

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚ. ΥΠΟΔΟΜΗΣ  
ΕΠΟΠΤΗΣ: Ι. ΓΚΟΛΙΑΣ ΑΝΑΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΑΣΤΡΟΦΩΝ  
ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ  
ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΣΤΡΟΦΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΑΓΓΕΛΙΔΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ  
ΑΓΡΟΓΙΑΝΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΛΙΟΣ 1997

*Η εργασία αυτή αφιερώνεται στις οικογένειές μας που μας συμπαραστάθηκαν και μας στήριξαν με κάθε μέσο όποτε χρειάστηκε*

Θεωρούμε υποχρέωσή μας να ευχαριστήσουμε θερμά τον αναπληρωτή καθηγητή του ΕΜΠ κύριο Ι. Γκόλια, ο οποίος, με τις υποδείξεις του και τις συμβουλές του, μας στήριξε σε όλα τα στάδια της διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον πολιτικό μηχανικό Βασίλειο Αιγίδη για την βοήθειά του στην χρήση των ΗΝΥ και σε λοιπά θέματα πληροφορικής.

## **ΣΥΝΟΨΗ**

Στην εργασία αυτή εξετάζεται η επίδραση που έχει στην ροή κορεσμού αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής η πραγματοποίηση αναστροφών. Χρησιμοποιήθηκαν λεπτομερείς μετρήσεις που έγιναν σε 2 ειδικά επιλεγμένους κόμβους, στην περιοχή των Αθηνών. Οι μετρήσεις έγιναν κάτω από κατάλληλες χρονικές συνθήκες (συνθήκες κυκλοφορίας στα επίπεδα κορεσμού), καταγράφηκαν σε μικροϋπολογιστές από τους οποίους μεταφέρθηκαν απ' ευθείας σε H/Y, όπου και έγινε η επεξεργασία των στατιστικά αξιόπιστων δειγμάτων.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι η επιφροή εξαρτάται μόνο από το πλάτος των οδών στην πρόσβαση, αφού για τους υπόλοιπους παράγοντες που εξετάστηκαν δεν προέκυψε κάτι τέτοιο.

## **ABSTRACT**

This thesis examines the influence of U-turns on left-turn saturation flow rates. Detailed measurements were executed in two selected junctions in the Athens area. The data were collected under suitable time conditions (traffic conditions on the saturation levels), with a microcomputer and transferred directly into a P.C. where the processing of the statistically significant data took place.

The outcome of the statistical analysis was that the influence relates only to the width of the examined junctions, since the other examined parameters didn't alter the results.

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην εργασία εξετάζεται η επίδραση που έχει στην ροή κορεσμού αριστερής στροφής σηματοδοτούμενου κόμβου το ποσοστό των οχημάτων που κάνουν αναστροφή (U-Turn). Χρησιμοποιήθηκαν λεπτομερείς μετρήσεις που έγιναν σε δύο ειδικά επιλεγμένες σηματοδοτούμενες προσβάσεις, μία δύο λωρίδων και μία τριών, σε ώρα αιχμής, ώστε να εξασφαλίζονται συνθήκες ροής κορεσμού στην αποκλειστική λωρίδα της αριστερής στροφής. Επίσης στις προσβάσεις αυτές το ποσοστό φορτηγών και άλλων βαρέων οχημάτων βρέθηκε πολύ χαμηλό και συνεπώς δεν επηρεάζει την κυκλοφορία των I.X. αυτοκινήτων.

Οι μετρήσεις αυτές περιλαμβάνουν :

- Την χρονική διάρκεια της πράσινης ένδειξης, χρονική στιγμή έναρξης και πέρατος της φάσης και συμβολίζονται ως ΠΡΑΣΙΝΟ και ΚΟΚΚΙΝΟ αντίστοιχα.
- Τα οχήματα που κινούμενα στην αποκλειστική λωρίδα στρέφουν αριστερά και συμβολίζονται ως ΑΡΙΣΤΕΡΑ.
- Τα οχήματα που κινούμενα στην αποκλειστική λωρίδα κάνουν αναστροφή και συμβολίζονται ως U-TURN.
- Τα οχήματα που στρέφουν αριστερά ερχόμενα από την πλαϊνή λωρίδα και συμβολίζονται ως ΓΡΑΜΜΗ2.

Τα στοιχεία αυτά καταγράφηκαν σε μικροϋπολογιστές από τους οποίους μεταφέρθηκαν κατευθείαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και τελικά έγινε η επεξεργασία των στατιστικά αξιόπιστων δειγμάτων.

Τα στοιχεία που ελήφθησαν κατατάχθηκαν σε κατηγορίες ανάλογα με τον αριθμό των πραγματοποιηθέντων U-Turn καθώς και το συνολικό αριθμό των στρεφόντων οχημάτων. Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο χρονικός διαχωρισμός των οχημάτων ανάλογα με την κατηγορία και έγινε η κατάλληλη ανάλυση και σύγκριση

των αποτελεσμάτων. Το τελευταίο βήμα είναι η εκτίμηση της επιρροής των U-Turn στη ροή κορεσμού της αριστερής στροφής και η έκφρασή της με τη μορφή εύχρηστων συντελεστών.

Τέλος να αναφερθεί ότι στους υπόλοιπους υπολογισμούς (κυκλοφοριακή ικανότητα σηματοδοτούμενου κόμβου κλπ), έγινε εφαρμογή της μεθόδου Η.Π.Α. όπως αυτή περιγράφεται στο κεφάλαιο 9 του νέου εγχειριδίου κυκλοφοριακής ικανότητας.

# **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΣΥΝΟΨΗ.....</b>	
<b>ABSTRACT.....</b>	
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	
1.1 Γενικά.....	1
1.2 Αντικείμενο και μεθοδολογία της εργασίας.....	3
1.3 Κεφάλαια μελέτης - Σύντομη περιγραφή.....	4
<b>2. ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ</b>	
2.1 Γενικά.....	7
2.2 Παράμετροι που εξετάζονται κατά τη μελέτη σηματοδότησης κόμβων.....	8
<b>3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	
3.1 Σχολιασμός υπάρχουσας μεθοδολογίας.....	9
3.2 Επιλογή μεθόδου συλλογής - καταγραφής στοιχείων.....	9
3.2.1 Συλλογή στοιχείων με βιντεοκάμερα.....	10
3.2.1.1 Πλεονεκτήματα.....	10
3.2.1.2 Μειονεκτήματα.....	10
3.2.2 Συλλογή στοιχείων με μικροϋπολογιστή χειρός.....	11
3.2.2.1 Πλεονεκτήματα.....	11
3.2.2.2 Μειονεκτήματα.....	11
3.3 Μεθοδολογία μετρήσεων- Καταγραφή στοιχείων.....	12
3.4 Επιλογή προσβάσεων.....	14
<b>4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>	
4.1 Εισαγωγή.....	17
4.2 Κατάταξη των στοιχείων των μετρήσεων.....	17
4.2.1 Γενικά.....	17

4.2.1 Κατάταξη - Παραδοχές - Απαιτούμενες γνώσεις.....	18
4.2.2 Αποδοχή και απόρριψη στοιχείων μετρήσεων.....	19
4.3 Επεξεργασία των μετρήσεων με Η/Υ.....	21
4.4 Κριτήρια αξιοπιστίας.....	22
4.5 Υπολογισμός ροής κορεσμού.....	23
4.6 Επίδραση της θέσης της αναστροφής στην ουρά για μετρήσεις με μία αναστροφή.....	33
4.7 Μετρήσεις με δύο αναστροφές.....	53
4.8 Προσδιορισμός τιμής ΜΕΑ.....	55
<b>5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΑΜΕΝΩΝ ΧΡΟΝΩΝ</b>	
5.1 Γενικά.....	63
5.2 Εξαιρούμενα οχήματα.....	64
5.3 Χαμένος χρόνος.....	66
<b>6. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ</b>	
6.1 Γενικά.....	68
6.2 Εφαρμογή 1.....	68
6.3 Εφαρμογή 2.....	70
6.4 Εφαρμογή 3.....	74
<b>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	
7.1 Ανασκόπηση.....	77
7.2 Συμπεράσματα.....	78
7.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	82
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....</b>	84
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....</b>	106
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....</b>	114

## **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ**

4.1 Απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό της ροής κορεσμού, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	25
4.2 Απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό της ροής κορεσμού, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	26
4.3 Μέσες κυκλοφοριακές ροές για κάθε κατηγορία μετρήσεων, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	28
4.4 Μέσες κυκλοφοριακές ροές για κάθε κατηγορία μετρήσεων, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	28
4.5 Ροές κορεσμού που υπολογίζονται ενιαία για την κάθε πρόσβαση.....	31
4.6 Συνοπτικά όλα τα στοιχεία μετρήσεων με 1 αναστροφή στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	34
4.7 Συνοπτικά όλα τα στοιχεία μετρήσεων με 1 αναστροφή στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	35
4.8 Κατηγορία 1-7. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	39
4.9 Κατηγορία 1-8. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	40
4.10 Κατηγορία 1-9. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	41
4.11 Κατηγορία 1-10. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	42
4.12 Κατηγορία 1-11. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	43

4.13 Κατηγορία 1-12. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	44
4.14 Κατηγορία 1-7. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	46
4.15 Κατηγορία 1-8. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	47
4.16 Κατηγορία 1-9. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	48
4.17 Κατηγορία 1-10. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	49
4.18 Κατηγορία 1-11. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	50
4.19 Κατηγορία 1-12. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	51
4.20 Κατηγορία 1-13. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	52
4.21 Συνοπτικά όλα τα στοιχεία μετρήσεων με 2 αναστροφές, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	54
4.22 Συνοπτικά όλα τα στοιχεία μετρήσεων με 2 αναστροφές, στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	54
4.23 Συγκεντρωμένα όλα τα στοιχεία μετρήσεων στις οποίες έγινε κάποια αναστροφή, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	55

4.24 Συγκεντρωμένα όλα τα στοιχεία μετρήσεων στις οποίες έγινε κάποια αναστροφή, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	56
4.25 Υπολογισμός του λόγου ΜΕΑ <sub>ΑΝΑΣ</sub> /ΜΕΑ <sub>ΑΡ</sub> για διάφορα ποσοστά αναστροφών, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	58
4.26 Υπολογισμός του λόγου ΜΕΑ <sub>ΑΝΑΣ</sub> /ΜΕΑ <sub>ΑΡ</sub> για διάφορα ποσοστά αναστροφών, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	58
4.27 Τιμή του λόγου ΜΕΑ <sub>ΑΝΑΣ</sub> /ΜΕΑ <sub>ΑΡ</sub> για προσβάσεις δύο και τριών λωρίδων.....	62
5.1 Συνοπτικά στοιχεία σχετικά με τον αριθμό των εξαιρούμενων οχημάτων (Εξ.Οχ).....	65
5.2 Συνοπτικά στοιχεία σχετικά με το μέσο χαμένο χρόνο (ΜXX).....	67
6.1 Υπολογισμός ροής κορεσμού (Ρ.Κ.)' για πρόσβαση 2 και 3 λωρίδων με την εφαρμογή των υπολογισθείσων τιμών του λόγου ΜΕΑ <sub>ΑΝΑΣ</sub> /ΜΕΑ <sub>ΑΡ</sub> για διάφορα ποσοστά αναστροφών.....	69

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

4.1 Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης της ροής κορεσμού όλων των κατηγοριών μετρήσεων, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	30
4.2 Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης της ροής κορεσμού όλων των κατηγοριών μετρήσεων, στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	30
4.3 Ροή κορεσμού. Σύγκριση της τιμής S <sup>(1)</sup> που υπολογίστηκε για την πρόσβαση 1 με την προτεινόμενη τιμή της μεθόδου ΗΠΑ και την τιμή που συναντάται στην Ελλάδα.....	32
4.4 Ροή κορεσμού. Σύγκριση της τιμής S <sup>(2)</sup> που υπολογίστηκε για την πρόσβαση 2 με την προτεινόμενη τιμή της μεθόδου ΗΠΑ και την τιμή που συναντάται στην Ελλάδα.....	32
4.5 Κατηγορία 1-7. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	39
4.6 Κατηγορία 1-8. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	40
4.7 Κατηγορία 1-9. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	41
4.8 Κατηγορία 1-10. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	42
4.9 Κατηγορία 1-11. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	43
4.10 Κατηγορία 1-12. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης	

των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	44
4.11 Κατηγορία 1-7. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	46
4.12 Κατηγορία 1-8. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	47
4.13 Κατηγορία 1-9. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	48
4.14 Κατηγορία 1-10. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	49
4.15 Κατηγορία 1-11. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	50
4.16 Κατηγορία 1-12. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	51
4.17 Κατηγορία 1-13. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των διαστημάτων εμπιστοσύνης των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	52
4.18 Ιστόγραμμα που απεικονίζει τις διάφορες τιμές κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με το ποσοστό αναστροφών και τη σχέση τους με τη ροή κορεσμού, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	59
4.19 Ιστόγραμμα που απεικονίζει τις διάφορες τιμές κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με το ποσοστό αναστροφών και τη σχέση τους με τη ροή κορεσμού, στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....	59
4.20 Απεικονίζει τη σχέση του λόγου $MΕA_{ΑΝΑΣ}/MΕA_{ΑΡ}$ και του ποσοστού	

αναστροφών, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....	60
<b>4.21 Απεικονίζει τη σχέση του λόγου ΜΕΑ<sub>ΑΝΑΣ</sub>/ΜΕΑ<sub>ΑΡ</sub> και του ποσοστού αναστροφών, στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....</b>	60
<b>4.22 Απεικονίζει τα διαστήματα εμπιστοσύνης του λόγου ΜΕΑ<sub>ΑΝΑΣ</sub>/ΜΕΑ<sub>ΑΡ</sub> για διάφορα ποσοστά αναστροφών, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....</b>	61
<b>4.23 Απεικονίζει τα διαστήματα εμπιστοσύνης του λόγου ΜΕΑ<sub>ΑΝΑΣ</sub>/ΜΕΑ<sub>ΑΡ</sub> για διάφορα ποσοστά αναστροφών, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....</b>	62
<b>6.1 Απεικονίζει την επίδραση των αναστροφών στη ροή κορεσμού ανάλογα με το πλάτος της οδού.....</b>	70
<b>6.2 Επίδραση του ποσοστού των αναστροφών στην κυκλοφοριακή ικανότητα, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....</b>	72
<b>6.3 Επίδραση του ποσοστού των αναστροφών στην κυκλοφοριακή ικανότητα, στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....</b>	73
<b>6.4 Απεικονίζει την επίδραση του μέσου χαμένου χρόνου στην κυκλοφοριακή ικανότητα της λωρίδας για διάφορες τιμές του χρόνου πρασίνου, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων).....</b>	76
<b>6.5 Απεικονίζει την επίδραση του μέσου χαμένου χρόνου στην κυκλοφοριακή ικανότητα της λωρίδας για διάφορες τιμές του χρόνου πρασίνου, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας).....</b>	76
<b>7.1 Επιβάρυνση της ροής κορεσμού από την πραγματοποίηση αναστροφών.....</b>	79

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Με την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, τα κράτη κατασκευάζουν περισσότερους δρόμους που έχουν διαχωριστικές νησίδες. Πρωταρχικός σκοπός της νησίδας είναι η βελτίωση της οδικής ασφάλειας οδηγώντας σημαντικούς όγκους αριστερά στρεφόντων οχημάτων σε ξεχωριστές λωρίδες. Σε αρτηρίες που σχετίζονται με εμπορικά κέντρα, μαγαζιά καθώς και άλλες εργασίες υπάρχει η τάση να προκαλούνται πολλά ατυχήματα από οχήματα που στρέφουν αριστερά διασχίζοντας κάθετα δρόμους με υψηλή κυκλοφορία. Χωρίζοντας τον δρόμο με νησίδα πολλοί οδηγοί αυτής της κατηγορίας πρέπει να προχωρήσουν στον επόμενο κόμβο και να κάνουν αναστροφή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των οχημάτων που κάνουν U-Turn σε σηματοδοτούμενους κόμβους.

Η αύξηση των οχημάτων που κάνουν αναστροφή μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση στην κυκλοφοριακή ικανότητα της γραμμής. Παρ' όλα αυτά το Highway Capacity Manual (HCM) του 1985 δεν λαμβάνει υπ' όψιν του τις αναστροφές κατά τον υπολογισμό της κυκλοφοριακής ικανότητας και του επιπέδου εξυπηρετήσεως μιας λωρίδας για αριστερή στροφή σε σηματοδοτούμενο κόμβο (1). Καθώς λοιπόν, επίκειται σημαντική αναθεώρηση όσον αφορά στο οργανικό μοντέλο καθώς και της μεθόδου ανάλυσης των σηματοδοτούμενων κόμβων γεννιέται το ερώτημα, μήπως πρέπει να συμπεριληφθεί ένας μειωτικός συντελεστής που να σχετίζεται με τον αριθμό των οχημάτων που κάνουν αναστροφή όταν σχεδιάζονται οι αριστερές στροφές.

Στην προσπάθεια να απαντηθεί το παραπάνω ερώτημα γίνεται η μελέτη αυτή για να καθοριστεί η επίδραση των αναστροφών στην ροή κορεσμού αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής. Συγκεκριμένα, γίνεται προσπάθεια να προσδιοριστεί η σχέση ανάμεσα στην τιμή MEA των οχημάτων που στρέφουν αριστερά και στην τιμή MEA των οχημάτων που κάνουν αναστροφή, ανάλογα με τον αριθμό των λωρίδων της

πρόσβασης. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν, τελικά, 2 κόμβοι για τη μελέτη, ώστε να εξεταστούν προσβάσεις και δύο και τριών λωρίδων. Κάθε κόμβος είχε αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής, με αποκλειστική φάση σηματοδότησης και σημαντικό όγκο οχημάτων που πραγματοποιούν αναστροφή. Καταγράφηκαν οι κυκλοφοριακές ροές κορεσμού καθώς και το ποσοστό των οχημάτων που κάνουν αναστροφή σε ουρές. Τα παραπάνω δεδομένα αναλύθηκαν στατιστικά ώστε να καθοριστεί η επίδραση των αναστροφών στην ροή κορεσμού της λωρίδας αριστερής στροφής. Στην εργασία αυτή οι υπάρχουσες διαθέσιμες πηγές για την ανάλυση του προβλήματος εξετάζονται περιληπτικά, περιγράφεται η μέθοδος μελέτης και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων.

