S_7 = 2105 + 1965 = 4070$$

$$Y_7 = 870 / 4060 = 0.21$$

Άρα ο κρίσιμος λόγος για την φάση Α είναι $Y_7 = 0.28$.

Φάση Β

Ρεύμα 2ας Νοεμβρίου προς κόμβο (1)

Ακραία λωρίδα (8)

$$F_n = 1$$

$$F_g = 0 \text{ (οριζόντιο έδαφος)}$$

$$W = 3.0\text{m}$$

$$P = 272 / (272 + 357) = 0.43$$

$$R = 40\text{m}$$

$$S_1 = 1965 \text{ ΜΕΑ/ ώρα}$$

Λωρίδα προς την νησίδα (1)

$$F_n=0$$

$$F_g = 0 \text{ (οριζόντιο έδαφος)}$$

$$W= 2.0\text{m}$$

$$P =0 \text{ (δεν υπάρχει στρέφουσα κίνηση)}$$

$$R= 0\text{m}$$

$$S_2 = 2105 \text{ ΜΕΑ/ ώρα}$$

Συνολική ροή κορεσμού οδού 2^{ας} Νοεμβρίου προς κόμβο (2) :

$$S_2 = 2105 + 1965 = 4070$$

$$Y_2 = 357 + 257 / 4060 = 0.15$$

Φάση Γ

Ρεύμα Γρ. Λαμπράκη προς κόμβο

Λωρίδα προς νησίδα (4)

$$F_n=0$$

$$F_g = 0 \text{ (οριζόντιο έδαφος)}$$

$$W= 2.0 \text{ m}$$

$$P =1 \text{ (όλο το ρεύμα είναι στρέφον)}$$

R= 0m

$$S_4 = 2105 \text{ ΜΕΑ/ ώρα}$$

Η λωρίδα (5) έχει πολύ μικρούς φόρτους (3 οχήματα/ ώρα) και γι' αυτόν τον λόγο δεν συμπεριλήφθηκε στους υπολογισμούς μας. Όσα οχήματα επιθυμούν την αριστερή στροφή με κατεύθυνση την οδό 2ας Νοεμβρίου οφείλουν να βρίσκονται στην λωρίδα κυκλοφορίας προς την νησίδα στην οδό Γρ. Λαμπράκη, στο ύψος του σηματοδότη.

Συνολική ροή κορεσμού οδού Γρ. Λαμπράκη προς κόμβο/ 2^{ας} Νοεμβρίου (4) :

$$S_4 = 1955 \text{ ΜΕΑ/ώρα}$$

$$Y_4 = 65/1955 = 0.03$$

- **Άρα** $Y = 0.03 + 0.15 + 0.28 = 0.46$

Υπολογισμός απολυμένων χρόνων

Ο συνολικός απολυμένος χρόνος θα υπολογιστεί από την σχέση που έχουμε στην Βρετανική μεθοδολογία :

$$L = \Sigma (I - \alpha) + \Sigma I$$

Λαμβάνεται $I = 1.5 \text{ δλ. ανά φάση}$ (σύνολο απολυμένων χρόνων στην αρχή και στο τέλος κάθε φάσης)

$\alpha = 3.0 \text{ δλ. χρόνος κίτρινης ένδειξης}$

I ενδιάμεσοι χρόνοι ασφαλείας μεταξύ πράσινων ενδείξεων

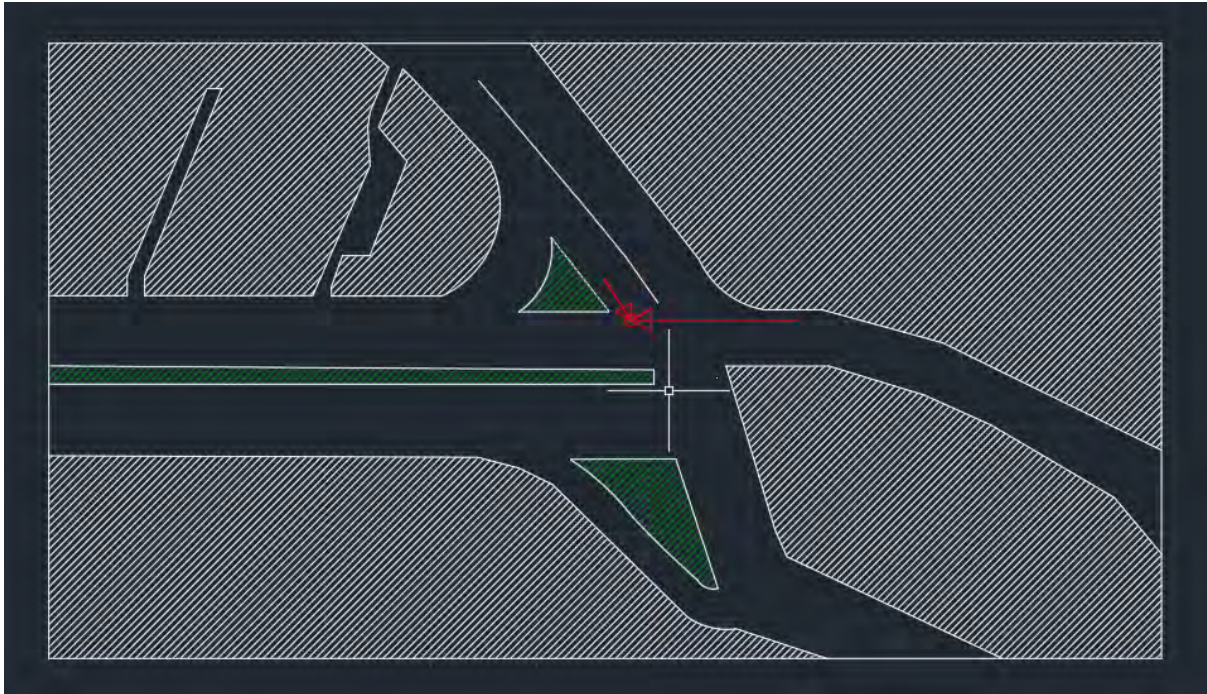
- Υπολογισμός ενδιάμεσων χρόνων I οχημάτων