Το HCM του 1985 χρησιμοποιεί την ροή κορεσμού για ένα σύνολο λωρίδων για να καθορίσει τη χωρητικότητα και το επίπεδο εξυπηρέτησης ενός σηματοδοτούμενου κόμβου. Η ανάλυση των αριστερά στρεφόντων κινήσεων είναι ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία της διαδικασίας ανάλυσης ενός σηματοδοτούμενου κόμβου. Το HCM του 1985 καθορίζει την ροή κορεσμού μεταβάλλοντας μια προτεινόμενη ιδανική ροή κορεσμού. Προς το παρόν το εγχειρίδιο συνιστά, για την ευθεία, την τιμή των 1800 επιβατικών αυτοκινήτων την ώρα πράσινου χρόνου ανά λωρίδα, μια τιμή όμως που αναμένεται να αναθεωρηθεί προς τα πάνω (1). Η μεταβολή της παραπάνω τιμής γίνεται με την προσθήκη διορθωτικών συντελεστών που αναφέρονται στις μη ιδανικές συνθήκες κυκλοφορίας καθώς και στα στοιχεία του δρόμου. Ο συντελεστής αριστερής στροφής σχετίζεται με το γεγονός ότι η ροή κορεσμού των αριστερά στρεφόμενων οχημάτων δεν είναι όμοια με των ευθεία κινούμενων οχημάτων. Υπάρχουν οχτώ συντελεστές προσαρμογής οι οποίοι κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον αριθμό των λωρίδων, τον τύπο της σηματοδότησης και το τύπο της λωρίδας (αποκλειστική ή μοιραζόμενη). Για αποκλειστική, μίας ή δύο λωρίδων, με προστατευόμενη φάση, αριστερή στροφή οι συντελεστές αυτοί έχουν την τιμή 0.95 και 0.92 αντίστοιχα (2). Το εγχειρίδιο δεν περιλαμβάνει σχόλια που να εξηγούν τον τρόπο υπολογισμού των παραπάνω συντελεστών. Οι παραπάνω συντελεστές έχουν υπολογιστεί από παρατηρηθείσες κινήσεις οχημάτων σε λωρίδα αποκλειστικής αριστερής κίνησης με προστατευόμενη

φάση. Στο εγχειρίδιο δεν δίνονται συντελεστές για τις λωρίδες στις οποίες πραγματοποιούνται πολλές αναστροφές. Το HCM του 1985 προτρέπει τους ενδιαφερόμενους να μετράνε την ροή κορεσμού απ' ευθείας στην ύπαιθρο όταν υπάρχουν ξεχωριστές ιδιάζουσες συνθήκες, οι οποίες δεν περιγράφονται από αυτό.. Δυστυχώς, πολλοί τοπικοί οργανισμοί δεν έχουν τα μέσα για να επιχειρήσουν μελέτη της ροής κορεσμού, και οι υψηλοί φόρτοι αναστροφών δεν είναι σπάνιο φαινόμενο σε πολλές περιοχές. Μια μελέτη της υπηρεσίας πληροφοριών συγκοινωνιακών ερευνών (Transportation Research Information Service) αποκάλυψε ότι δεν υπήρχε καμία μελέτη που να αφορά απ' ευθείας στην επίδραση των αναστροφών στην ροή κορεσμού προστατευόμενης αριστερής στροφής για μία ή δύο λωρίδες (4). Ο κανονισμός για το γεωμετρικό σχεδιασμό των λεωφόρων και των δρόμων δίνει κατευθύνσεις για το γεωμετρικό σχεδιασμό κόμβων για να μπορούν να γίνονται οι αναστροφές, αλλά δεν εξετάζει την κυκλοφοριακή ικανότητα των αναστροφών.

## 1.2 Αντικείμενο και μεθοδολογία της εργασίας

Η εργασία αυτή έχει σαν αντικείμενο την επεξεργασία παρατηρήσεων με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επιρροή των αναστροφών στην κυκλοφοριακή ικανότητα αριστερής στροφής σε σηματοδοτούμενο κόμβο. Τα αριθμητικά αποτελέσματα της εργασίας αυτής καθώς και η σύγκρισή τους με τα αποτελέσματα γνωστών μεθόδων, παρουσιάζονται στα αντίστοιχα κεφάλαια. Να τονιστεί ότι εκτός από τα τελικά αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της έρευνας, δίνεται βαρύτητα στη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε και πιο συγκεκριμένα:

1. Στην εξειδίκευση των μετρήσεων των ελιγμών των οχημάτων με όσο το δυνατόν περισσότερες λεπτομέρειες και πιο αξιόπιστη καταγραφή τους.
2. Στην επιλογή από το σύνολο των μετρήσεων, όλων εκείνων που παρουσιάζουν υψηλή στατιστική αξιοπιστία και μπορούν να δώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

3. Στην επιλογή των κατάλληλων μεθόδων στατιστικής επεξεργασίας των μετρήσεων με περιορισμό των όποιων σφαλμάτων σε επιθυμητά και αποδεκτά επίπεδα.
4. Στην χρήση Η/Υ για τη συγκέντρωση, τη μεταφορά και την ταξινόμηση των στοιχείων των μετρήσεων, καθώς επίσης και για την ανάλυση και επεξεργασία τους.

### 1.3 Κεφάλαια μελέτης - Σύντομη περιγραφή

Αναλυτικά η δομή της εργασίας χωρίζεται στα ακόλουθα κεφάλαια, το περιεχόμενο των οποίων περιγράφεται συνοπτικά, παρακάτω:

#### 1. Εισαγωγή:

Γίνεται σύντομη αναφορά στους λόγους που οδηγούν στην πραγματοποίηση μεγάλου αριθμού αναστροφών, μικρή αναφορά στη αντιμετώπιση του προβλήματος από το HCM και περιγραφή του περιεχομένου της μελέτης.

#### 2. Σηματοδότηση:

Γίνεται αναφορά στις ανάγκες που οδηγούν στην εφαρμογή μηχανικών μέσων σηματοδότησης, καθώς και στις παραμέτρους που εξετάζονται κατά τη μελέτη σηματοδότησης κόμβων.

#### 3. Συλλογή στοιχείων έρευνας:

Περιγράφονται οι απαιτήσεις των μετρήσεων, η μεθοδολογία των μετρήσεων και ο τρόπος καταγραφής τους, το σκεπτικό της επιλογής του τρόπου καταγραφής, καθώς και τα κριτήρια επιλογής των κατάλληλων προσβάσεων μελέτης.

#### 4. Ανάλυση στοιχείων έρευνας:

Γίνεται αναφορά στις παραδοχές που έγιναν και συσχέτισή τους με τον κανονισμό HCM. Γίνεται η επεξεργασία των στοιχείων της έρευνας με τις στατιστικές μεθόδους που επιλέχθηκαν, με βασική παράμετρο το πλήθος και το πλάτος των λωρίδων της οδού στην πρόσβαση.

**5. Υπολογισμός χαμένων χρόνων:**

Γίνεται στατιστική ανάλυση των στοιχείων των μετρήσεων που αφορούν στους χαμένους χρόνους των φάσεων σηματοδότησης

**6. Εφαρμογές:**

Γίνεται αριθμητική εφαρμογή των αποτελεσμάτων του κεφαλαίου 5.

**7. Συμπεράσματα:**

Με βάση τα αποτελέσματα από τη σύγκριση στα προηγούμενα κεφάλαια εξάγονται τα συμπεράσματα της μελέτης και επιπλέον δίνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο θέμα.

Στη δομή της περιλαμβάνονται επίσης:

1. Πίνακας περιεχομένων
2. Ευρετήριο πινάκων
3. Ευρετήριο σχημάτων
4. Σύνοψη - Abstract
5. Περίληψη
6. Βιβλιογραφία
7. Παραρτήματα

Στην εργασία, τέλος, περιλαμβάνονται πίνακες, διαγράμματα, σχήματα και ιστογράμματα, όλα σχετικά με τη μελέτη, η ύπαρξη των οποίων στοχεύει στην

μεγαλύτερη σαφήνεια και την όσο το δυνατόν ευκολότερη ανάγνωση της εργασίας από κάθε ενδιαφερόμενο.

## 2. ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

### 2.1 Γενικά

Με την ρύθμιση της κυκλοφορίας σε συγκοινωνιακούς κόμβους εξασφαλίζεται η βελτίωση των συνθηκών ζωής, στις μεγάλες κυρίως πόλεις, αφού επιτυγχάνονται υψηλοί κοινωνικοί και οικονομικοί στόχοι. Συγκεκριμένα, τέτοιοι στόχοι είναι:

- Η προστασία των πεζών.
- Ο περιορισμός των τροχαίων ατυχημάτων.
- Η μεγαλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του συγκοινωνιακού κόμβου, ως τμήμα δικτύου μεταφορών, και η λειτουργία του σε υψηλά επίπεδα με τη σωστή ρύθμιση κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων.

Οι ρυθμίσεις αυτές μπορεί να γίνουν είτε με τη χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών μέσων, είτε με την ενασχόληση ανθρώπινου δυναμικού, είτε με το συνδυασμό και των δύο μεθόδων. Η χρησιμοποίηση μηχανικών μέσων, κυρίως δε η φωτεινή σηματοδότηση, είναι η πλέον οικονομικοί και εξασφαλίζει τη συστηματική και συντονισμένη σε μεγάλη έκταση ρύθμιση της κυκλοφορίας. Ακόμη, παρέχει δυνατότητα της εύκολης αναμόρφωσης και προσαρμογής ανάλογα με τις μελλοντικές εκτιμήσεις και τα νέα δεδομένα που προκύπτουν με την πάροδο του χρόνου (3).

## 2.2 Παράμετροι που εξετάζονται κατά την μελέτη σηματοδότησης κόμβων

Ένα σημαντικό στοιχείο ενός συστήματος μεταφορών είναι οι σηματοδοτούμενοι κόμβοι καθώς σ' αυτούς εμφανίζονται τα σημαντικότερα προβλήματα κυκλοφοριακής ικανότητας, σε αντίθεση με τους μη σηματοδοτούμενους, στους οποίους οι κυκλοφοριακοί φόρτοι που παρουσιάζονται έχουν συνήθως χαμηλές τιμές. Η ικανότητα των σηματοδοτούμενων προσβάσεων εξαρτάται κυρίως από την τιμή της ροής κορεσμού (saturation flow).

Η ροή κορεσμού εξαρτάται, εκτός από τις κυκλοφοριακές συνθήκες, από το είδος των οχημάτων που χρησιμοποιούν τον εξεταζόμενο κόμβο. Έτσι, όσο αυξάνεται ο αριθμός των βαρέων οχημάτων τόσο η ροή κορεσμού μειώνεται, αφού τα βαρέα είναι λιγότερο ευέλικτα από τα επιβατικά οχήματα.

Για την εκτίμηση της ροής των διαφόρων κατηγοριών οχημάτων στη ροή κορεσμού, καθιερώνεται ένα κοινό μέτρο σύγκρισης. Δηλαδή, ο κυκλοφοριακός φόρτος που οφείλεται σε όλα τα οχήματα που διέρχονται από τον κόμβο ανάγεται σε κυκλοφοριακό φόρτο συγκεκριμένης κατηγορίας, που χρησιμοποιείται πλέον ως μέτρο σύγκρισης. Επειδή, τα επιβατικά οχήματα που κινούνται ευθεία αποτελούν τη συνηθέστερη των περιπτώσεων, η επίδρασή τους στον κυκλοφοριακό φόρτο λαμβάνεται ως κοινό μέτρο σύγκρισης και ονομάζεται Μονάδα Επιβατικών Αυτοκινήτων (MEA). Σύμφωνα με τον Αμερικανικό κανονισμό η τιμή MEA των επιβατικών οχημάτων στην ευθεία ορίζεται ίση με τη μονάδα. Ακόμη, για τα οχήματα που στρίβουν αριστερά κινούμενα σε αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής η προτεινόμενη από τον κανονισμό τιμή MEA είναι ίση με 1.05. Τέλος, όπως έχει ήδη αναφερθεί ο κανονισμός δεν προβλέπει κάποια τιμή MEA για τα οχήματα που, κινούμενα σε αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής, κάνουν αναστροφή (4).

### 3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 3.1 Σχολιασμός υπάρχουσας μεθοδολογίας

Οι μέθοδοι που περιγράφουν τον τρόπο εκτίμησης τιμών ισοδυναμίας ΜΕΑ για λωρίδα αριστερής στροφής σε σηματοδοτούμενο κόμβο, έχουν κοινό χαρακτηριστικό τους ότι οι τιμές που προτείνουν προέκυψαν ως μέσοι όροι παρατηρήσεων στις προσβάσεις, ανεξάρτητα από το είδος των οχημάτων και τους ελιγμούς που πραγματοποιούν. Έτσι, σε μια λωρίδα αποκλειστική για αριστερή στροφή, όπου η σύνθεση της κυκλοφορίας ανταποκρίνεται προς τη σύνθεση για την οποία έγιναν οι παρατηρήσεις αυτές, και ακόμη όλα τα οχήματα της ουράς κάνουν τον ίδιο ελιγμό, δηλαδή στρέφουν αριστερά, οι τιμές ισοδυναμίας ΜΕΑ που προβλέπονται από τις μεθόδους αυτές για την αριστερή στροφή θα ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Στην περίπτωση όμως που ένα σημαντικό ποσοστό των οχημάτων κάνουν αναστροφή τότε ασφαλώς οι γενικές μέθοδοι υπολογισμού των τιμών ΜΕΑ δεν μπορούν να περιγράψουν απόλυτα την πραγματικότητα. Πιθανόν λοιπόν, πρέπει να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα με τη χρήση κάποιων συντελεστών που να συσχετίζουν την τιμή ΜΕΑ των οχημάτων της λωρίδας που στρίβουν αριστερά, με την τιμή ΜΕΑ των οχημάτων της λωρίδας που κάνουν αναστροφή. Ωστόσο, ο κανονισμός HCM δεν προβλέπει την ύπαρξη τέτοιων συντελεστών που να αναπροσαρμόζουν την τιμή της ροής κορεσμού αριστερής στροφής, όταν ποσοστό των οχημάτων κάνουν αναστροφή.

#### 3.2 Επιλογή μεθόδου συλλογής - καταγραφής στοιχείων

Η αναλυτική καταγραφή στοιχείων κυκλοφορίας μπορεί να πραγματοποιηθεί

είτε με μικρούπολογιστή χειρός και επιτόπου καταγραφή γεγονότων, είτε με βιντεοσκόπηση της κυκλοφορίας στον κόμβο και εκ των υστέρων ανάλυση και καταγραφή των γεγονότων. Η κάθε μέθοδος παρουσιάζει και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, από την αξιολόγηση των οποίων μπορεί να προκύψει η ταχύτερη, ευκολότερη και ακριβέστερη μέθοδος.

### 3.2.1 Συλλογή στοιχείων με βιντεοκάμερα

#### 3.2.1.1 Πλεονεκτήματα

- Εύκολη καταγραφή των στοιχείων, χωρίς κόπο και κούραση, για μεγάλη διάρκεια μετρήσεων - παρατηρήσεων. Είναι δυνατή η πραγματοποίηση μετρήσεων για όλες τις καιρικές συνθήκες χωρίς να είναι απαραίτητη η συνεχής παρουσία στον τόπο των μετρήσεων αφού η καταγραφή γίνεται αυτόματα.

- Δυνατότητα περιορισμού των σφαλμάτων στις μετρήσεις και μεγαλύτερη ευχέρεια ελέγχου της ορθότητας αυτών. Είναι, δηλαδή, εφικτός ο εκ των υστέρων έλεγχος της ορθότητας των στοιχείων που έχουν καταγραφεί και η διαγραφή όλων εκείνων που δεν συμφωνούν με τις απαντήσεις που τίθενται.

#### 3.2.1.2 Μειονεκτήματα

- Δεν υπάρχει δυνατότητα και τρόπος να μεταφερθούν αυτόματα τα στοιχεία που συλλέγονται από την βιντεοκάμερα σε Η/Υ. Ετσι πρέπει τα συλλεγόμενα στοιχεία να καταγραφούν ένα-ένα σε Η/Υ αφού πρώτα γίνει ανάλυση των βιντεοταινιών. Η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρα και πολύ κοπιαστική. Ακόμη εισάγει τον κίνδυνο ανθρώπινων λαθών κατά την πληκτρολόγηση των στοιχείων στον Η/Υ, ιδιαίτερα όταν ο όγκος των δεδομένων είναι πολύ μεγάλος. Για το λόγο αυτό απαιτείται ιδιαίτερα

μεγάλο χρονικό διάστημα για να γίνει μια σύγκριση των στοιχείων της πηγής και αυτών που μεταφέρονται στον Η/Υ, ώστε να περιοριστεί όσο γίνεται ο κίνδυνος ελλιπών και ανακριβών πληροφοριών.

### 3.2.2 Συλλογή στοιχείων με μικροϋπολογιστή χειρός

#### 3.2.2.1 Πλεονεκτήματα

- Άμεση μεταφορά των στοιχείων σε Η/Υ, χωρίς κόπο και χρόνο. Συγκεκριμένα είναι δυνατή η άμεση μεταφορά όλων των στοιχείων του μικροϋπολογιστή στον Η/Υ μέσω προγράμματος.
- Δυνατότητα καταγραφής της ακριβούς κίνησης πολλών οχημάτων και ταυτόχρονα αυτόματη καταγραφή της ώρας διέλευσης με ακρίβεια  $\pm 0.5$  του δευτερολέπτου.
- Αποφυγή λαθών κατά τη μεταφορά των στοιχείων από τον μικροϋπολογιστή στο Η/Υ, αφού η μεταφορά γίνεται απ' ευθείας και δίχως την παρέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα σε κανένα στάδιο της.

#### 3.2.2.2 Μειονεκτήματα

- Αδυναμία καταγραφής μοτοσικλετών που διέρχονται από τους κόμβους.
- Περιορισμένη μνήμη και πιθανά προβλήματα στην αποθήκευση ή τη μεταφορά των στοιχείων, λόγω της αποφόρτισης των μπαταριών.
- Περιορισμένη ακρίβεια στο χρονόμετρο: τα μηχανήματα αυτά δίνουν χρονική ακρίβεια της τάξης του  $\pm 0.5$  sec και αυτό δεν επιτρέπει την μεγαλύτερη δυνατόν ακρίβεια στη μελέτη και την ανάλυση των μετρήσεων. Ωστόσο, γίνεται αποδεκτή ως ικανοποιητική.

Συνεκτιμώντας με ιδιαίτερη προσοχή τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δύο μεθόδων, όπως αυτά καταγράφηκαν νωρίτερα είναι εφικτή η καλύτερη επιλογή της μεθόδου καταγραφής των μετρήσεων. Ασφαλώς, η δυνατότητα της αυτόματης μεταφοράς των στοιχείων σε Η/Υ και η αποφυγή λαθών στην μεταφορά τους είναι ένας κρίσιμος παράγοντας και οδηγεί στην επιλογή της μεθόδου συλλογής στοιχείων με μικροϋπολογιστή χειρός, ως την πιο εύχρηστη και πιο γρήγορη.