A1) Μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} φάσης

Λαμβάνεται στους υπολογισμούς μας ως δυσμενέστερη περίπτωση σύγκρουσης το σημείο με την μέγιστη διαδρομή εκκένωσης οχήματος της 1^{ης} φάσης και την ελάχιστη διαδρομή εκκίνησης οχήματος της 2^{ης} φάσης.

Η ταχύτητα οχήματος στην περίπτωση εκκένωσης λαμβάνεται ίση με 7m/s, ενώ στην περίπτωση εκκίνησης ίση με 11m/s.

Το δυσμενέστερο σημείο σύγκρουσης ανάμεσα στην 1^η και την 2^η φάση φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 4.1 Δυσμενέστερο σημείο σύγκρουσης 1^{ης} – 2^{ης} φάσης.

$$I_{12} = tr_1 - te_2 + K + \alpha_1$$

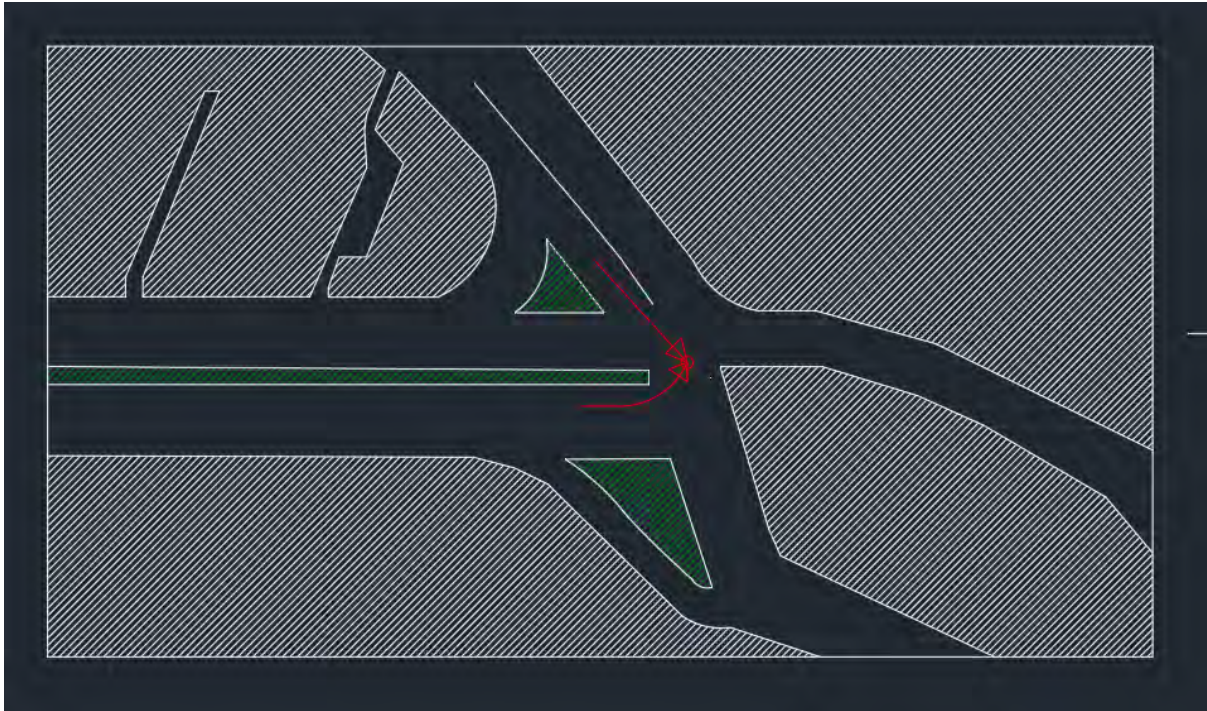
$K = 1$ δλ. και $\alpha_1 = 3$ δλ. (χρησιμοποιείται ολόκληρη η κίτρινη ένδειξη)

$$tr_1 = Sr_1 / 7 = 13 / 7 = 1.86 \text{ δλ.}$$

$$te_2 = Sr_2 / 11 = 5 / 11 = 0.45 \text{ δλ.}$$

$$I_{12} = 1.86 - 0.45 + 1 + 3 = 5.41 \text{ δλ.}$$

A2) Μεταξύ 2^{ης} και 3^{ης} φάσης



Εικόνα 4.2 Δυσμενέστερο σημείο σύγκρουσης 2^{ης} – 3^{ης} φάσης.

$$l_{23} = tr_2 - te_3 + K + \alpha_1$$

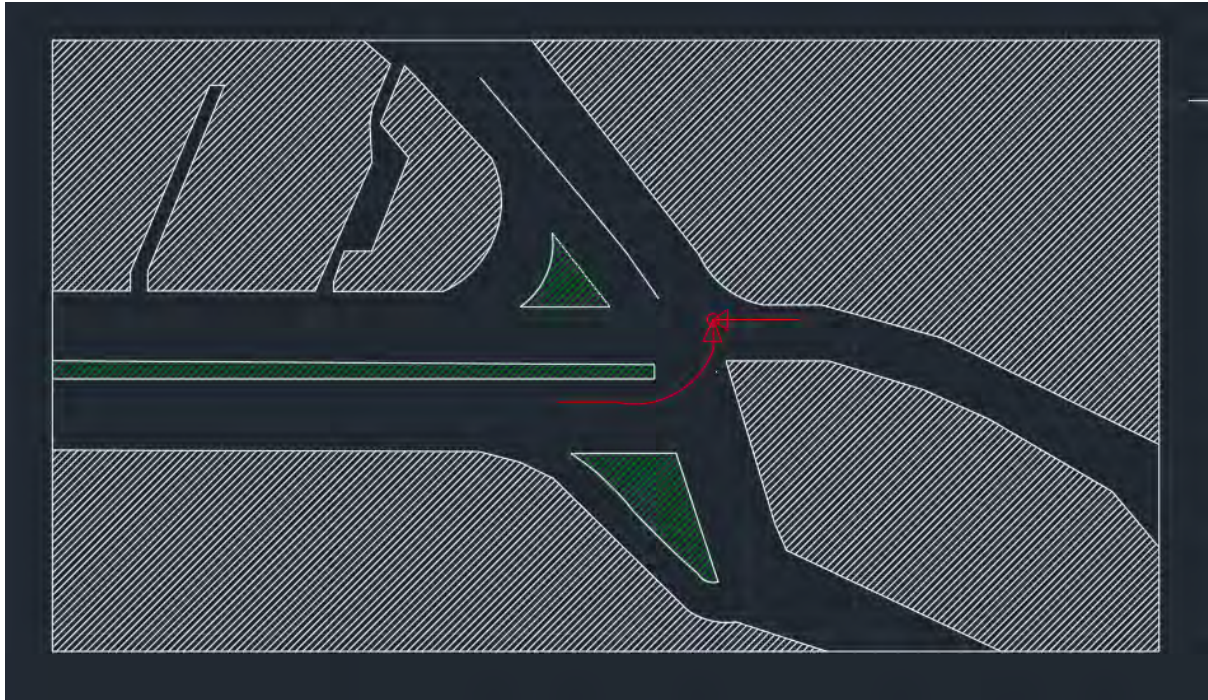
$K = 1$ δλ. και $\alpha_1 = 3$ δλ. (χρησιμοποιείται ολόκληρη η κίτρινη ένδειξη)

$$Tr_2 = Sr_2 / 7 = 14 / 7 = 2.00 \text{ δλ.}$$

$$Te_3 = Sr_3 / 11 = 7 / 11 = 0.64 \text{ δλ.}$$

$$l_{23} = 2.00 - 0.64 + 1 + 3 = 5.36 \text{ δλ.}$$

A3) Μεταξύ 3^{ης} και 1^{ης} φάσης



Εικόνα 4.3 Δυσμενέστερο σημείο σύγκρουσης 3^{ης} – 1^{ης} φάσης.

$$I_{31} = tr_3 - te_1 + K + \alpha_1$$

$K = 1$ δλ. και $\alpha_1 = 3$ δλ. (χρησιμοποιείται ολόκληρη η κίτρινη ένδειξη)

$$Tr_3 = Sr_3 / 7 = 14 / 7 = 3.00 \text{ δλ.}$$

$$Te_3 = Sr_3 / 11 = 6 / 11 = 0.55 \text{ δλ.}$$

$$I_{23} = 3.00 - 0.55 + 1 + 3 = 6.45 \text{ δλ.}$$

Οι παραπάνω χρόνοι στρογγυλοποιούνται σε $I_{12} = 5.5$ δλ. , $I_{23} = 5.5$ δλ. και $I_{31} = 6.5$ δλ.

Οι τιμές των ενδιάμεσων χρόνων ασφαλείας I στρογγυλοποιούνται συχνότερα προς τα άνω για μεγαλύτερη ασφάλεια.