### 3.3 Μεθοδολογία μετρήσεων - Καταγραφή στοιχείων

Στην καταγραφή των στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν οι προγραμματιζόμενοι μικροϋπολογιστές PSION ORGANISERS μοντέλου LZ. Τα μηχανήματα αυτά έχουν τη δυνατότητα άμεσης σύνδεσης και καταγραφής των μετρήσεων σε Η/Υ και συνεπώς εύκολης ανάγνωσης και επεξεργασίας αυτών.

Οι μετρήσεις σε κάθε πρόσβαση έγιναν από δύο παρατηρητές. Ο ένας εξ αυτών χειρίζόταν το PSION ORGANISER πατώντας τα κατάλληλα πλήκτρα (δηλαδή ΠΡΑΣΙΝΟ, ΚΟΚΚΙΝΟ και ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ που διήλθε), ενώ ο δεύτερος παρατηρούσε την έναρξη και το τέλος της πράσινης ένδειξης και εκτιμούσε, όποτε αυτό χρειαζόταν, το τέλος του κορεσμού της κάθε φάσης. Η καταγραφή των αναχωρήσεων των αριστερά στρεφόντων οχημάτων και των οχημάτων που πραγματοποιούσαν αναστροφή έγινε από τον παρατηρητή με τη βοήθεια προγράμματος που κατασκευάστηκε ειδικά για το σκοπό αυτό. Το πρόγραμμα αυτό επιτρέπει την καταγραφή:

- α) της χρονικής στιγμής έναρξης της πράσινης ένδειξης (ΠΡΑΣΙΝΟ),
- β) της χρονικής στιγμής του τέλους της πράσινης και κίτρινης ένδειξης (ΚΟΚΚΙΝΟ) και
- γ) των τριών ειδών ελιγμών των οχημάτων, δηλαδή
  - γ1) οχήματα που κινούμενα στην αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής στρέφουν αριστερά (ΑΡΙΣΤΕΡΑ),

- γ2) οχήματα που κινούμενα στην αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής κάνουν αναστροφή (U-TURN) και
- γ3) οχήματα που κινούμενα στην πλαϊνή της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής στρέφουν αριστερά (ΠΡΑΜΜΗ2).

Εντός παρενθέσεως αναγράφονται οι συμβολισμοί που δίνονταν για κάθε πάτημα πλήκτρου από το PSION ORGANISER και οι οποίοι θα χρησιμοποιούνται ευρέως στο εξής, στη συνέχεια της εργασίας. Σε κάθε κατηγορία αντιστοιχήθηκε ένα πλήκτρο και έτσι με πέντε πλήκτρα καλύφθηκαν όλες οι δυνατές περιπτώσεις.

Τα οχήματα που περιελήφθησαν στην κορεσμένη φάση ήταν όσα περίμεναν στην ουρά αναμονής πριν την έναρξη της πράσινης ένδειξης, αλλά και αυτά που ενσωματώθηκαν στην ουρά κατά τη διάρκεια του πρασίνου, έτσι ώστε να προσαρμοστούν επιβραδύνοντας στην ταχύτητα των οχημάτων της ουράς και τελικά πέρασαν από τη γραμμή εκκίνησης.

Ακόμη με τη χρήση ενός ακόμη πλήκτρου ήταν δυνατή η επισήμανση κάποιου προβλήματος κατά τη διάρκεια των μετρήσεων της συγκεκριμένης φάσης, ώστε να μη χρησιμοποιηθεί η φάση αυτή στην περαιτέρω ανάλυση των μετρήσεων. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν συνολικά έξι πλήκτρα του PSION ORGANISER. Με το πέρασμα του χρόνου και τη σχετική πείρα που αποκτήθηκε από τους παρατηρητές, η χρήση του PSION ORGANISER έγινε με τρόπο που συντέλεσε στην ακριβή περιγραφή της κυκλοφορίας στους εξεταζόμενους κόμβους, καθώς περιορίστηκαν τα μικροπροβλήματα και ο συντονισμός ανάμεσα στους δύο παρατηρητές θεωρείται ικανοποιητικός.

Αξίζει να αναφερθεί, ότι ο αριθμός των μοτοσικλετών που βρίσκονταν στη γραμμή εκκίνησης κατά την έναρξη της πράσινης ένδειξης δεν λαμβάνονταν υπ' όψιν, αφού αυτές αναχωρούσαν ταυτόχρονα και η κίνησή τους δεν ήταν δυνατόν να καταγραφεί αναλυτικά. Εξάλλου για το λόγο αυτό η καταγραφή ξεκινούσε μόλις το πρώτο όχημα περνούσε τη γραμμή εκκίνησης, ενώ σε πολλές περιπτώσεις άλλα οχήματα που στέκονταν μπροστά απ' αυτό εκκινούσαν ενώ η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, αγνοώντας τον κίνδυνο ατυχήματος που μπορούσε να προκαλέσουν.

Σημειώνεται, ακόμη, ότι η καταγραφή συνεχίζόταν και μετά το τέλος της πράσινης ένδειξης εφόσον κινούνταν οχήματα σε συνθήκες κορεσμού. Αυτό το φαινόμενο επαναλήφθηκε αρκετές φορές κατά την διάρκεια των μετρήσεων και για το λόγο αυτό, άλλωστε, η ανάλυση των στοιχείων ανήχθη σε χρόνο κίνησης των οχημάτων και όχι σε χρόνο πράσινης ένδειξης.

### 3.4 Επιλογή προσβάσεων

Κριτήριο για την επιλογή των προσβάσεων στις οποίες έγιναν τελικά οι μετρήσεις, ήταν η εξασφάλιση "συνθηκών" οι οποίες ακολουθούσαν τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις που τέθηκαν. Με τον όρο "συνθήκες" εννοούνται: (2)

α) Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των προσβάσεων

- αριθμός λωρίδων στους κόμβους
- πλάτος των λωρίδων στους κόμβους
- ακτίνες καμπυλότητας των ραμπών και άλλων στοιχείων των κόμβων

β) Λειτουργικά χαρακτηριστικά των προσβάσεων

- ταχύτητα μελέτης των στοιχείων του κόμβου
- κυκλοφοριακές ικανότητες των στοιχείων του κόμβου
- στάθμη εξυπηρέτησης των οχημάτων

γ) Σύνθεση της κυκλοφορίας

Έτσι, επιλέχθηκαν προσβάσεις με τις οποίες εξασφαλίζεται:

1. Η μελέτη της επίδρασης της αναστροφής στην κυκλοφοριακή ικανότητα της αριστερής στροφής σε οδό δύο αλλά και τριών λωρίδων. Σκοπός είναι ο προσδιορισμός της επίδρασης του πλάτους της οδού στην κίνηση οχημάτος που

πραγματοποιεί αναστροφή όταν τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των προσβάσεων είναι τα ίδια.

2. Η εκλογή ενός μέσου συνηθισμένου πλάτους για τις λωρίδες των προσβάσεων, ως πλάτος μελέτης. Από την εμπειρία καθώς και τα πλάτη που προβλέπει ο κανονισμός HCM επιλέχθηκε ως μέσο πλάτος λωρίδας μελέτης οδού  $w=3.30m$ ., το οποίο είναι αρκετά συνηθισμένο και στην Ελλάδα.

3. Η εκλογή κόμβων με τις κατάλληλες ακτίνες καμπυλότητας και σωστή συναρμογή των κρασπέδων. Γενικά σκοπός είναι η εκλογή κόμβων που βρίσκονται σε ευθεία και η ορατότητα είναι πολύ καλή έτσι ώστε ο οδηγός να μην επηρεάζεται και να οδηγεί με άνεση.

4. Η εκλογή κόμβων που λειτουργούν σε στάθμη εξυπηρέτησης μεταξύ D και E, έτσι ώστε, στην αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής, να εξασφαλίζονται κυκλοφοριακοί φόρτοι κοντά στην κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου, ανεκτή ταχύτητα και μειωμένη ελευθερία ελιγμών στους οδηγούς .

5. Η εκλογή κόμβων με σύνθεση κυκλοφορίας στην οποία το ποσοστό των βαρέων οχημάτων, φορτηγών και λεωφορείων είναι μικρό και στατιστικά αμελητέο. Με τον τρόπο αυτό η ανάλυση είναι ευκολότερη αφού η τιμή ΜΕΑ θα είναι ενιαία για όλα τα οχήματα και δεν χρειάζεται να υπολογίζονται κάθε φορά τα ποσοστά των βαρέων οχημάτων για τον υπολογισμό της ροής κορεσμού στην αριστερή λωρίδα.

6. Τέλος η εκλογή κόμβων οι οποίοι έχουν κατά μήκος κλίση 0%, χρησιμοποιούνται από οδηγούς εξουκειωμένους με την χρήση τους, χωρίς διαβάσεις με πεζούς στο τμήμα στο οποίο γίνονται οι αναστροφές, έτσι ώστε να μην υπάρχει παρενόχληση στην κίνηση των οχημάτων.

Έτσι, αποφασίστηκε η επίλογή δύο συγκεκριμένων κόμβων με τα εξής χαρακτηριστικά:

- α) κόμβος με οδούς τριών λωρίδων, πλάτους  $w=3.30m$  με κατά μήκος κλίση 0%, στη Λεωφόρο Μεσογείων (Πρόσβαση 1) και
- β) κόμβος με οδούς δύο λωρίδων, πλάτους  $w=3.30m$  με κατά μήκος κλίση 0%, στη Λεωφόρο Αμφιθέας (Πρόσβαση 2).

Ασφαλώς, η μελέτη μπορεί να επεκταθεί και σε κόμβους που συγκεντρώνουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Αυτό βέβαια μπορεί να γίνει στα πλαίσια μιας ευρύτερης μελέτης σχετικά με την επίδραση της αναστροφής στην κυκλοφοριακή ικανότητα της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής.

Η διάρκεια των μετρήσεων σε κάθε πρόσβαση ήταν κατά μέσον όρο είκοσι ώρες. Η σχετικά μεγάλη αυτή διάρκεια επιδιώχθηκε ώστε να εξασφαλιστεί κατά το δυνατόν η αντιπροσωπευτικότητα και το ικανοποιητικό, στατιστικά, μέγεθος του δείγματος, όπως φαίνεται στην ανάλυση.

## 4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

### 4.1 Εισαγωγή

Σκοπός της εργασίας είναι ο προσδιορισμός της επιρροής των αναστροφών (U-Turn) στην κυκλοφοριακή ικανότητα της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής σε σηματοδοτούμενο κόμβο. Δηλαδή, να επιτευχθεί ο υπολογισμός της σχέσης ανάμεσα στην τιμή ΜΕΑ των οχημάτων που απλά στρέφουν αριστερά και την τιμή ΜΕΑ των οχημάτων που κάνουν αναστροφή., κινούμενα στην αποκλειστική λωρίδα. Ταυτόχρονα πρέπει να ελεγχθεί ποιοι παράγοντες είναι πιθανόν να επηρεάζουν την τιμή αυτή. Για το λόγο αυτό στην επιμέρους ανάλυση θα χρειαστεί να διερευνηθεί ποια είναι η επιρροή παραμέτρων, όπως ο συνολικός αριθμός των οχημάτων ανά ώρα πρασίνου, η θέση που έχουν στην ουρά τα οχήματα που κάνουν αναστροφή και τέλος το ποσοστό των οχημάτων που κάνουν αναστροφή επί του συνόλου των οχημάτων που κινούνται στην αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής.

Παράλληλα, θα εξεταστεί και ποια είναι η επιρροή του πλάτους των οδών στην πρόσβαση που μελετάται, αν υπάρχει τέτοια επίδραση. Για το λόγο αυτό άλλωστε, έγιναν μετρήσεις σε δύο προσβάσεις, μια δύο λωρίδων και μία τριών.

### 4.2 Κατάταξη των στοιχείων των μετρήσεων

#### 4.2.1 Γενικά

Σε κάθε πρόσβαση χρησιμοποιήθηκαν όλες οι μετρήσεις κατά την διάρκεια των οποίων δε συνέβη κάποιο απρόοπτο γεγονός που να τις καθιστά ελλιπείς και προβληματικές. Δηλαδή, να μπλοκάρει ο κόμβος και να μην μπορούν να κινηθούν τα οχήματα σύμφωνα με τον φωτεινό σηματοδότη, ή να έχουν περάσει με κόκκινο πολλά

οχήματα από άλλο ρεύμα και να εμποδίζουν την ομαλή κίνηση των αριστερά στρεφόντων οχημάτων. Για τον εντοπισμό τέτοιων περιπτώσεων χρησιμοποιήθηκε ειδικό πλήκτρο του μικροϋπολογιστή και δεν αντιμετωπίστηκαν ιδιαίτερες δυσκολίες. Σε κάθε άλλη περίπτωση οι μετρήσεις που καταγράφηκαν έγιναν, σε πρώτη φάση, δεκτές.

#### 4.2.2 Κατάταξη - Παραδοχές - Απαιτούμενες γνώσεις

Η κατάταξη των μετρήσεων έγινε ανά φάση πρασίνου και συμπεριέλαβαν όλα τα οχήματα που κινήθηκαν στη φάση σε κατάσταση κορεσμού. Μίλωντας για κατάσταση κορεσμού εννοούνται συνθήκες κυκλοφορίας στις οποίες η ροή των οχημάτων προσεγγίζει τη ροή κορεσμού. Η ροή κορεσμού ορίζεται ως “ο μέγιστος αριθμός ροής οχημάτων που μπορεί να περάσει από μια δεδομένη πρόσβαση κόμβου ή ομάδα λωρίδων, υπό τις επικρατούσες οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες, με την παραδοχή 100% χρησιμοποιημένου χρόνου πράσινης ένδειξης” (2). Σύμφωνα με τη μέθοδο ΗΠΑ η προτεινόμενη τιμή της ιδανικής ροής κορεσμού λαμβάνεται 1800 οχήματα ανά ώρα πρασίνου. Ωστόσο, για την Ελλάδα η τιμή που φαίνεται πιο κοντά στην πραγματικότητα είναι 2100 οχήματα ανά ώρα πρασίνου. Η μέθοδος ΗΠΑ θεωρεί ότι σε σηματοδοτούμενο κόμβο, μόλις ανάβει πράσινο, η ροή κορεσμού αποκαθίσταται μετά τα τέσσερα πρώτα οχήματα της ουράς. Στη μελέτη γίνεται η παραδοχή ότι η ροή κορεσμού αποκαθίσταται όταν οι χρονικοί διαχωρισμοί μεταξύ των οχημάτων της ουράς είναι από τρία δευτερόλεπτα και κάτω. Αυτό το κριτήριο λήφθηκε έπειτα από προκαταρκτική έρευνα και μελέτη στις προσβάσεις μελέτης και συνδυασμό της εικόνας των κινούμενων οχημάτων και των χρονικών διαχωρισμών τους. Δηλαδή, παρατηρήθηκε η κίνηση των οχημάτων σε συνθήκες κορεσμού και λήφθηκαν ενδεικτικές τιμές για τους χρονικούς διαχωρισμούς, ο μέσος όρος των οποίων προκύπτει ίσος με 3 sec. Έτσι, κάποια οχήματα στην αρχή της ουράς δεν λήφθηκαν υπ' όψιν. Εξετάζοντας στατιστικά τα στοιχεία αυτά, όπως φαίνεται και στο

κεφάλαιο 5, προκύπτει ότι εξαιρέθηκαν κατά μέσο όρο τα πρώτα 2.25 οχήματα στην πρόσβαση 1 και τα πρώτα 1.70 οχήματα στην πρόσβαση 2.

Είναι συχνό φαινόμενο τα οχήματα να συνεχίζουν να κινούνται και μετά το πέρας της πράσινης ένδειξης (συμπεριλαμβανομένης της κίτρινης). Στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, το πρόβλημα αυτό ήταν ιδιαίτερα έντονο σε βαθμό που τελικά η κίνηση των οχημάτων της φάσης, χρονικά να γίνεται σε ανακολουθία με τις ενδείξεις του σηματοδότη (πράσινο και κόκκινο). Για το λόγο αυτό, κρίθηκε σκόπιμο να υπολογίζεται ως συνολικός χρόνος μετρήσεων ο συνολικός χρόνος κίνησης των οχημάτων. Δηλαδή, από τη στιγμή που το πρώτο όχημα της ουράς περνά τη γραμμή εκκίνησης έως τη στιγμή που το τελευταίο κάνει το ίδιο. Με τον τρόπο αυτό, οι μετρήσεις δεν επηρεάζονται και δεν λαμβάνονται υπ' όψιν οι χαμένοι χρόνοι στην αρχή και στο τέλος της κάθε φάσης, η συνεκτίμηση των οποίων θα αλλοίωνε την ακρίβεια των συμπερασμάτων. Για τους χαμένους χρόνους γίνεται ειδική αναφορά και σχολιασμός στο κεφάλαιο 5.

#### 4.2.3 Αποδοχή και απόρριψη στοιχείων των μετρήσεων

Πέρα από τα παραπάνω, για να εξασφαλιστεί ότι η ροή των οχημάτων προσεγγίζει ικανοποιητικά τη ροή κορεσμού της αριστερής λωρίδας χρειάζεται να απορριφθούν αρκετά ακόμη στοιχεία μετρήσεων που δεν βοηθούν σ' αυτό.

Έγινε διαγραφή του τελευταίου οχήματος κατηγορίας ΑΡΙΣΤΕΡΑ, της ουράς όταν ο χρονικός διαχωρισμός μεταξύ του τελευταίου οχήματος και του προτελευταίου ήταν υπερβολικά μεγάλος (σ.σ. 4 δευτερόλεπτα και άνω). Αυτό έγινε με τη λογική ότι ο οδηγός του τελευταίου οχήματος του κορεσμένου τμήματος, μη βλέποντας πίσω του ουρά οχημάτων αφήνει απόσταση ασφαλείας από το μπροστινό όχημα μεγαλύτερη από αυτή που θα άφηνε αν βρισκόταν σε ενδιάμεση θέση της ουράς. Αξίζει να σημειωθεί, ότι στα κορεσμένα τμήματα των φάσεων δε βρέθηκαν τιμές χρονικών διαχωρισμών μεγαλύτερες από 4 sec.

Στις προσβάσεις που έγιναν οι μετρήσεις ένα μέρος των στρεφόντων αριστερά οχημάτων κινούνται στην πλαϊνή, της αποκλειστικής λωρίδας και συμβολίστηκαν με την κατηγορία ΓΡΑΜΜΗ2. Η κίνηση αυτή, πιθανόν, επηρέασε την κίνηση των οχημάτων ΑΡΙΣΤΕΡΑ σε μικρό ή μεγάλο βαθμό. Ωστόσο, το αντικείμενο της εργασίας έχει άμεση σχέση με την κυκλοφοριακή ικανότητα της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής και δεν εξετάζει την κίνηση των οχημάτων της αποκλειστικής λωρίδας. Συνεπώς, πρέπει να εξεταστεί η κίνηση μόνο των οχημάτων εκείνων, που κινούνται στην αποκλειστική λωρίδα. Για το λόγο αυτό κανένα όχημα της κατηγορίας ΓΡΑΜΜΗ2 δεν συμπεριλαμβάνεται στην επεξεργασία των μετρήσεων.