Συνολικός χαμένος χρόνος :

$$L = (5.5 - 3) + (5.5 - 3) + (6.45 - 3) + 3 * 1.5 = 13 \text{ δλ.}$$

Συνεπώς, με αντικατάσταση στον αρχικό τύπο της βρετανικής μεθοδολογίας για την βέλτιστη διάρκεια περιόδου έχω :

$$C_o = \frac{1.5 * 13 + 5}{1 - (0.03 + 0.15 + 0.27)} = 47 \text{ δλ.}$$

Συνηθίζεται στους αστικούς κόμβους, να χρησιμοποιούνται τυποποιημένοι χρόνοι περιόδου, οι οποίοι έχουν υπολογιστεί για εφαρμογή εντός πόλεως και ελαχιστοποιούν τους χρόνους αναμονής. Μία τέτοια περίπτωση, η οποία βρίσκει εκτεταμένη εφαρμογή στον πόλη του Βόλου είναι η εφαρμογή σηματοδότησης με περίοδο 75 sec.

Όπως επισημάναμε, η βρετανική μέθοδος έχει εύρος χρήσης του αποτελέσματος του βέλτιστου χρόνου περιόδου έως και 1.5 φάρα μεγαλύτερη από το αποτέλεσμα της εξίσωσης C_o . Συνεπώς, η υφιστάμενη περίοδος του κόμβου Δημαρχείου μας υπερκαλύπτει και θα την χρησιμοποιήσουμε στους υπόλοιπους υπολογισμούς μας.

$$C_o = 75 \text{ δλ.}$$

- **Βήμα 2^ο**

Υπολογισμός χρόνων πράσινης-κόκκινης ένδειξης για κάθε φάση

Υπολογισμός Χρησιμοποιούμενου Χρόνου Πρασίνου (ΧΧΠ)

Ο συνολικός χρησιμοποιούμενος χρόνος πράσινης ένδειξης δίνεται από την σχέση :

$$g = C_o - L = 70 - 13 = 57 \text{ δλ.}$$

Κατανέμεται στις τρεις φάσεις ανάλογα με τον λόγο γ_i / Y της καθεμίας :

$$g_1 = g * \gamma_1 / Y = 57 * 0.27 / 0.46 = 34.47 \text{ δλ.}$$

$$g_2 = g * \gamma_2 / Y = 57 * 0.15 / 0.46 = 18.58 \text{ δλ.}$$

$$g_3 = g * \gamma_3 / Y = 57 * 0.03 / 0.46 = 8.71 \text{ δλ.}$$

Υπολογισμός Πραγματικού Χρόνου Πρασίνου (ΠΧΠ)

$$K_1 = g_1 + I - \alpha = 34.47 + 1.5 - 3 = 32.97 \text{ δλ.}$$

$$K_2 = g_2 + I - \alpha = 18.58 + 1.5 - 3 = 17.08 \text{ δλ.}$$

$$K_3 = g_3 + I - \alpha = 8.71 + 1.5 - 3 = 7.01 \text{ δλ.}$$

Οι ενδείξεις στους σηματοδότες στρογγυλοποιούνται σε ακέραια δευτερόλεπτα :

$$K_1 = 33 \text{ δλ.}$$

$$K_2 = 18 \text{ δλ.}$$

$$K_3 = 7 \text{ δλ.}$$

Τα αποτελέσματα μας ανταποκρίνονται και στην υφιστάμενη λειτουργία σηματοδότησης του κόμβου.

Πρόγραμμα σηματοδότησης

Για $t=0$ έχω την αρχή της 1^{ης} φάσης, τότε η πράσινη ένδειξη της φάσης τελειώνει στα 33 δλ. Η πράσινη ένδειξη της 2^{ης} φάσης θα ξεκινάει στα 33δλ. + $I_1 = 33 + 5.5 = 38.5$ δλ. και τελειώνει στα $38.5 + 18 = 56.5$ δλ.

Η πράσινη ένδειξη της 3^{ης} φάσης θα ξεκινάει στα $56.5 + I_2 = 56.5 + 5.5 = 62$ δλ και θα τελειώνει στα $62 + 7$ δλ = 69 δλ.

Η πράσινη ένδειξη της επόμενης 1^{ης} φάσης θα αρχίσει στα $69 + I_3 = 69 + 5.5$ δλ. = 75, δηλαδή λίγο αργότερα από τη διάρκεια της περιόδου που εφαρμόσαμε στους υπολογισμούς μας.

$$C = 75 \text{ δλ.}$$

		Πράσινο (δλ.)		
No Σηματοδότη	Αρχή	Τέλος	Διάρκεια	
2, 3, 6, 7	0	33		33
1, 8	38.5	56.5		18
4, 5	62	69		7

- **Βήμα 3^ο**

Υπολογισμός μέσων καθυστερήσεων ανά όχημα και στάθμης εξυπηρέτησης για κάθε ρεύμα κυκλοφορίας.

Οι υπολογισμοί μας θα γίνουν με εφαρμογή της σχέσης για μέσες καθυστερήσεις της μεθοδολογίας Μ. Βρετανίας.

$$d = \frac{(C * f_1 + \frac{f_2}{v})(100 - f_3)}{100}$$

Οι τιμές των F1, F2, F3 δίνονται από τους πίνακες τους οποίους βρίσκουμε στο βιβλίο (Φραντζεσκάκης, Γκόλιας, Πιτσιάβα-Λατινοπούλου «ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ» Αθήνα 2009) συναρτήσεως των μεγεθών g/C, X=v/c=Cv/gs και M=vC.