Όσον αφορά στα οχήματα της ουράς που έκαναν αναστροφή, έγιναν όλα αποδεκτά όταν κινούνταν στο κορεσμένο τμήμα της φάσης και διαγράφηκαν μόνο όσα δεν κινούνταν στην αποκλειστική λωρίδα, αλλά την πλαϊνή της, και παρ' όλα αυτά έκαναν αναστροφή. Ωστόσο, τέτοιες περιπτώσεις ήταν πολύ λίγες, και γενικά δεν συμβαίνουν πολύ συχνά, συνεπώς δεν χρειάζεται να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση σ' αυτές.

Από τα στοιχεία των μετρήσεων προκύπτουν αξιόλογα στοιχεία σχετικά με τους χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων. Οι χρονικοί διαχωρισμοί μεταξύ οχήματος κατηγορίας U-TURN και οχημάτων ΑΡΙΣΤΕΡΑ προκύπτουν συνήθως μεγαλύτεροι των δύο δευτερολέπτων (3-4 δευτερόλεπτα). Τέτοιοι χρονικοί διαχωρισμοί γίνονται αποδεκτοί, σε επίπεδο κορετμού, καθώς η σχετική καθυστέρηση στην κίνηση των οχημάτων (όπως εκφράζεται με το μεγάλο χρονικό διαχωρισμό), οφείλεται στην κίνηση των οχημάτων της κατηγορίας U-TURN που επηρέασε και τα υπόλοιπα οχήματα της ουράς.

#### 4.3 Επεξεργασία των μετρήσεων με Η/Υ

Για κάθε κόμβο έγινε επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με τη χρήση Η/Υ, με την εφαρμογή του προγράμματος Windows 95 (Excel 7,0 κτλ.). Η επεξεργασία αυτή μπορεί να διακριθεί σε μερικά επιμέρους στάδια, η αναλυτική περιγραφή των οποίων ακολουθεί. Σε κάθε πρόσβαση, για κάθε φάση, καταγράφηκε ο συνολικός αριθμός των αναστροφών που πραγματοποιήθηκαν καθώς και ο συνολικός χρόνος κίνησης όλων των οχημάτων της ουράς. Ακόμη, καταγράφηκαν οι χρονικοί διαχωρισμοί μεταξύ των διαδοχικών οχημάτων δηλαδή το χρονικό διάστημα ανάμεσα στην στιγμή που το πρώτο όχημα περνά τη γραμμή εκκίνησης και τη στιγμή που το επόμενό του κάνει το ίδιο. Καταγράφηκε, επίσης, η θέση που κατείχαν στην ουρά τα οχήματα που έκαναν αναστροφή. Τέλος για κάθε φάση καταγράφηκε ο συνολικός αριθμός των οχημάτων που κινήθηκαν στο χρόνο κίνησης (π.χ. 7,8 κτλ.).

Με την καταγραφή όλων αυτών των στοιχείων επιτεύχθηκε η κωδικοποίηση των στοιχείων και η απλούστερη δυνατή ομαδοποίησή τους. Οι ομάδες αυτές έχουν για χαρακτηριστικά τους τον αριθμό των αναστροφών καθώς επίσης και το συνολικό αριθμό των οχημάτων που κινήθηκαν μέσα στο χρόνο κίνησης. Συνολικά δημιουργήθηκαν 17 κατηγορίες μετρήσεων για την πρόσβαση 1 και 13 κατηγορίες για την πρόσβαση 2. Οι κατηγορίες αυτές συμβολίστηκαν με δύο αριθμούς από τους οποίους ο πρώτος αναφέρεται στον αριθμό των αναστροφών της κάθε φάσης και ο δεύτερος στον συνολικό αριθμό των οχημάτων που κινήθηκαν στον χρόνο κίνησης.

Ενδεικτικά οι κατηγορίες αυτές συμβολίζονται ως εξής:

- Φάσεις με 0 αναστροφή και 7 οχήματα : 0-7
- Φάσεις με 0 αναστροφή και 8 οχήματα : 0-8
- Φάσεις με 0 αναστροφή και 9 οχήματα : 0-9
- Φάσεις με 0 αναστροφή και 10 οχήματα : 0-10
- Φάσεις με 0 αναστροφή και 11 οχήματα : 0-11
- Φάσεις με 0 αναστροφή και 12 οχήματα : 0-12

- Φάσεις με 0 αναστροφή και 13 οχήματα : 0-13
- Φάσεις με 1 αναστροφή και 7 οχήματα : 1-7
- Φάσεις με 1 αναστροφή και 8 οχήματα : 1-8
- Φάσεις με 1 αναστροφή και 9 οχήματα : 1-9
- Φάσεις με 1 αναστροφή και 10 οχήματα : 1-10
- Φάσεις με 1 αναστροφή και 11 οχήματα : 1-11
- Φάσεις με 1 αναστροφή και 12 οχήματα : 1-12
- Φάσεις με 1 αναστροφή και 13 οχήματα : 1-13
- Φάσεις με 2 αναστροφές και 7 οχήματα : 2-7
- Φάσεις με 2 αναστροφές και 8 οχήματα : 2-8
- Φάσεις με 2 αναστροφές και 9 οχήματα : 2-9
- Φάσεις με 2 αναστροφή και 10 οχήματα : 2-10
- Φάσεις με 2 αναστροφή και 12 οχήματα : 2-12

Σημειώνεται, ότι εξετάζονται μόνο οι κατηγορίες εκείνες για τις οποίες το δείγμα είναι σημαντικό και μπορεί να γίνει η επεξεργασία τους ικανοποιητικά.

#### 4.4 Κριτήρια αξιοπιστίας

Σε κάθε πρόσβαση αποφασίστηκε να μελετηθούν μόνο οι μετρήσεις εκείνες, των οποίων το δείγμα δίνει στατιστικά αξιόπιστα αποτελέσματα. Κριτήριο αξιοπιστίας για κάθε μέτρηση αποτελεί το όριο ακρίβειας μέσα στο οποίο είναι αποδεκτό να κυμαίνεται ο πραγματικός μέσος όρος ( $\mu$ ), του εξεταζόμενου πληθυσμού για επίπεδο σημαντικότητας ( $\alpha$ ) ίσο με 0.05. Σύμφωνα με το κεντρικό οριακό θεώρημα για ένα δείγμα κανονικού πληθυσμού ισχύει με πιθανότητα ( $1-\alpha$ ) η διπλή ανισότητα

$$m - z_{\alpha/2} * \sigma / \sqrt{n} < \mu < m + z_{\alpha/2} * \sigma / \sqrt{n} \quad (\text{Σχέση 4.4.1})$$

όπου  $m$ : μέσος όρος του δείγματος που μετρήθηκε

$\mu$ : ο μέσος όρος του δείγματος στην πραγματικότητα

σ: η τυπική απόκλιση του δείγματος

n: το μέγεθος του δείγματος

$z_{\alpha/2}$ : η τιμή της μοναδιαίας κανονικής κατανομής για επίπεδο εμπιστοσύνης  $\alpha$

Για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$  η τιμή της μοναδιαίας κανονικής κατανομής είναι  $z_{0.05/2} = 1.96$  (5).

Συνεπώς η σχέση 4.4.1 γράφεται :

$$m - 1.96 * \sigma / \sqrt{n} < \mu < m + 1.96 * \sigma / \sqrt{n} \quad (\Sigmaχέση 4.4.2)$$

#### 4.5 Υπολογισμός ροής κορεσμού

Για τον υπολογισμό της τιμής ΜΕΑ των οχημάτων που κάνουν αναστροφή, σε σχέση με την τιμή ΜΕΑ των οχημάτων που στρίβουν αριστερά, είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της ροής κορεσμού της αποκλειστικής λωρίδας όταν όλα τα οχήματα της ουράς στρίβουν αριστερά.

Σε κάθε πρόσβαση, για κάθε κατηγορία μετρήσεων, όπως αυτές περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 4.3, στις οποίες ο πρώτος χαρακτηριστικός αριθμός είναι 0, δηλαδή 0 οχήματα κάνουν 0 αναστροφή, υπολογίστηκε η ροή κορεσμού κάθε φάσης στην οποία αντιστοιχούν ο συνολικός αριθμός των οχημάτων και ο χρόνος κίνησής τους. Ο υπολογισμός έγινε με βάση τη σχέση:

$$S = 3600 * (O-1) / T \quad (\Sigmaχέση 4.5.1)$$

όπου S: η ροή κορεσμού της αριστερής στροφής (ΜΕΑ ανά ώρα)

O: ο αριθμός των οχημάτων που κινούνται στον χρόνο κίνησης

T: ο χρόνος κίνησης των οχημάτων (sec)

Για κάθε κατηγορία υπολογίστηκαν επίσης ο μέσος όρος (m) των ροών κορεσμού όλων των φάσεων και η τυπική απόκλιση (σ) αυτών. Τέλος, γνωρίζοντας τα m και σ του δείγματος (από η στοιχεία), εκτιμήθηκε το διάστημα των τιμών μέσα στο οποίο θα κυμαίνεται η πραγματική μέση τιμή (μ) του πληθυσμού. Το διάστημα αυτό

υπολογίζεται από τις σχέσεις 4.4.1 και 4.4.2 με πιθανότητα (1-α) που ονομάζεται βαθμός εμπιστοσύνης.

Στον Πίνακα 4.1 φαίνονται συγκεντρωμένα όλα τα στοιχεία μετρήσεων με τα οποία θα υπολογιστεί η ροή κορεσμού στην αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής, για την πρόσβαση 1. Δηλαδή, όλα τα στοιχεία των μετρήσεων που αναφέρονται στο κορεσμένο τμήμα της κάθε φάσης σηματοδότησης. Στον πίνακα αναγράφονται το σύνολο των οχημάτων που κινούνται στο κορεσμένο τμήμα της φάσης σηματοδότησης, ο συνολικός χρόνος κίνησής τους, η συχνότητα εμφάνισης των χρόνων κίνησης και τέλος οι κυκλοφοριακές ροές που αντιστοιχούν στα 2 πρώτα από τα μεγέθη που προαναφέρθηκαν.

Τα αντίστοιχα στοιχεία που αναφέρονται στην πρόσβαση 2 φαίνονται στον Πίνακα 4.2.

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο σχημάτων	Χρόνος κίνησης	Συχνότητα εμφάνισης	Κυκλοφοριακή ροή
		sec		ΜΕΑ/ώρα
0	7	10	4	2160
		11	10	1964
		12	6	1800
		13	2	1662
		16	1	1350
0	8	11	2	2291
		12	5	2100
		13	13	1938
		14	4	1800
		15	1	1680
		16	1	1575
0	9	13	8	2215
		14	15	2057
		15	16	1920
		16	4	1800
		17	1	1694
		19	1	1516
0	10	14	5	2314
		15	6	2160
		16	13	2025
		17	6	1906
		18	3	1800
		19	2	1705
		20	1	1620
0	11	16	1	2250
		17	6	2118
		18	1	2000
		19	1	1895
		20	1	1800
		21	1	1714
0	12	19	2	2084
		20	1	1980
		21	1	1886

Πίνακας 4.1 : Απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό της ροής κορεσμού, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Συχνότητα εμφάνισης	Κυκλοφοριακή ροή
		sec		ΜΕΑ/ώρα
0	7	9	2	2400
		10	6	2160
		11	5	1964
		12	3	1800
		13	4	1662
0	8	11	8	2291
		12	8	2100
		13	7	1938
		14	6	1800
		15	1	1680
0	9	12	5	2400
		13	2	2215
		14	8	2057
		15	8	1920
		16	1	1800
		17	2	1694
		18	1	1600
0	10	13	1	2492
		14	3	2314
		15	6	2160
		16	8	2025
		17	3	1906
		18	2	1800
		19	1	1705
0	11	22	1	1473
		15	2	2400
		16	5	2250
		17	5	2118
		18	3	2000
		19	5	1895
		20	3	1800
		21	1	1714
		22	1	1636

Πίνακας 4.2 : Απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό της ροής κορεσμού, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Συχνότητα εμφάνισης	Κυκλοφοριακή ροή
		sec		ΜΕΑ/ώρα
0	12	16	2	2475
		17	1	2329
		18	5	2200
		19	3	2084
		20	4	1980
		21	3	1886
		22	2	1800
		23	1	1722
		26	1	1523
0	13	18	2	2400
		19	2	2274
		20	2	2160
		22	2	1964
		23	2	1878
		24	3	1800
		25	1	1728
		26	1	1662

Πίνακας 4.2 : (Συνέχεια)

Για κάθε πρόσβαση, γίνεται έλεγχος των διαστημάτων εμπιστοσύνης, για  $\alpha=0.05$ , των κυκλοφοριακών ροών για κάθε κατηγορία μετρήσεων, σχετικά με το αν συναληθεύουν ή όχι μεταξύ τους. Στον Πίνακα 4.3 που ακολουθεί καταγράφονται αναλυτικά, για κάθε κατηγορία μετρήσεων, η μέση κυκλοφοριακή ροή, η τυπική της απόκλιση και το διάστημα εμπιστοσύνης μέσα στο οποίο αυτή κυμαίνεται, για την πρόσβαση 1.

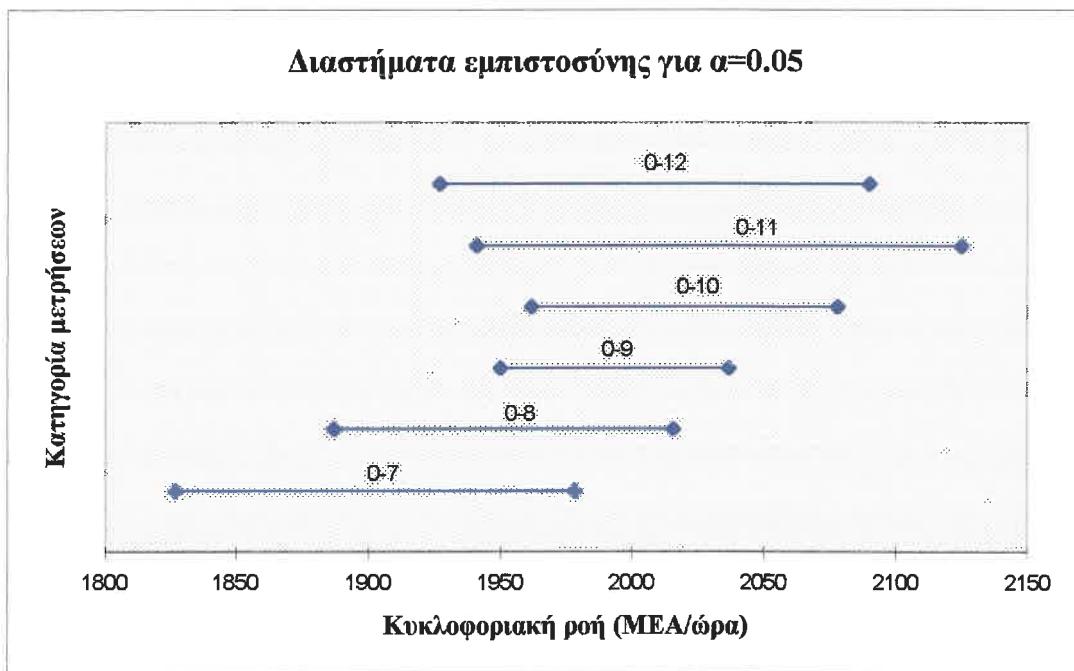
Αριθμός	Σύνολο	Μέση	Τυπική	Διάστημα εμπιστ.
αναστροφών	οχημάτων	κυκλοφ. ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		ΜΕΑ/ώρα	ΜΕΑ/ώρα	ΜΕΑ/ώρα
0	7	1902	185	1827-1978
0	8	1951	158	1887-2016
0	9	1994	150	1950-2037
0	10	2020	177	1962-2078
0	11	2033	156	1941-2125
0	12	2009	83	1927-2090

Πίνακας 4.3 : Μέσες κυκλοφοριακές ροές για κάθε κατηγορία μετρήσεων, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

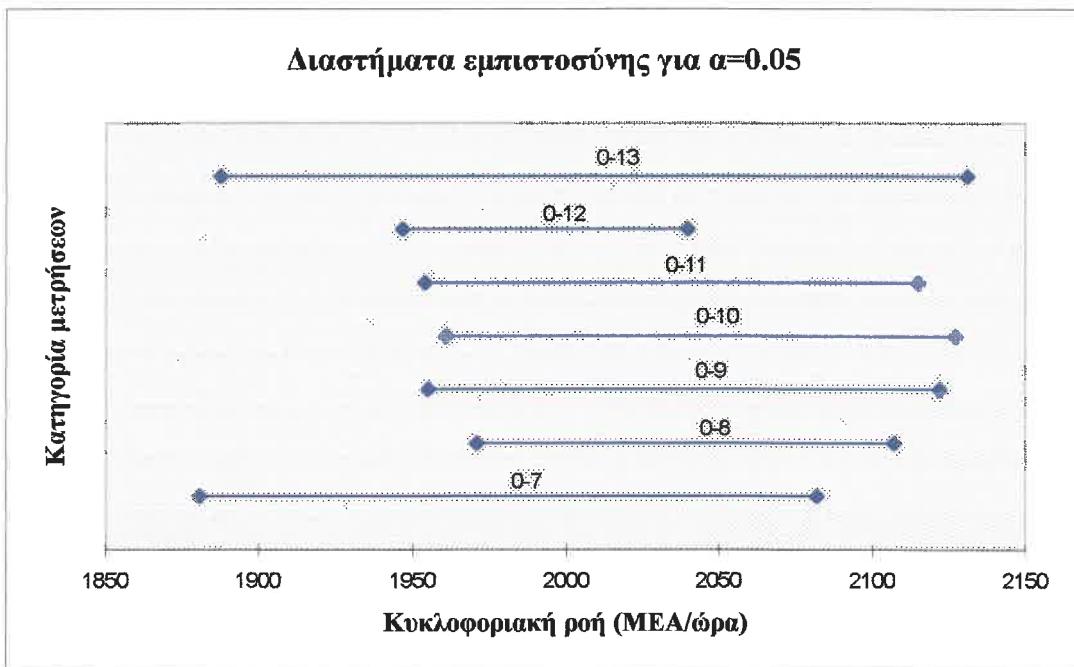
Αριθμός	Σύνολο	Μέση	Τυπική	Διάστημα εμπιστ.
αναστροφών	οχημάτων	κυκλοφ. ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		ΜΕΑ/ώρα	ΜΕΑ/ώρα	ΜΕΑ/ώρα
0	7	1981	229	1881-2082
0	8	2039	190	1971-2107
0	9	2038	221	1955-2122
0	10	2044	212	1961-2127
0	11	2035	206	1954-2115
0	12	2043	230	1947-2040
0	13	2009	240	1888-2131

Πίνακας 4.4 : Μέσες κυκλοφοριακές ροές για κάθε κατηγορία μετρήσεων, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Στον Πίνακα 4.4 φαίνονται τα αντίστοιχα στοιχεία που αφορούν στην πρόσβαση 2. Ο έλεγχος των διαστημάτων εμπιστοσύνης όλων των κατηγοριών για τις προσβάσεις γίνεται με τη βοήθεια των σχημάτων 4.1 και 4.2. Στα σχήματα αυτά απεικονίζονται τα διαστήματα εμπιστοσύνης, για την πρόσβαση 1 και 2 αντίστοιχα, και προφανώς αυτά συναληθεύουν μεταξύ τους.



Σχήμα 4.1 : Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. της ροής κορεσμού όλων των κατηγοριών μετρήσεων στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)



Σχήμα 4.2 : Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. της ροής κορεσμού όλων των κατηγοριών μετρήσεων στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

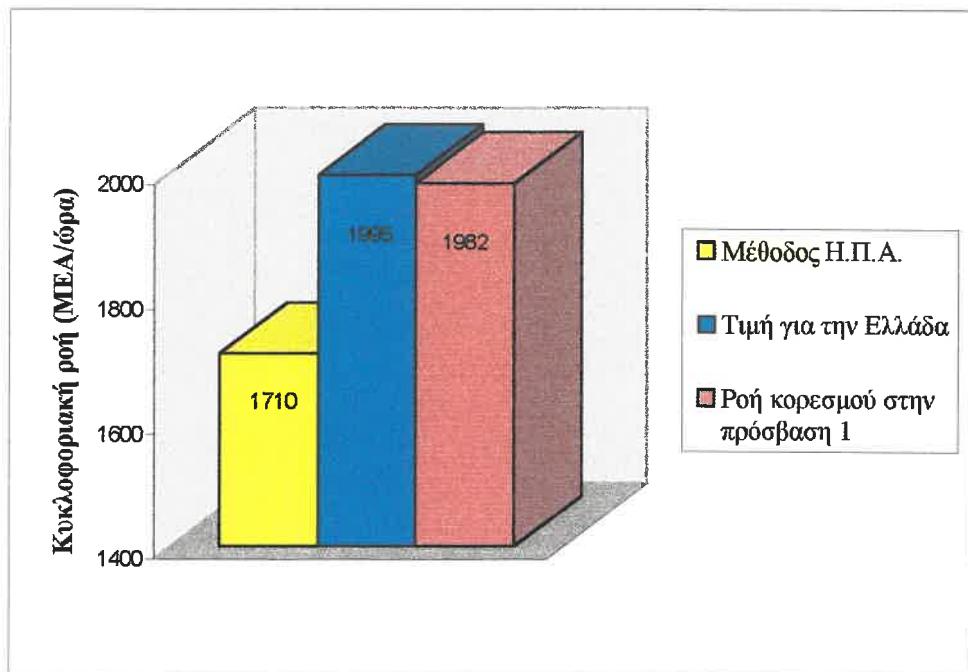
Αυτό, δηλαδή, πρακτικά σημαίνει ότι η ροή κορεσμού της κάθε πρόσβασης είναι ανεξάρτητη από το πλήθος των οχημάτων που κινούνται σε κάθε φάση. Ετσι, μπορεί να υπολογιστεί, με πιθανότητα εμφάνισης 0.95 μια ενιαία τιμή κορεσμού ομαδοποιώντας όλα τα στοιχεία των μετρήσεων στα οποία ο αριθμός των αναστροφών που πραγματοποιήθηκαν είναι 0.

Στον Πίνακα 4.5 φαίνεται, για κάθε πρόσβαση η ενιαία τιμή ροής κορεσμού, η τυπική απόκλισή της και το διάστημα εμπιστοσύνης για  $\alpha=0.05$ .

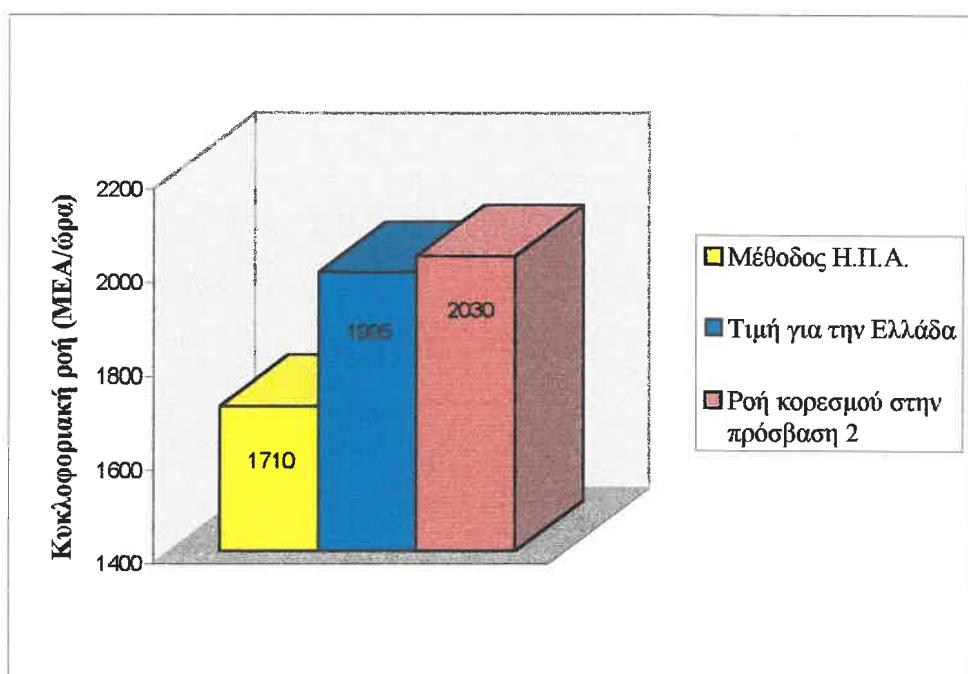
Πρόσβαση	Ροή κορεσμού	Τυπ. απόκλιση	Διάστημα εμπιστ.
	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
1	1982	229	1881-2082
2	2030	217	1997-2063

Πίνακας 4.5 : Ροές κορεσμού που υπολογίζονται ενιαία για την κάθε πρόσβαση

Συγκεκριμένα προκύπτουν για την πρόσβαση 1  $S^{(1)}=1982$  MEA ανά ώρα και για την πρόσβαση 2  $S^{(2)}=2030$  MEA ανά ώρα. Θεωρώντας το μειωτικό συντελεστή για τις αριστερές στροφές που προτείνει ο κανονισμός  $FLT=0.95$  (1), η τιμή για τη ροή κορεσμού που προτείνει η μέθοδος ΗΠΑ ( $1800$  MEA/ώρα σε ευθεία) για την στροφή προσεγγιστικά θα είναι ίση με  $S=0.95*1800=1710$  MEA/ώρα. Ανάλογα, αφού για την Ελλάδα η ροή κορεσμού για ευθεία υπολογίζεται στα  $2100$  MEA/ώρα (6), στην αριστερή στροφή μπορεί να υποτεθεί ροή κορεσμού ίση με  $S=0.95*2100=1995$  MEA/ώρα. Στην πρόσβαση 1 η  $S^{(1)}$  συμφωνεί με τα στοιχεία που ισχύουν για την Ελλάδα. Όσον αφορά στην πρόσβαση 2 η  $S^{(2)}$  είναι λίγο μεγαλύτερη από την αναμενόμενη (βλ. Σχήματα 4.3,4.4). Αυτό μπορεί να αποδοθεί βασικά στον πολύ μικρό αριθμό δικύκλων που κινούνται στην πρόσβαση 2 σε αντίθεση με την πρόσβαση 1. Αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη άνεση στην κίνηση των οχημάτων και στους ελιγμούς και επομένως μεγαλύτερη κυκλοφοριακή ροή στην πρόσβαση.



Σχήμα 4.3 : Ροή κορεσμού. Σύγκριση της τιμής S(1) που υπολογίστηκε για την πρόσβαση 1, με την προτεινόμενη τιμή της μεθόδου Η.Π.Α. και την τιμή που συναντάται στην Ελλάδα.



Σχήμα 4.4 : Ροή κορεσμού. Σύγκριση της τιμής S(2) που υπολογίστηκε για την πρόσβαση 2, με την προτεινόμενη τιμή της μεθόδου Η.Π.Α. και την τιμή που συναντάται στην Ελλάδα.

4.6 Επίδραση της θέσης της αναστροφής στην ουρά για μετρήσεις με 1 αναστροφή

Τα στοιχεία των μετρήσεων που καταγράφηκαν και αφορούν στις φάσεις όπου πραγματοποιήθηκε μία αναστροφή, παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.6 και 4.7. Συγκεκριμένα, τα στοιχεία αυτά έχουν ήδη επεξεργαστεί και ομαδοποιηθεί ανάλογα με το σύνολο των οχημάτων της κάθε φάσης. Αναγράφονται, λοιπόν, ο συνολικός αριθμός οχημάτων κάθε φάσης, ο συνολικός χρόνος κίνησης των οχημάτων, η συχνότητα εμφάνισης των χρόνων κίνησης και τέλος οι κυκλοφοριακές ροές που αντιστοιχούν στα μεγέθη αυτά. Ο Πίνακας 4.6 αναφέρεται στην πρόσβαση 1 και ο Πίνακας 4.7 αναφέρεται στην πρόσβαση 2.

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο σχημάτων	Χρόνος κίνησης	Συχνότητα εμφάνισης	Κυκλοφοριακή ροή
		sec		ΜΕΑ/ώρα
1	7	10	2	2160
		11	1	1964
		12	8	1800
		13	1	1662
1	8	11	2	2291
		12	5	2100
		13	9	1938
		14	4	1800
		15	4	1680
		16	3	1575
		17	1	1482
1	9	13	1	2215
		14	9	2057
		15	16	1920
		16	12	1800
		17	2	1694
		18	1	1600
1	10	15	3	2160
		16	6	2025
		17	13	1906
		18	7	1800
		19	4	1705
1	11	17	2	2118
		18	1	2000
		19	6	1895
		20	4	1800
1	12	19	1	2084
		20	1	1980
		21	4	1886
		22	1	1800

Πίνακας 4.6 : Συνοπτικά όλα τα στοιχεία μετρήσεων με 1 αναστροφή, στην την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Συχνότητα εμφάνισης	Κυκλοφοριακή ροή
		sec		ΜΕΑ/ώρα
1	7	10	1	2160
		11	2	1964
		12	1	1800
		15	1	1440
1	8	11	1	2291
		12	1	2100
		13	6	1938
		14	4	1800
		15	2	1938
		16	1	1575
1	9	13	2	2215
		14	5	2057
		15	6	1920
		16	4	1800
		17	3	1694
		18	2	1600
1	10	15	4	2160
		16	5	2025
		17	3	1906
		18	4	1800
		19	3	1705
		20	2	1620
1	11	16	3	2250
		17	4	2118
		18	5	2000
		19	9	1895
		20	5	1800
		21	3	1714
		22	1	1636
		23	2	1565

Πίνακας 4.7 : Συνοπτικά όλα τα στοιχεία μετρήσεων με 1 αναστροφή, στην την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Συγχρότητα εμφάνισης	Κυκλοφοριακή ροή
		sec		ΜΕΑ/ώρα
1	12	17	1	2329
		18	3	2200
		19	4	2084
		20	4	1980
		21	7	1886
		22	4	1800
		23	3	1722
		24	2	1650
		25	1	1584
1	13	20	9	2160
		21	6	2057
		22	7	1964
		23	9	1878
		24	3	1800
		25	3	1728
		26	3	1662
		27	2	1600

Πίνακας 4.7 : (Συνέχεια)

Το επόμενο που πρέπει να ερευνηθεί είναι ποια είναι η επίδραση της θέσης στην ουρά του οχήματος που κάνει την αναστροφή, εάν βέβαια υπάρχει επίδραση. Να ερευνηθεί, δηλαδή, εάν η θέση στην ουρά του οχήματος που κάνει αναστροφή επηρεάζει σημαντικά την τιμή ΜΕΑ που πρόκειται να προσδιοριστεί, ή όχι.

Για να δοθεί απάντηση στο ερώτημα αυτό, πρέπει για όλες τις δυνατές περιπτώσεις της θέσης της αναστροφής στην ουρά να πραγματοποιηθεί ξεχωριστή επεξεργασία υπολογίζοντας τη μέση τιμή της ροής, την τυπική απόκλιση και το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή, όπως και στο κεφάλαιο 4.5. Κατόπιν να γίνει έλεγχος για το αν τα διαστήματα αυτά συναληθεύουν μεταξύ τους, οπότε η θέση δεν επηρεάζει ή αν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, οπότε η θέση επηρεάζει. Ωστόσο, για να γίνει αυτό, για την κάθε θέση απαιτείται ένας πολύ μεγάλος όγκος μετρήσεων, που λόγω χρόνου δεν ήταν πρακτικά δυνατόν να συλλεχθεί. Για να είναι εφικτή, λοιπόν, η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το θέμα αυτό, αποφασίστηκε να εξεταστούν ξεχωριστά τέσσερις κατηγορίες θέσεων, ομαδοποιώντας κάποια στοιχεία για τα οποία εκτιμάται ότι μπορούν να ομαδοποιηθούν χωρίς να αλλοιωθεί η αξιοπιστία των στοιχείων αυτών. Από την προκαταρκτική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις 2 προσβάσεις προκύπτει η εκτίμηση ότι η θέση 1 καθώς και η τελευταία θέση της ουράς ίσως να επηρεάζουν ιδιαίτερα την κίνηση των οχημάτων της αποκλειστικής λωρίδας, συνεπώς και τη σχέση μεταξύ της τιμής ΜΕΑ των οχημάτων που κάνουν αναστροφή και αυτών που στρίβουν αριστερά. Αυτό οφείλεται:

1. Στο ότι το τελευταίο όχημα προσαρμόζει την κίνησή του ανάλογα με το αν περνά την γραμμή εκκίνησης πριν ανάψει το κόκκινο, οπότε κινείται πιο άνετα και ίσως πιο αργά ή αν περνά τη γραμμή εκκίνησης με κόκκινο οπότε βιάζεται να περάσει για να μην εμπλακεί στην πορεία των οχημάτων στα υπόλοιπα ρεύματα της πρόσβασης.
2. Στο ότι τα οχήματα αυτά επηρεάζουν ή επηρεάζονται μόνο από ένα όχημα σε αντίθεση με τα οχήματα που κάνουν αναστροφή από ενδιάμεση θέση. Δηλαδή, τα οχήματα αυτά συμμετέχουν σε μία μόνο εμπλοκή.

Για τα υπόλοιπα οχήματα της ουράς, πλην του πρώτου και του τελευταίου εφ' όσον δεν διατίθεται μεγάλος όγκος μετρήσεων αποφασίστηκε η ομαδοποίηση σε δύο κατηγορίες και συγκεκριμένα στη μία τα πρώτα μισά και στην άλλη τα τελευταία μισά. Αυτό έγινε εκτιμώντας ότι έτσι γίνεται μια αμερόληπτη και τυχαία ομαδοποίηση και συνεπώς τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι αξιόπιστα. Φυσικά με την ομαδοποίηση αυτή εξασφαλίζεται ότι ο πληθυσμός της κάθε κατηγορίας έχει ικανό μέγεθος, αξιόπιστο στατιστικά.

Οι κατηγορίες που αναφέρθηκαν νωρίτερα συμβολίζονται στο εξής με ένα χαρακτηριστικό αριθμό. Συγκεκριμένα συμβολίζονται με:

- α. 1, τα οχήματα που κάνουν αναστροφή από την πρώτη θέση της ουράς.
- β. 2, τα οχήματα που κάνουν αναστροφή ενώ βρίσκονται σε μια από τις πρώτες μισές θέσεις της ουράς, εκτός της πρώτης.
- γ. 3, τα οχήματα που κάνουν αναστροφή ενώ βρίσκονται σε μια από τις τελευταίες μισές θέσεις της ουράς, εκτός της τελευταίας.
- δ. 4, τα οχήματα που κάνουν αναστροφή από την τελευταία θέση της ουράς.

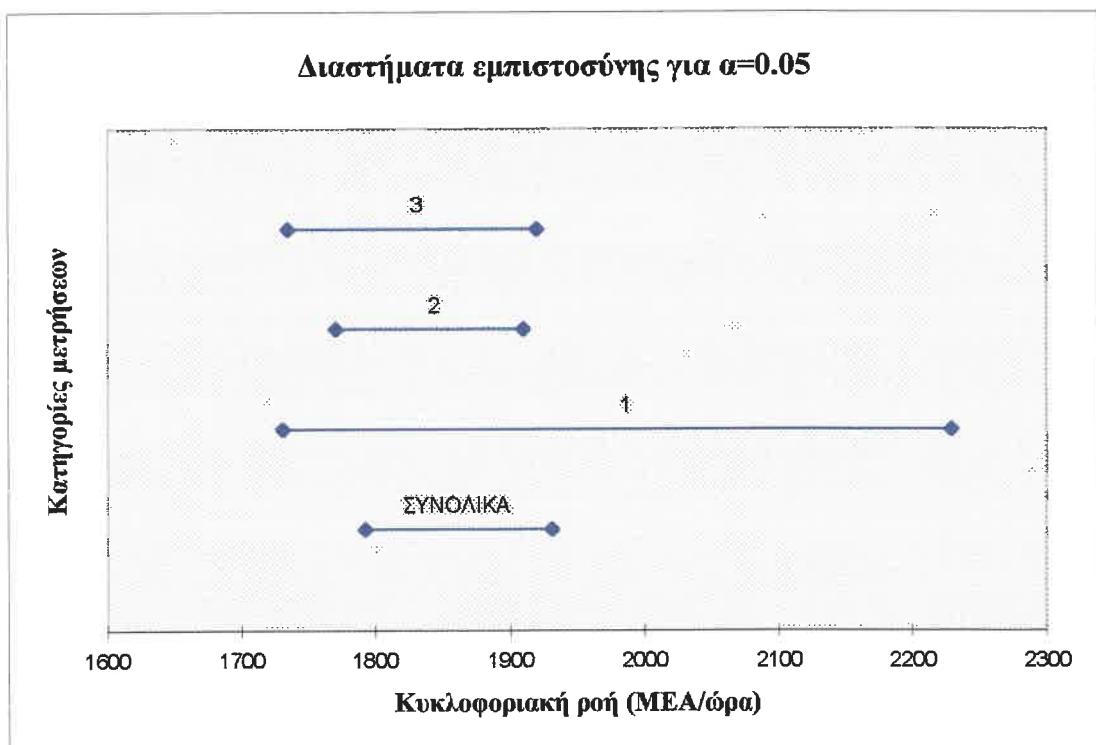
Να σημειωθεί, ότι στις μετρήσεις βρέθηκαν φάσεις στις οποίες έγιναν 0 ή 1 ή 2 αναστροφές. Επειδή η τελευταία περίπτωση, δηλαδή με 2 αναστροφές, δεν ήταν πολύ συχνή, τελικά η στατιστική ανάλυση θα περιοριστεί μόνο στην περίπτωση των φάσεων με 1 αναστροφή για την οποία διαθέτουμε αρκετά στοιχεία, ενώ για την περίπτωση των 2 αναστροφών θα γίνει μια σύντομη αναφορά χωρίς περαιτέρω λεπτομέρειες.