1^η φάση

Οδός Δημητριάδος : S_{Δημητριάδος} = 6033 ΜΕΑ/ώρα,

v_{Δημητριάδος} = 1632 ΜΕΑ/ώρα = 0,453 ΜΕΑ/ δλ.

g₁ / C = 34.47 / 75 = 0.466

X₁ = C v₁ / g₁ S_{Δημητριάδος} = 75 * 1632 / 34.47 * 6033 = 0.585

M₁ = v₁ C = 0.453 * 75 = 33.75 ΜΕΑ φτάνουν σε μία περίοδο

F₁ = 0.204

F₂ = 0.640

F₃ = 4

Η μέση καθυστέρηση ανά ΜΕΑ προκύπτει :

$$d_{\text{Δημητριάδος}} = 15.85 \text{ δλ/ ΜΕΑ}$$

Στάθμη εξυπηρέτησης B, σύμφωνα με τον πίνακα 4.1

Στάθμη Εξυπηρέτησης	Μέση καθυστέρηση στάσης/ όχημα (δλ.)	Ενδεικτικός λόγος v/c
A	Έως 10	Έως 0.60
B	>10-20	0.61-0.70
C	>20-35	0.71-0.80
D	>35-56	0.81-0.90
E	>56-80	0.91-1.00
F	>80	Μεταβλητό

Πίνακας 4.1 Κριτήρια στάθμης εξυπηρέτησης για σηματοδοτούμενους κόμβους.

Οδός Γρ. Λαμπράκη προς Ιάσωνος : $S_7 = 4070$ ΜΕΑ/ώρα,

$v_7 = 870$ ΜΕΑ/ ώρα = 0,24 ΜΕΑ/δλ.

$g_1 / C = 34.47 / 75 = 0.466$

$X_7 = C v_7 / g_7 S_7 = 75 * 870 / 34.47 * 4070 = 0.462$

$M_7 = v_7 C = 0.24 * 75 = 17.88$ ΜΕΑ φτάνουν σε μία περίοδο

$F_1 = 0.189$

$F_2 = 0.196$

$F_3 = 3$

Η μέση καθυστέρηση ανά ΜΕΑ προκύπτει :

$$d_7 = 14.45 \text{ δλ/ ΜΕΑ}$$

Στάθμη εξυπηρέτησης B

Φάση Β

Οδός 2ας Νοεμβρίου προς κόμβο (1):

$$S_1 = 4070 \text{ ΜΕΑ/ώρα,}$$

$$v_1 = 614 \text{ ΜΕΑ/ώρα} = 0,17 \text{ ΜΕΑ/δλ.}$$

$$g_2 / C = 18.58 / 75 = 0.25$$

$$X_1 = C v_1 / g_2 S_1 = 75 * 614 / 18.58 * 4070 = 0.605$$

$$M_1 = v_1 C = 0.17 * 75 = 12.66 \text{ ΜΕΑ φτάνουν σε μία περίοδο}$$

$$F_1 = 0.332$$

$$F_2 = 0.450$$

$$F_3 = 7$$

Η μέση καθυστέρηση ανά ΜΕΑ προκύπτει :

$$\mathbf{d_1 = 15.56 \text{ δλ/ ΜΕΑ}}$$

Στάθμη εξυπηρέτησης Β

Φάση Γ

Οδός Γρ. Λαμπράκη προς 2ας Νοεμβρίου (4):

$$S_4 = 1955 \text{ ΜΕΑ/ώρα,}$$

$$v_1 = 65 \text{ ΜΕΑ/ώρα} = 0,018 \text{ ΜΕΑ/δλ.}$$

$$g_2 / C = 8.71 / 75 = 0.12$$

$$X_1 = C v_1 / g_2 S_1 = 75 * 65 / 8.71 * 1955 = 0.284$$

$$M_1 = v_1 C = 0.018 * 74.5 = 1.35 \text{ ΜΕΑ φτάνουν σε μία περίοδο}$$

$$F_1 = 0.418$$

$$F_2 = 0.054$$

$$F_3 = 2$$

Η μέση καθυστέρηση ανά ΜΕΑ προκύπτει :

$$d_4 = 33.46 \text{ δλ/ ΜΕΑ}$$

Στάθμη εξυπηρέτησης C

Η στάθμη εξυπηρέτησης του κόμβου συνολικά προκύπτει επιπέδου B, και πρόκειται για ένα επιθυμητό επίπεδο λειτουργίας.

- **Βήμα 4^ο**

Υπολογισμός περίσσειας κυκλοφοριακής ικανότητας

Στην περίπτωση μας, στην οποία υπολογίσαμε την χρονική διάρκεια της περιόδου με βάση τις ελάχιστες μέσες καθυστερήσεις των οχημάτων που χρησιμοποιούν τον κόμβο, έχει βρεθεί από προηγούμενες μελέτες, ότι πάντα δημιουργείται περίσσεια κυκλοφοριακής ικανότητας. Η περίσσεια κυκλοφοριακής ικανότητας, δημιουργείται επειδή οι υπολογισμοί μας δεν πραγματοποιούνται με βάση την πλήρη χρησιμοποίηση της κάθε λωρίδας. Με τον τρόπο αυτό, η μελέτη προοικονομεί την ασφαλή λειτουργία του κόμβου σε εξαιρετικά σπάνιες περιπτώσεις. Οι περιπτώσεις αυτές, έχουν να κάνουν με υψηλές τιμές φόρτου, πέρα δηλαδή από τις τυπικές ωριαίες, που παρουσιάζονται κάθε ημέρα.

Επιπρόσθετα, η αύξηση της διάρκειας της περιόδου έως ένα μέγιστο συνεπάγεται την αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας του κόμβου. Σε περίπτωση, που η λειτουργία του κόμβου δεν εξασφαλίζεται ακόμη και με την αύξηση της διάρκειας περιόδου στην μέγιστη επιτρεπτή τιμή της, θα πρέπει να εξεταστούν διαφορετικές λύσεις μέσα σε ένα ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο.

Προκειμένου να υπολογιστούν τα συνολικά περιθώρια κυκλοφοριακής ικανότητας που υπάρχουν σε έναν ισόπεδο σηματοδοτούμενο κόμβο, οι μελετητές υπολογίζουν την περίσσεια κυκλοφοριακής ικανότητας με κάποιες παραδοχές. Οι παραδοχές αυτές είναι:

- Πρακτική κυκλοφοριακή ικανότητα, ίση με το 90% της ροής κορεσμού
- Μέγιστη χρονική διάρκεια περιόδου 120δλ.

Υπολογίζω τις μέγιστες ροές που μπορούν να εξυπηρετηθούν σε κάθε φάση, αν η διάρκεια περιόδου αυξηθεί στην μέγιστη τιμή της 120δλ.. Οι απολυμένοι χρόνοι ανά φάση δεν αλλάζουν, οπότε :

$$\Sigma g = 120 - 13 = 107 \delta\lambda.$$

Κατανέμεται στις τρεις φάσεις ανάλογα με τον λόγο g_i / Y της καθεμίας :

$$g_1 = \Sigma g * y_1 / Y = 107 * 0.27 / 0.46 = 62.8 \delta\lambda.$$

$$g_2 = \Sigma g * y_2 / Y = 107 * 0.15 / 0.46 = 34.9 \delta\lambda.$$

$$g_3 = \Sigma g * y_3 / Y = 107 * 0.03 / 0.46 = 7 \delta\lambda.$$

Με τους χρόνους αυτούς υπολογίζονται για κάθε ρεύμα κυκλοφορίας οι μέγιστες ροές που μπορούν να εξυπηρετηθούν.

$$c = sg / C$$

Λαμβάνεται ως «πρακτική κυκλοφοριακή ικανότητα» που μπορεί να εξυπηρετηθεί με λογικές τιμές καθυστερήσεων, ποσοστό 90% της μέγιστης ροής κορεσμού.

$$\text{Οδός Δημητριάδος : } \max c_1 = 0.90 * 62.8 * 6033 / 120 = 2842 \text{ ΜΕΑ/ώρα}$$

$$\text{Οδός 2ας Νοεμβρίου προς κόμβο : } \max c_2 = 0.90 * 34.9 * 4070 / 120 = 1066 \text{ ΜΕΑ/ώρα}$$

$$\text{Οδός Γρ. Λαμπράκη προς 2ας Νοεμβρίου : } \max c_3 = 0.90 * 7 * 1955 / 120 = 103 \text{ ΜΕΑ/ώρα}$$

Υπολογίζονται τα περιθώρια μεταξύ φόρτου v και της μέγιστης κυκλοφοριακής ικανότητας $\max c$, και διαιρούνται με τον φόρτο, ώστε να προκύψουν τα ποσοστά περίσσειας ικανότητας :

$$\text{Οδός Δημητριάδος : } 2842 - 1632 / 1632 = 74\%$$

$$\text{Οδός 2ας Νοεμβρίου προς κόμβο : } 1066 - 614 / 614 = 74\%$$

$$\text{Οδός Γρ. Λαμπράκη προς 2ας Νοεμβρίου : } 103 - 65 / 65 = 58\%$$

Ως περίσσεια ικανότητας της όλης διασταύρωσης λαμβάνεται το μικρότερο ποσοστό από τα προηγούμενα, δηλαδή 58%

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Με τα αποτελέσματα των μετρήσεων/ υπολογισμών που προηγήθηκαν καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο σηματοδοτούμενος κόμβος Δημαρχείου Βόλου λειτουργεί σε ικανοποιητικά επίπεδα εξυπηρέτησης. Παρ' όλα αυτά, οι καθυστερήσεις των οχημάτων και των πεζών που διασχίζουν τις διαβάσεις θα μπορούσαν να μειωθούν περαιτέρω με την κατασκευή του κυκλικού κόμβου, η μελέτη της οποίας έχει ήδη ολοκληρωθεί από τις τεχνικές υπηρεσίες της Περιφέρειας Θεσσαλίας.