Στους πίνακες 4.8 έως και 4.13 που ακολουθούν φαίνονται αναλυτικά όλα τα στοιχεία σχετικά με τις κατηγορίες αυτές, για την πρόσβαση 1. Συγκεκριμένα, αναγράφονται ο μέσος χρόνος κίνησης των οχημάτων της ουράς, η μέση τιμή της κυκλοφοριακής ροής, η τυπική απόκλιση και τα διαστήματα εμπιστοσύνης (για  $\alpha=0.05$ ), για κάθε μια από τις τέσσερις κατηγορίες, καθώς και για το σύνολό τους.

Κατηγορία 1-7

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	12	11,67	1862	121	1793-1931
κατηγορία 1	2	11,00	1980	180	1731-2229
κατηγορία 2	4	11,75	1841	71	1771-1910
κατηγορία 3	8	11,88	1828	134	1735-1920
κατηγορία 4	0	-	-	-	-

Πίνακας 4.8 : Κατηγορία 1-7. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. Λεωφόρος Μεσογείων)

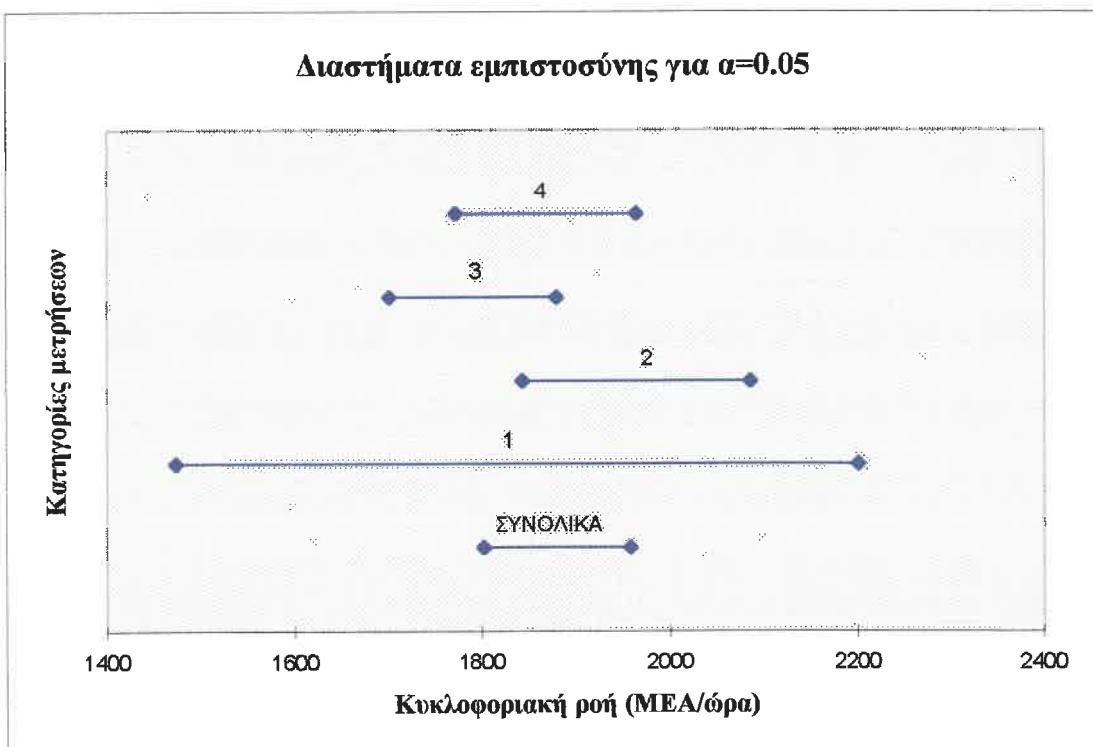


Σχήμα 4.5 : Κατηγορία 1-7. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

Κατηγορία 1-8

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	28	13,57	1881	210	1803-1958
κατηγορία 1	2	14,00	1838	263	1474-2201
κατηγορία 2	13	13,00	1965	223	1844-2086
κατηγορία 3	11	14,18	1790	152	1701-1880
κατηγορία 4	2	13,50	1869	69	1773-1965

Πίνακας 4.9 : Κατηγορία 1-8. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. Λεωφόρος Μεσογείων)

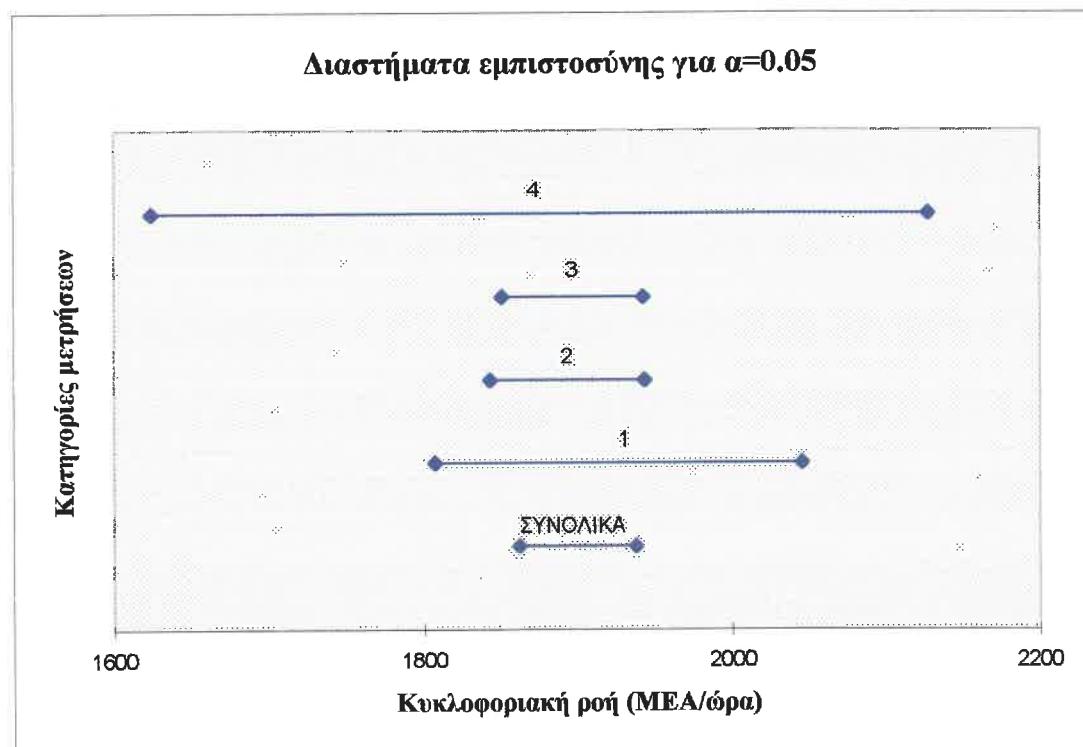


Σχήμα 4.6 : Κατηγορία 1-8. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

Κατηγορία 1-9

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	41	15,20	1900	124	1862-1938
κατηγορία 1	3	15,00	1926	105	1807-2045
κατηγορία 2	25	15,28	1894	129	1843-1944
κατηγορία 3	18	15,17	1897	100	1851-1943
κατηγορία 4	2	15,50	1876	182	1624-2127

Πίνακας 4.10 : Κατηγορία 1-9. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. Λεωφόρος Μεσογείων)

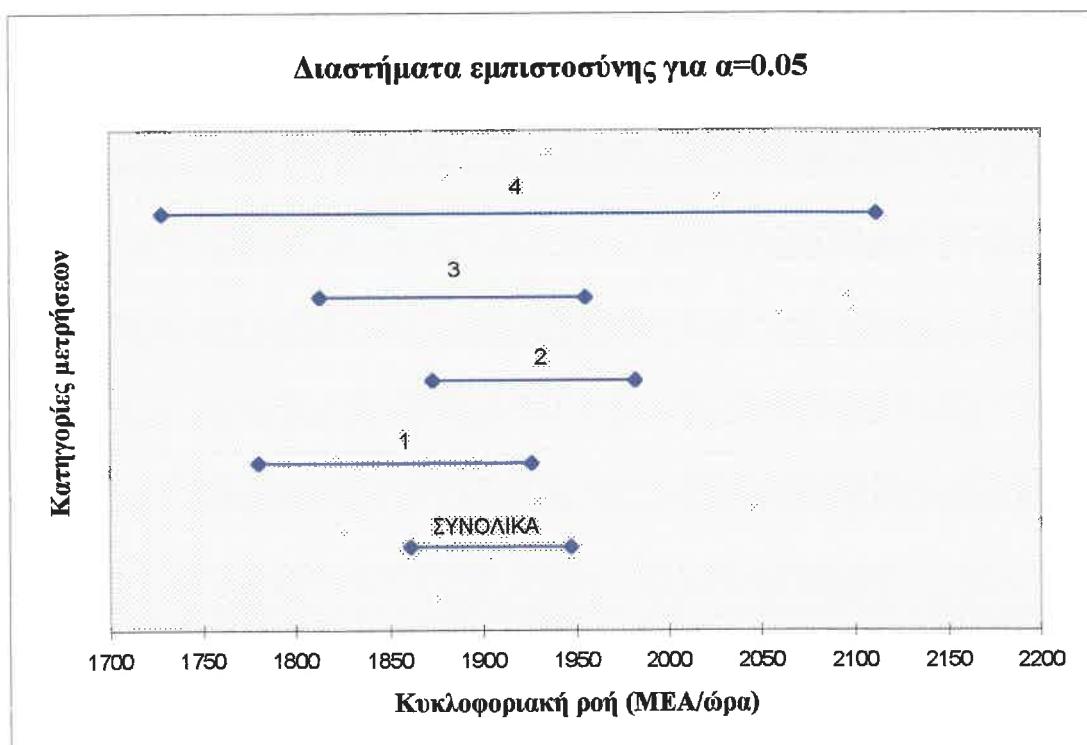


Σχήμα 4.7 : Κατηγορία 1-9. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

## Κατηγορία 1-10

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	33	17,09	1904	125	1861-1947
κατηγορία 1	2	17,50	1853	53	1780-1926
κατηγορία 2	14	16,86	1928	104	1873-1982
κατηγορία 3	14	17,29	1884	135	1813-1955
κατηγορία 4	3	17,00	1920	170	1728-2112

Πίνακας 4.11 : Κατηγορία 1-10. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. Λεωφόρος Μεσογείων)

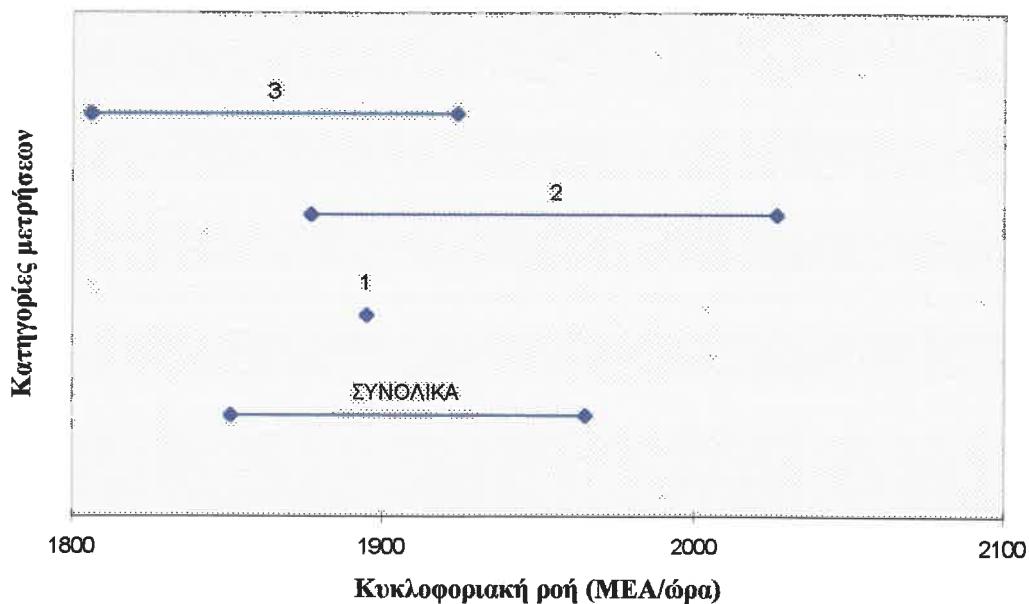


Σχήμα 4.8 : Κατηγορία 1-10. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

## Κατηγορία 1-11

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	13	18,92	1908	105	1851-1965
κατηγορία 1	1	19,00	1895	0	1895-1895
κατηγορία 2	8	18,50	1952	108	1877-2027
κατηγορία 3	6	19,33	1865	74	1806-1924
κατηγορία 4	0	-	-	-	-

Πίνακας 4.12 : Κατηγορία 1-11. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. Λεωφόρος Μεσογείων)

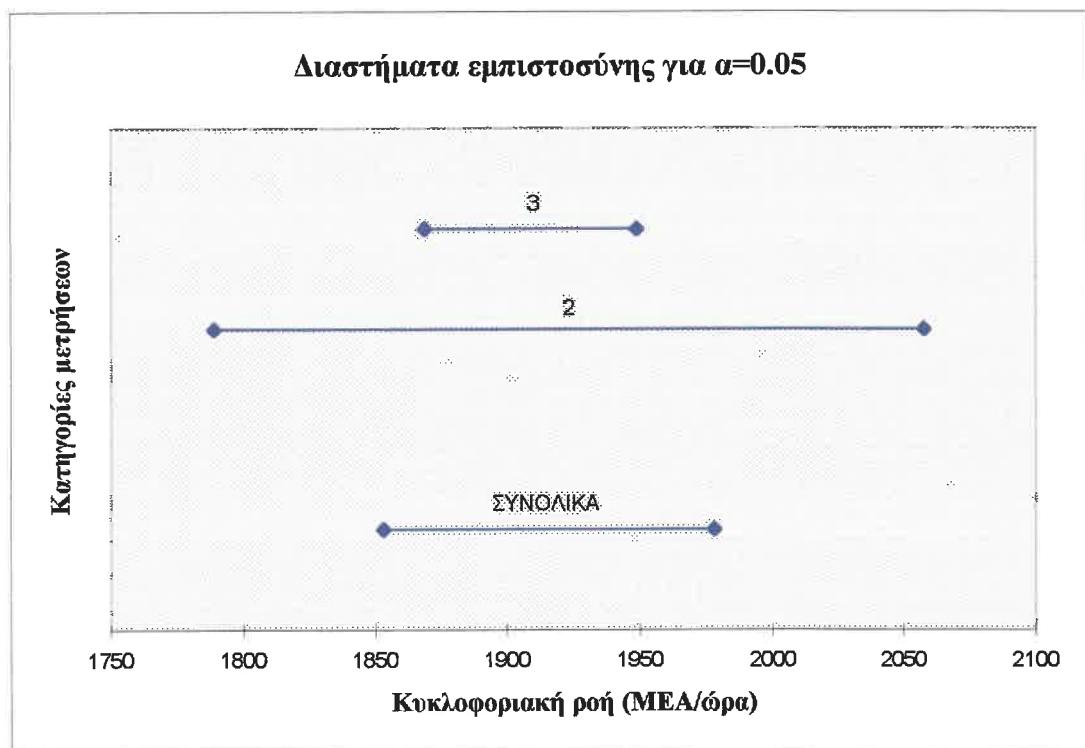
Διαστήματα εμπιστοσύνης για  $\alpha=0.05$ 

Σχήμα 4.9 : Κατηγορία 1-11. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

## Κατηγορία 1-12

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	7	20,71	1915	84	1853-1978
κατηγορία 1	0	-	-	-	-
κατηγορία 2	3	20,67	1923	119	1789-2058
κατηγορία 3	4	20,75	1909	41	1869-1949
κατηγορία 4	0	-	-	-	-

Πίνακας 4.13 : Κατηγορία 1-12. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 1. Λεωφόρος Μεσογείων)



Σχήμα 4.10 : Κατηγορία 1-12. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

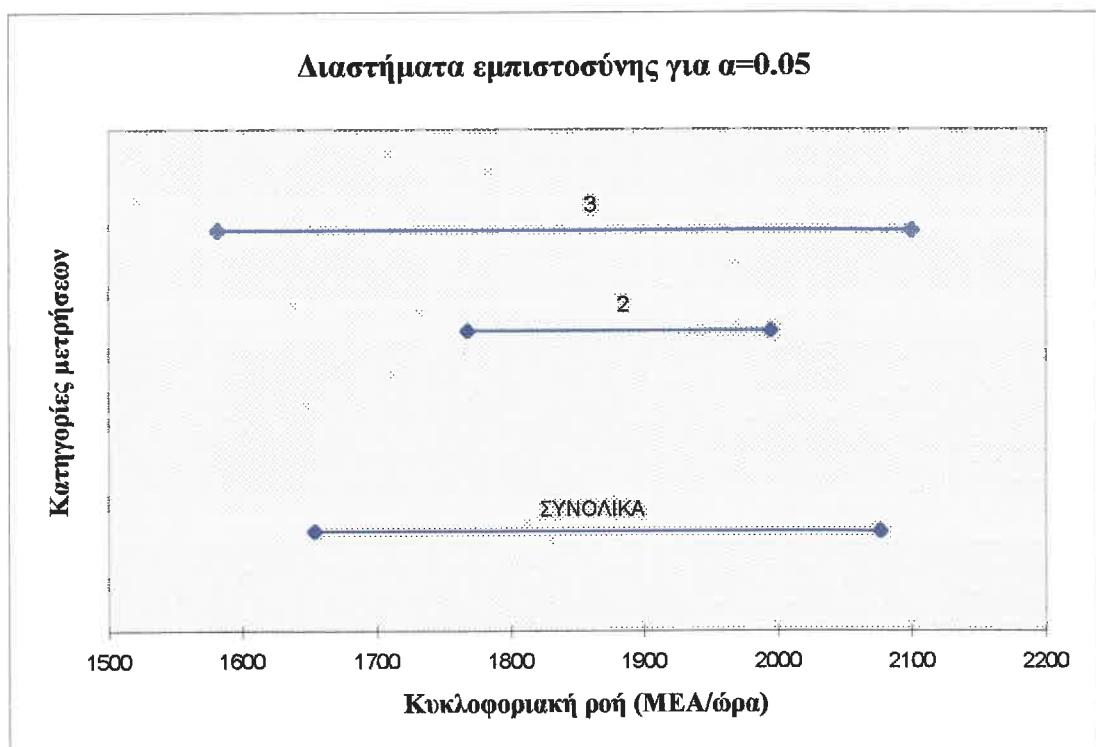
Όπως φαίνεται δε διατίθεται για όλες τις περιπτώσεις ο ίδιος αριθμός μετρήσεων. Επίσης, φαίνεται ότι τα διαστήματα εμπιστοσύνης που προκύπτουν είναι αρκετά μεγάλα και αυτό ασφαλώς δεν ικανοποιεί απόλυτα. Σ' άλλες περιπτώσεις όταν υπάρχει μόνο ένα στοιχείο δεν ορίζεται διάστημα εμπιστοσύνης αφού η τυπική απόκλιση είναι 0. Ωστόσο, θα γίνουν αποδεκτά τα στοιχεία αυτά, αφού για τα στοιχεία που διατίθενται, αυτή είναι η καλύτερη δυνατή αντιμετώπιση του προβλήματος. Εξετάζοντας λοιπόν, τα διαστήματα αυτά προκύπτει ότι αυτά συναληθεύουν μεταξύ τους για την κάθε κατηγορία μετρήσεων (1-7, 1-8 κτλ) για επίπεδο εμπιστοσύνης 0.95 (βλ. Σχήματα 4.5-4.10).