Η μετατροπή του σηματοδοτούμενου κόμβου Δημαρχείου Βόλου σε κυκλικό κόμβο, αποτελεί ένα σημαντικό συγκοινωνιακό έργο για τους πολίτες και τους επισκέπτες του Βόλου και εκτός των άλλων, θα αυξήσει και την ασφάλεια των μετακινούμενων.

Η μελέτη της κυκλοφοριακής ικανότητας στον κόμβο, έδειξε πως η λειτουργία πραγματοποιείται σε ικανοποιητικά επίπεδα εξυπηρέτησης. Επίπεδα εξυπηρέτησης B-C.

Τα χαρακτηριστικά των σύγχρονων ισόπεδων κυκλικών κόμβων πλεονεκτούν σημαντικά σε πολλά σημεία σε σχέση με άλλες ισόπεδες διαμορφώσεις, ιδιαίτερα σε επίπεδο ασφάλειας, αλλά και στη λειτουργικότητα, την κυκλοφοριακή ικανότητα και την εξυπηρέτηση που προσφέρουν στην κυκλοφορία με σαφώς μικρότερες χρονικές καθυστερήσεις των οχημάτων στις προσβάσεις.

Επιπρόσθετα, δεν πρέπει να υποτιμώνται τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και της εκπεμπόμενης ποσότητας καυσαερίων, σε μία εποχή που το κόστος των υγρών καυσίμων βαίνει αυξανόμενο, ενώ οι διεθνείς συμβάσεις επιβάλλουν όλο και χαμηλότερα όρια εκπομπής αερίων ρύπων.

Σε συνέχεια ενός ευρύτερου αστικού συγκοινωνιακού σχεδίου, εκπονείται η κατασκευή κυκλικών κόμβων σε κεντρικούς κόμβους της πόλης. Το ίδιο πρόκειται να συμβεί στο επόμενο χρονικό διάστημα και στην κόμβο Δημαρχείου.

- ▶ Μια μελλοντική χρήσιμη έρευνα θα αποτελούσε ο υπολογισμός των βασικών κυκλοφοριακών μεγεθών αλλά και τα επίπεδα ασφάλειας και εξυπηρέτησης μετά την κατασκευή του κυκλικού κόμβου και η σύγκριση αυτών με τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στην συνέχεια, με την συμπλήρωση ερωτηματολογίων θα ήταν δυνατό να μελετηθεί η αποδοχή των χρηστών του κόμβου στην νέα κυκλοφοριακή κατάσταση.



Εικόνα 5.1 Μελλοντικός σχεδιασμός κυκλικού κόμβου Δημαρχείου.

5.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ

Σύγχρονοι Ισόπεδοι Κυκλικοί Κόμβοι ή απλά Κυκλικοί Κόμβοι (Modern Roundabouts or Roundabouts): Ορίζονται οι κόμβοι που έχουν κυκλική κεντρική νησίδα, η κίνηση της κυκλοφορίας πραγματοποιείται υποχρεωτικά περιμετρικά της νησίδας αυτής σε μία ή περισσότερες λωρίδες και η έξοδος από τον κυκλικό δακτύλιο πραγματοποιείται προς τα δεξιά. Διαθέτουν πλήρη διοχετευτική διαρρύθμιση (κατευθυντήριες νησίδες, επιφάνειες αποκλεισμού κ.λπ.), σήμανση και σχετική διαμήκη και εγκάρσια διαγράμμιση, καθοδηγώντας τις εισερχόμενες ροές κυκλοφορίας με σαφήνεια προς τη σωστή κατεύθυνση, ώστε να διασχίσουν και να εξέλθουν με ασφάλεια από τον κόμβο. Προτεραιότητα στους κυκλικούς κόμβους έχει η κυκλοφορία εντός του κόμβου, η οποία ακολουθεί την κυκλική διαδρομή αυτού, ενώ οι οδηγοί των εισερχόμενων οχημάτων υποχρεώνονται με ανάλογη σήμανση (πινακίδες P-1 (υποχρεωτικής παραχώρησης προτεραιότητας) ή/και P-2 (STOP – υποχρεωτικής διακοπής πορείας)) να παραχωρούν προτεραιότητα στην εντός του κόμβου κυκλική κίνηση. Ο γεωμετρικός σχεδιασμός αυτού του είδους των κόμβων πραγματοποιείται κατά τρόπο κατάλληλο ώστε η λειτουργική ταχύτητα του κόμβου να μην υπερβαίνει τα 50 km/h – 60km/h (NCHRP & FHWA, 2010 & The Highways Agency et al., 2007).

Είναι γεγονός πως ο σηματοδοτούμενος ισόπεδος κόμβος, μπροστά στο Δημαρχείο Βόλου λειτουργεί σε ικανοποιητικά επίπεδα εξυπηρέτησης. Πάραυτα η μετατροπή του σε κυκλικό κόμβο θα μειώσει σημαντικά τις καθυστερήσεις, ιδιαίτερα σε περιόδους μη αιχμής.