Η ίδια διαδικασία γίνεται και για την πρόσβαση 2, τα στοιχεία της οποίας αναγράφονται στους Πίνακες 4.14 έως καί 4.20. Και για την πρόσβαση αυτή ισχύουν γενικά τα ίδια δεδομένα και τελικά, όπως φαίνεται στα Σχήματα 4.11-4.17, τα διαστήματα εμπιστοσύνης των κατηγοριών συναληθεύουν μεταξύ τους.

Κατηγορία 1-7

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	5	11,80	1865	241	1654-2077
κατηγορία 1	0	-	-	-	-
κατηγορία 2	2	11,50	1882	82	1768-1995
κατηγορία 3	4	12,00	1841	264	1582-2100
κατηγορία 4	0	-	-	-	-

Πίνακας 4.14 : Κατηγορία 1-7. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. Λεωφόρος Αμφιθέας)

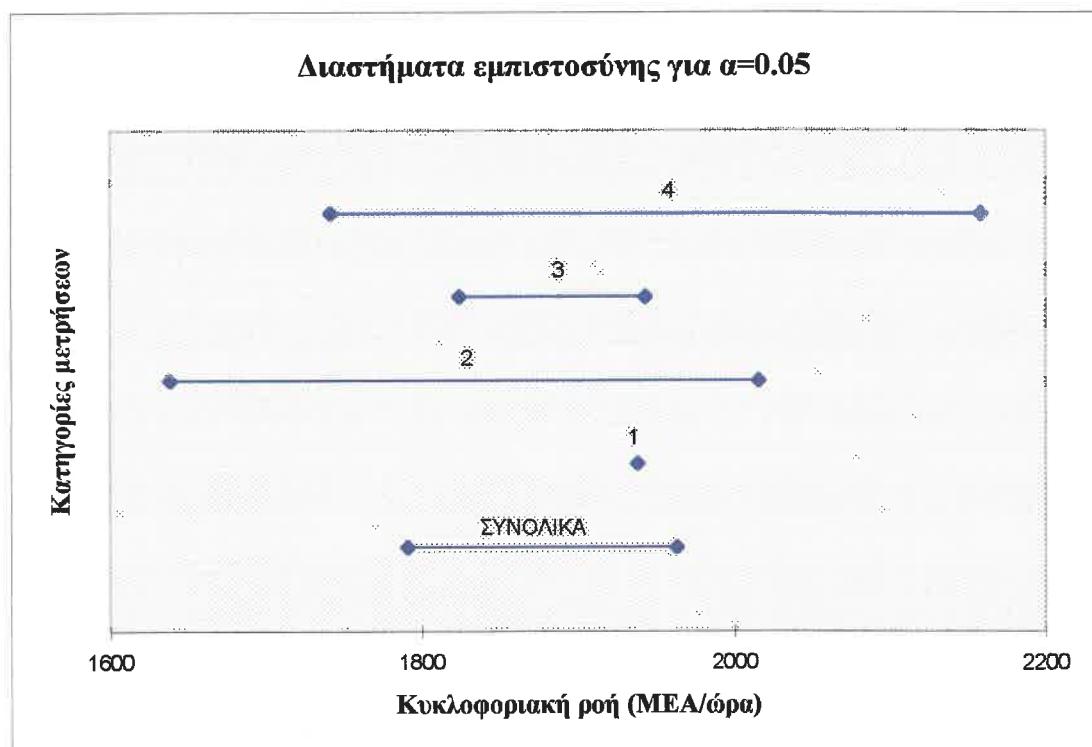


Σχήμα 4.11 : Κατηγορία 1-7. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Κατηγορία 1-8

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	15	10,77	1877	171	1791-1963
κατηγορία 1	2	10,50	1938	0	1938-1938
κατηγορία 2	6	11,00	1827	236	1638-2016
κατηγορία 3	5	10,42	1883	68	1824-1943
κατηγορία 4	2	10,50	1950	150	1742-2158

Πίνακας 4.15 : Κατηγορία 1-8. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. Λεωφόρος Αμφιθέας)

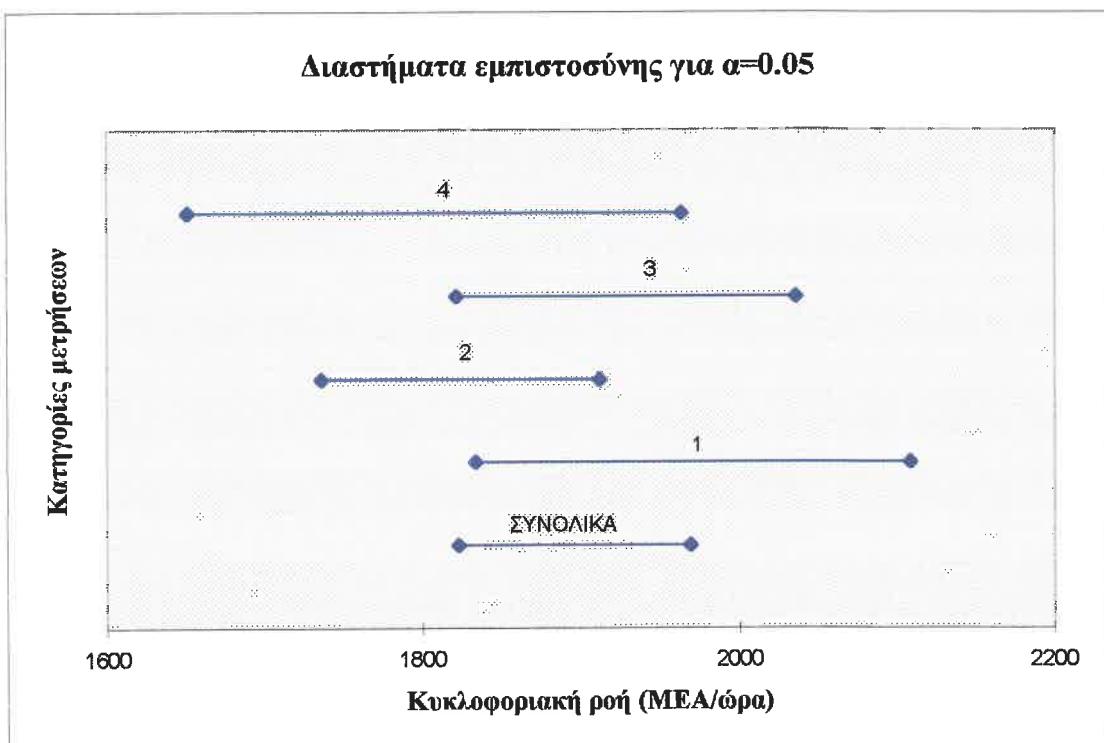


Σχήμα 4.12 : Κατηγορία 1-8. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Κατηγορία 1-9

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	22	15,32	1896	175	1823-1969
κατηγορία 1	3	15,00	1971	121	1834-2109
κατηγορία 2	7	15,86	1824	119	1736-1912
κατηγορία 3	12	15,08	1929	189	1822-2036
κατηγορία 4	2	16,00	1807	113	1651-1964

Πίνακας 4.16 : Κατηγορία 1-9. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. Λεωφόρος Αμφιθέας)

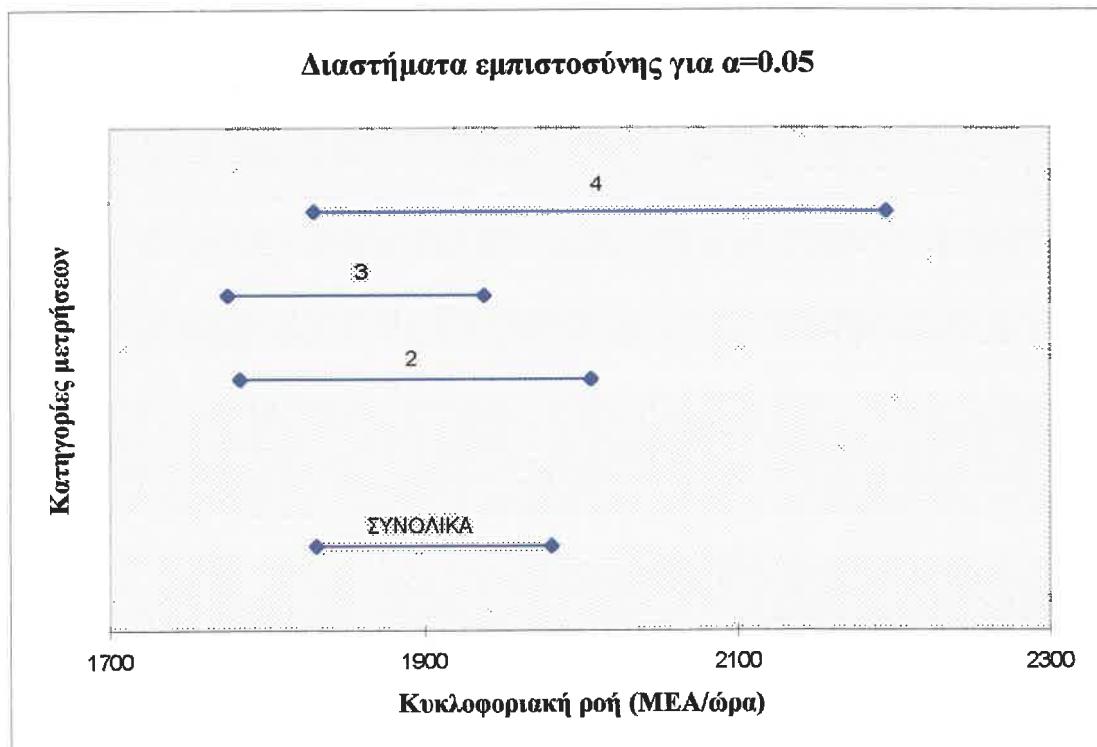


Σχήμα 4.13 : Κατηγορία 1-9. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Κατηγορία 1-10

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	21	17,14	1907	177	1831-1982
κατηγορία 1	0	-	-	-	-
κατηγορία 2	11	17,27	1895	190	1783-2007
κατηγορία 3	6	17,50	1857	102	1775-1939
κατηγορία 4	4	16,25	2013	186	1830-2195

Πίνακας 4.17 : Κατηγορία 1-10. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. Λεωφόρος Αμφιθέας)

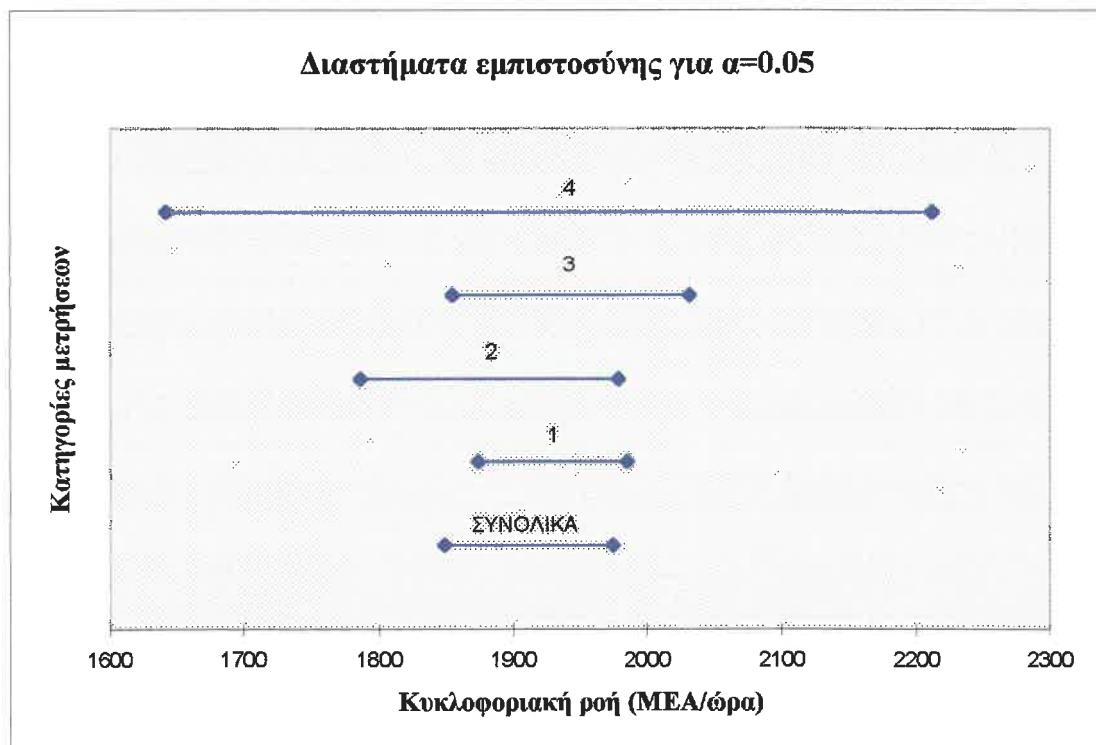


Σχήμα 4.14 : Κατηγορία 1-10. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Κατηγορία 1-11

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	32	19,00	1912	181	1849-1975
κατηγορία 1	3	18,67	1930	50	1874-1986
κατηγορία 2	13	19,31	1882	177	1786-1979
κατηγορία 3	15	18,67	1944	175	1855-2032
κατηγορία 4	3	19,00	1927	252	1642-2212

Πίνακας 4.18 : Κατηγορία 1-11. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. Λεωφόρος Αμφιθέας)

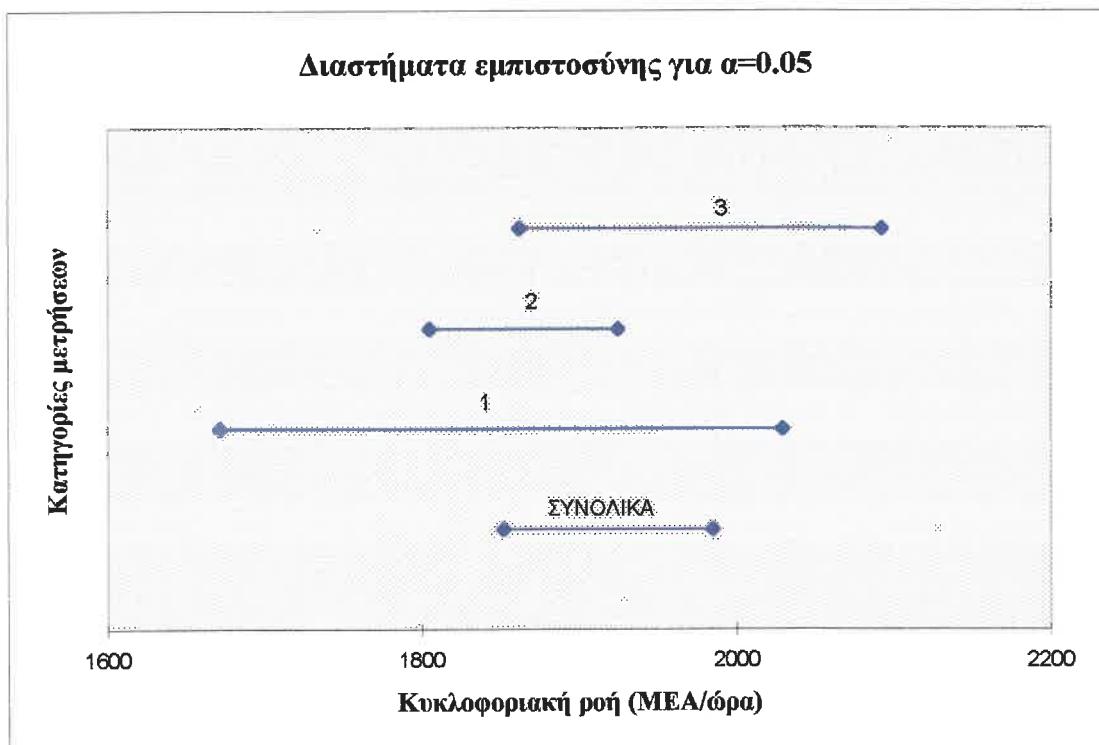


Σχήμα 4.15 : Κατηγορία 1-11. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

## Κατηγορία 1-12

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	29	20,83	1918	183	1852-1985
κατηγορία 1	2	21,50	1851	129	1672-2030
κατηγορία 2	13	21,00	1865	110	1805-1925
κατηγορία 3	14	20,29	1978	221	1862-2093
κατηγορία 4	0	-	-	-	-

Πίνακας 4.19 : Κατηγορία 1-12. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. Λεωφόρος Αμφιθέας)