Τα **πλεονεκτήματα** που έχουν εντοπιστεί όσον αφορά την χρήση και λειτουργία **κυκλικού κόμβου**, έναντι της ισόπεδης σηματοδοτούμενης διασταύρωσης είναι :

- Οι πεζοί χρειάζεται να ελέγξουν μόνο μία κατεύθυνση επερχόμενης κυκλοφορίας κάθε φορά
- Οι ποδηλάτες έχουν την επιλογή να χρησιμοποιήσουν τον κόμβο κυκλικής κίνησης όπως οι πεζοί
- Οδική Ασφάλεια
- Μείωση σοβαρότητας συγκρούσεων. Οι χρήστες του κυκλικού κόμβου έχουν ασφαλέστερη συγχώνευση στην κυκλική κυκλοφορία και μικρότερες ταχύτητες.

Συνεπώς διαθέτουν περισσότερο χρόνο, ώστε να αναγνωρίσουν τις συνθήκες και να διορθώσουν τα σφάλματά τους ή ακόμα και να αντιμετωπίσουν τα σφάλματα άλλων χρηστών

- Λιγότερα συνολικά σημεία εμπλοκής και εξάλειψη εμπλοκών αριστερής στροφής
- Ενδέχεται να παρουσιάζονται μικρότερες καθυστερήσεις και ουρές από άλλες μορφές ρύθμισης της κυκλοφορίας, σε διασταύρωση
- Μειωμένες ταχύτητες κυκλοφορίας
- Ωφέλιμη διάταξη σε μεταβατικές περιοχές (από υπεραστική σε αστική), που δίνει έμμεσα την εντύπωση σημαντικής αλλαγής στο περιβάλλον οδήγησης
- Καλύτερη δυνατότητα για εξυπηρέτηση χώρων στάθμευσης, πλατύτερα πεζοδρόμια, μεγαλύτερη έκταση φύτευσης πρασίνου, πλατύτερες εξωτερικές λωρίδες, ώστε να περιλαμβάνονται και ποδηλατοδρόμοι στις προσβάσεις

Είναι γεγονός πως στην Ελλάδα η ύπαρξη κυκλικών κόμβων είναι περιορισμένη με εξαίρεση κάποιες παρωχημένες κυκλικές διαμορφώσεις κυρίως στο πλαίσιο του αστικού ιστού, που όμως διαφέρουν σημαντικά τόσο κατασκευαστικά όσο και λειτουργικά από έναν κυκλικό κόμβο με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά στοιχεία, με κύριο την παραχώρηση προτεραιότητας στην κυκλοφορία της κυκλικής οδού. Στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας προτιμώνται συχνά λύσεις διαχείρισης της κυκλοφορίας σε διασταυρώσεις οδών είτε με σήμανση είτε με φωτεινή σηματοδότηση, οι οποίες αφενός δεν παρέχουν το βαθμό ασφάλειας ενός σύγχρονου ισόπεδου κυκλικού κόμβου και αφετέρου συχνά κοστίζουν σημαντικά περισσότερο τόσο όσον αφορά στην κατασκευή – εγκατάσταση όσο και στη συντήρησή τους.

Στη Διπλωματική Εργασία καταβάλλεται μία προσπάθεια να καταστούν σαφή τα χαρακτηριστικά των σύγχρονων ισόπεδων κυκλικών κόμβων και πόσο οι τελευταίοι πλεονεκτούν σημαντικά σε πολλά σημεία σε σχέση με άλλες ισόπεδες διαμορφώσεις, ιδιαίτερα σε επίπεδο ασφάλειας, αλλά και στη λειτουργικότητα, την κυκλοφοριακή ικανότητα και την εξυπηρέτηση που προσφέρουν στην κυκλοφορία με σαφώς μικρότερες χρονικές καθυστερήσεις των οχημάτων στις προσβάσεις. Επιπρόσθετα, δεν πρέπει να υποτιμώνται τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ι. Μ. Φραντζεσκάκης, Μ. Χ. Πιτσιάβα – Λατινοπούλου, Δ. Α. ΤΣΑΜΠΟΥΛΑΣ,
“ΔΙΑΧΕΙΡΙΣ. Η ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ”
- [2] Ι. Μ. Φραντζεσκάκης, Ι. Κ. Γκόλιας, “ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ”.
- [3] Πρακτικά “3^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ”.
- [4] Ι. Μ. Φραντζεσκάκης, Γ. Α. Γιαννόπουλος, “ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ” (Τόμος 1).
- [5] Ν. Ε. Ηλιού, Σημειώσεις “ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΔΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ Η/Υ”, Παράρτημα Ι
“Μελέτη Σήμανσης και Σηματοδότησης Οδών”, “Μελέτη Ασφάλισης Οδών”, Παράρτημα ΙΙ
“Οδηγίες Μελέτης Ισόπεδων και Ανισόπεδων Κόμβων”
- [6] Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία
- [7] Insurance Institute for Highway Safety – IIHS
- [8] Wisconsin Department of Transportation, 2008
- [9] [Mohamed Essa Tarek Sayed](#): *Traffic conflict models to evaluate the safety of signalized intersections at the cycle level*. 2018
- [10] [Sharad Gokhale](#): *Impacts of traffic-flows on vehicular-exhaust emissions at traffic junctions*. 2012