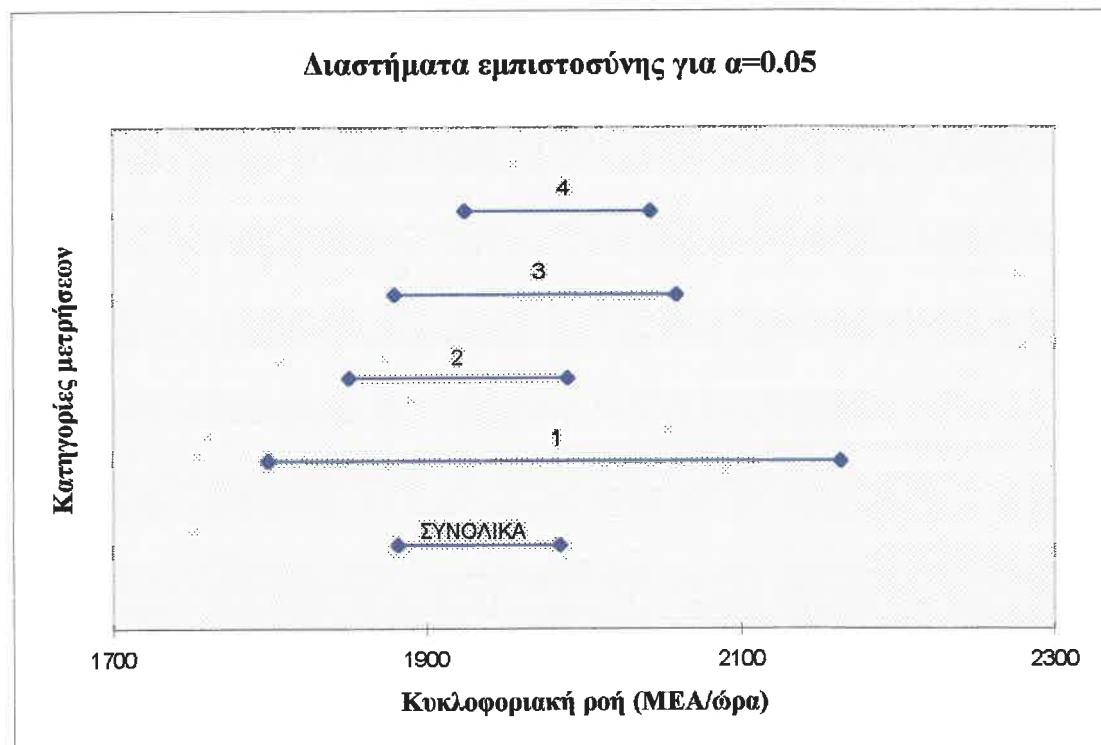


Σχήμα 4.16 : Κατηγορία 1-12. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

## Κατηγορία 1-13

	πλήθος	μέσος χρόνος	μέση κυκλοφ.	τυπική	διάστημα εμπιστ.
	μετρήσεων	κίνησης	ροή	απόκλιση	για $\alpha=0.05$
		sec	MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
συνολικά	42	22,52	1933	170	1882-1985
κατηγορία 1	4	22,00	1982	186	1799-2164
κατηγορία 2	20	22,65	1920	158	1851-1990
κατηγορία 3	18	22,17	1969	194	1880-2059
κατηγορία 4	5	21,80	1984	67	1925-2043

Πίνακας 4.20 : Κατηγορία 1-13. Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με τη θέση της αναστροφής, καθώς και για το σύνολο των οχημάτων της κατηγορίας, για την πρόσβαση 2. Λεωφόρος Αμφιθέας)



Σχήμα 4.17 : Κατηγορία 1-13. Παρουσιάζει τη συναλήθευση των δ.ε. των τιμών της κυκλοφοριακής ροής, σύμφωνα με τη θέση της αναστροφής, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Σε μερικές κατηγορίες βέβαια λόγω της έλλειψης των στοιχείων δεν υπάρχουν και οι τέσσερις κατηγορίες των θέσεων της αναστροφής. Στις περιπτώσεις αυτές γίνεται δεκτό ότι επειδή για όλα τα διαστήματα εμπιστοσύνης υπάρχει συναλήθευση, και για τις υπόλοιπες κατηγορίες που λείπουν, τα διαστήματα εμπιστοσύνης θα συναληθεύουν χωρίς να γίνεται σημαντικό λάθος. Με τη συναλήθευση αυτή βγαίνει το συμπέρασμα ότι η θέση στην ουρά που έχει το όχημα που κάνει αναστροφή δεν επηρεάζει ιδιαίτερα την ροή κορεσμού της αριστερής στροφής. Για το λόγο αυτό στη συνέχεια της ανάλυσης, η διαπραγμάτευση του προβλήματος γίνεται για το σύνολο των οχημάτων και ανεξάρτητα από τη θέση της αναστροφής στην ουρά.

#### 4.7 Μετρήσεις με 2 αναστροφές

Όπως προαναφέρθηκε οι περιπτώσεις στις οποίες λαμβάνουν χώρα 2 αναστροφές είναι σχετικά περιορισμένες. Συγκεκριμένα, στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας) τα στοιχεία που συλλέχθησαν είναι πολύ λίγα και δεν επιτρέπεται μια εμπεριστατωμένη ανάλυσή τους. Όσον αφορά την πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων) τα στοιχεία σε κάποιες κατηγορίες θεωρούνται αρκετά και έτσι πραγματοποιήθηκε η ανάλυσή τους. Τα στοιχεία αυτά φαίνονται στον Πίνακα 4.21.

Στο κεφάλαιο 4.6 αποδείχθηκε ότι όταν γίνεται μία αναστροφή, η θέση της δεν επηρεάζει την κυκλοφοριακή ικανότητα της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής. Λόγω έλλειψης στοιχείων, που να αφορούν μετρήσεις με δύο αναστροφές, γίνεται η παραδοχή ότι το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση αυτή. Θεωρείται δηλαδή, ότι η θέση των 2 αναστροφών δεν επηρεάζει την κυκλοφοριακή ροή και ως εκ τούτου τα στοιχεία ομαδοποιούνται σε κατηγορίες όπως προηγουμένως, ήτοι, 2-8, 2-9 κλπ. Μ'αυτόν τον τρόπο, για κάθε κατηγορία προκύπτει η τιμή της μέσης κυκλοφοριακής ροής, η τυπική της απόκλιση και το διάστημα εμπιστοσύνης (για  $\alpha=0.05$ ) μέσα στο οποίο κυμαίνεται, που φαίνονται στον Πίνακα 4.22.

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Συχνότητα εμφάνισης	Κυκλοφοριακή ροή
		sec		ΜΕΑ/ώρα
2	7	11	1	1964
		12	2	1800
		14	1	1543
2	8	12	1	2100
		13	6	1939
		14	3	1800
		15	3	1680
		16	3	1575
2	9	13	1	2215
		14	1	2057
		15	4	1920
		16	9	1800
		17	6	1694
2	10	15	1	2160
		16	1	2025
		17	5	1906
		18	5	1800
		19	5	1705
2	12	20	4	1980
		21	1	1886
		23	1	1722
		24	2	1650

Πίνακας 4.21 : Συνοπτικά όλα τα στοιχεία μετρήσεων με 2 αναστροφές, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο οχημάτων	Συχνότητα εμφάνισης	Μέσος χρ. κίνησης	Μέση κυκλ. ροή	Τυπική	Διάστημα εμπιστ.
			sec	ΜΕΑ/ώρα	ΜΕΑ/ώρα	ΜΕΑ/ώρα
2	7	4	12,25	1777	151	1629-1924
2	8	16	14,06	1806	158	1729-1883
2	9	21	12,43	1825	129	1769-1880
2	10	17	17,71	1838	123	1779-1896
2	12	8	21,50	1853	144	1754-1953

Πίνακας 4.22 : Υπολογισμός της μέσης κυκλοφοριακής ροής για 2 αναστροφές, ανά κατηγορία, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

#### 4.8 Προσδιορισμός τιμής ΜΕΑ

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα συμπεράσματα των κεφαλαίων 4.6 και 4.7, μπορεί για επίπεδο πιθανότητας 0.95, να υπολογιστεί μια τιμή ΜΕΑ για τα οχήματα που κάνουν αναστροφή, ανεξάρτητα της θέσης τους στην ουρά. Η τιμή αυτή, πιθανόν, θα εξαρτάται μόνο από το πλάτος των οδών στις προσβάσεις και από το ποσοστό των οχημάτων που κάνουν αναστροφή επί του συνολικού αριθμού των οχημάτων της λωρίδας αριστερής στροφής.

Με βάση τα παραπάνω μπορεί να γίνει ομαδοποίηση όλων των στοιχεία που αναφέρονται σε 1 και 2 αναστροφές για κάθε πρόσβαση, ανάλογα με το ποσοστό των αναστροφών στο σύνολο των οχημάτων και να υπολογιστεί μια ενιαία τιμή της κυκλοφοριακής ροής κάθε κατηγορίας ανάλογα με το ποσοστό αυτό. Στους Πίνακες 4.23 και 4.24 φαίνονται τα στοιχεία αυτά, για τις προσβάσεις 1 και 2 αντίστοιχα. Συγκεκριμένα αναγράφονται η μέση κυκλοφοριακή ροή για κάθε κατηγορία, όπως αυτή προκύπτει, για κάθε πρόσβαση.

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο οχημάτων	Πλήθος μετρήσεων	Μέση κυκλ. ροή	Τιπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστ. για $\alpha=0.05$
			ΜΕΑ/ώρα	ΜΕΑ/ώρα	ΜΕΑ/ώρα
2	7	4	1777	151	1629-1924
2	8	16	1806	158	1729-1883
2	9	21	1831	129	1769-1880
2	10	17	1838	123	1779-1896
2	12	8	1853	144	1754-1953
1	7	12	1862	121	1793-1931
1	8	28	1881	210	1803-1958
1	9	41	1903	124	1862-1938
1	10	33	1904	125	1851-1947
1	11	13	1908	105	1851-1965
1	12	7	1915	84	1853-1978

Πίνακας 4.23 : Φαίνονται συγκεντρωμένα όλα τα στοιχεία μετρήσεων στις οποίες έγινε κάποια αναστροφή, για την πρόσβαση 1.  
(Λεωφόρος Μεσογείων)

Αριθμός αναστροφών	Σύνολο οχημάτων	Πλήθος μετρήσεων	Μέση κυκλ. ροή	Τιπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστ.
			MEA/ώρα	MEA/ώρα	MEA/ώρα
1	7	5	1865	241	1654-2077
1	8	15	1877	171	1791-1963
1	9	22	1896	121	1834-2109
1	10	21	1907	177	1831-1982
1	11	32	1912	181	1849-1975
1	12	29	1918	183	1852-1985
1	13	42	1933	170	1882-1985

Πίνακας 4.24 : Φαίνονται συγκεντρωμένα όλα τα στοιχεία μετρήσεων στις οποίες έγινε κάποια αναστροφή, για την πρόσβαση 2.  
(Λεωφόρος Αμφιθέας)

Για τον υπολογισμό της τιμής MEA των οχημάτων που κάνουν αναστροφή γίνεται η θεώρηση ότι τα οχήματα της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής κινούνται ως εξής:

α) Τα οχήματα που στρέφουν αριστερά (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) κινούμενα στην λωρίδα ότι κινούνται όπως δείχνει ο σηματοδότης και η τιμή MEA των οχημάτων της κατηγορίας αυτής λαμβάνεται ίση με  $MEA_{AP}$ .

β) Τα οχήματα που κάνουν αναστροφή (U-TURN) ότι στρέφουν αριστερά προς κάποια άλλη οδό για να διαφοροποιείται η κίνησή τους σε σχέση με τα οχήματα της κατηγορίας (α). Τα οχήματα της κατηγορίας αυτής έχουν τιμή MEA ίση με  $MEA_{ANAS}$  (αυτήν που επιχειρούμε να προσδιορίσουμε), μεγαλύτερη της μονάδας. Αυτό αναμένεται, αφού σύμφωνα με τον Αμερικάνικο κανονισμό (1) σε μια πρόσβαση τα οχήματα που στρέφουν αριστερά έχουν τιμή  $MEA_{AP}=1.05$  και ακόμη είναι βέβαιο ότι ένα όχημα που κάνει αναστροφή καθυστερεί περισσότερο από ένα όχημα που στρέφει αριστερά.

Για την κίνηση των οχημάτων της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής ισχύει η σχέση:

$$\lambda *MEA_{AP} = \frac{S - U}{S} * MEA_{AP} + \frac{U}{S} * MEA_{ANAS} \quad (\text{Σχέση 4.9.1})$$

η οποία αναφέρεται στην κυκλοφοριακή ροή στη λωρίδα. Στη σχέση 4.9.1 τα μεγέθη που αναφέρονται εκφράζουν:

S: το σύνολο των οχημάτων στην ουρά, της αποκλειστικής λωρίδας (MEA)

U: το σύνολο των οχημάτων που κάνουν αναστροφή (MEA)

MEA<sub>ΑΝΑΣ</sub>: η τιμή MEA των οχημάτων που κάνουν αναστροφή

MEA<sub>ΑΡ</sub>: η τιμή MEA των οχημάτων που στρέφουν αριστερά

λ: ο λόγος της ροής κορεσμού στην αποκλειστική λωρίδα αριστερής στροφής, για ποσοστό αναστροφών 0%, προς την κυκλοφοριακή ροή στη λωρίδα,

$$\text{για ποσοστό αναστροφών } \frac{U}{S} \text{ (%).}$$

Προφανώς, όταν όλα τα οχήματα στην αποκλειστική λωρίδα στρέφουν αριστερά η παραπάνω σχέση γράφεται:

$$\lambda * \text{MEA}_{\text{AP}} = \frac{S - 0}{S} * \text{MEA}_{\text{AP}} + \frac{0}{S} * \text{MEA}_{\text{ΑΝΑΣ}} \Rightarrow \lambda = 1$$

δηλαδή η κυκλοφοριακή ροή στην λωρίδα είναι ίση με την ροή κορεσμού της λωρίδας.

Στους πίνακες 4.25, 4.26 φαίνονται για κάθε κατηγορία μετρήσεων τα στοιχεία λ, S, U, σε κάθε πρόσβαση. Επίσης, υπολογίζονται οι τιμές του λόγου MEA<sub>ΑΝΑΣ</sub> /MEA<sub>ΑΡ</sub> για τα διάφορα ποσοστά αναστροφών, οι τυπικές αποκλίσεις και τα διαστήματα εμπιστοσύνης (για  $\alpha=0.05$ ) στα οποία οι λόγοι κυμαίνονται.

σύνολο	αριθμός	ποσοστό	κυκλοφ.	λόγος	λόγος ΜΕΑΑΝΑΣ/ΜΕΑΑΡ		
οχημ.	αναστροφών	αναστροφών	ροή	ροών	τιμή	τυπ. απόκλιση	διαστ. εμπ.
(Σ)	(U)	(U/Σ) %		(λ)			
MEA			MEA/ώρα				
	0	0,00%	1982				
7	2	28,57%	1777	1,116	1,405	0,119	1,288-1,521
8	2	25,00%	1806	1,097	1,390	0,122	1,330-1,449
9	2	22,22%	1825	1,086	1,387	0,098	1,346-1,429
10	2	20,00%	1838	1,079	1,393	0,093	1,348-1,437
12	2	16,67%	1853	1,069	1,416	0,110	1,340-1,492
7	1	14,29%	1862	1,064	1,451	0,114	1,386-1,515
8	1	12,50%	1881	1,054	1,432	0,150	1,376-1,487
9	1	11,11%	1900	1,043	1,386	0,089	1,359-1,413
10	1	10,00%	1904	1,041	1,410	0,093	1,378-1,441
11	1	9,09%	1908	1,039	1,427	0,079	1,384-1,470
12	1	8,33%	1915	1,035	1,420	0,062	1,374-1,466

Πίνακας 4.25 : Υπολογισμός του λόγου ΜΕΑΑΝΑΣ/ ΜΕΑΑΡ για διάφορα ποσοστά αναστροφών, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

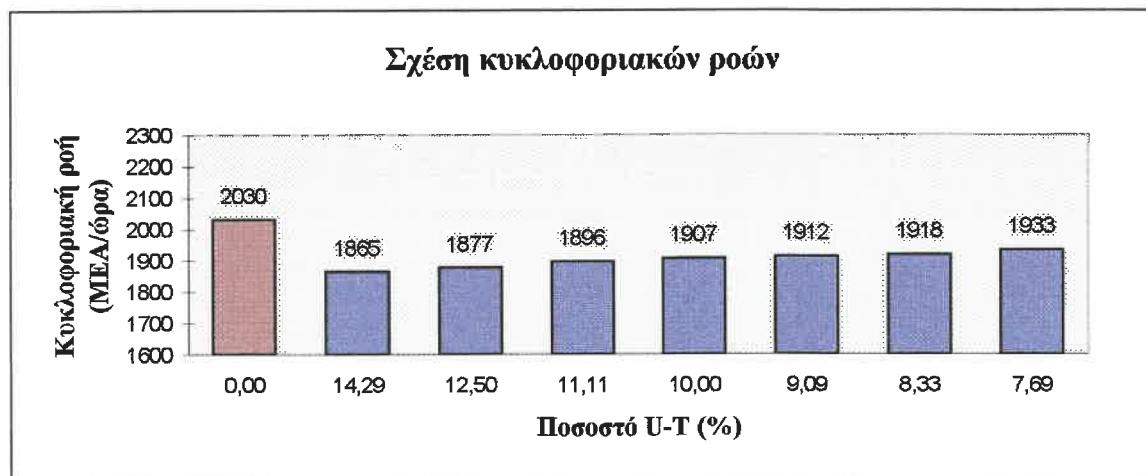
σύνολο	αριθμός	ποσοστό	κυκλοφ.	λόγος	λόγος ΜΕΑΑΝΑΣ/ΜΕΑΑΡ		
οχημ.	αναστροφών	αναστροφών	ροή	ροών	τιμή	τυπ. απόκλιση	διαστ. εμπ.
(Σ)	(U)	(U/Σ) %		(λ)			
MEA			MEA/ώρα				
	0	0,00%	2030				
7	1	14,29%	1865	1,088	1,617	0,209	1,433-1,800
8	1	12,50%	1877	1,081	1,651	0,150	1,575-1,727
9	1	11,11%	1896	1,070	1,633	0,151	1,571-1,696
10	1	10,00%	1907	1,065	1,646	0,153	1,581-1,712
11	1	9,09%	1912	1,062	1,678	0,159	1,623-1,733
12	1	8,33%	1918	1,058	1,696	0,161	1,638-1,755
13	1	7,69%	1933	1,050	1,651	0,145	1,607-1,695

Πίνακας 4.26 : Υπολογισμός του λόγου ΜΕΑΑΝΑΣ/ ΜΕΑΑΡ για διάφορα ποσοστά αναστροφών, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Στα σχήματα 4.18 και 4.19 απεικονίζεται η σχέση μεταξύ της ροής κορεσμού και της κυκλοφοριακής ροής στη λωρίδα για τα διάφορα ποσοστά αναστροφών, σε κάθε πρόσβαση.

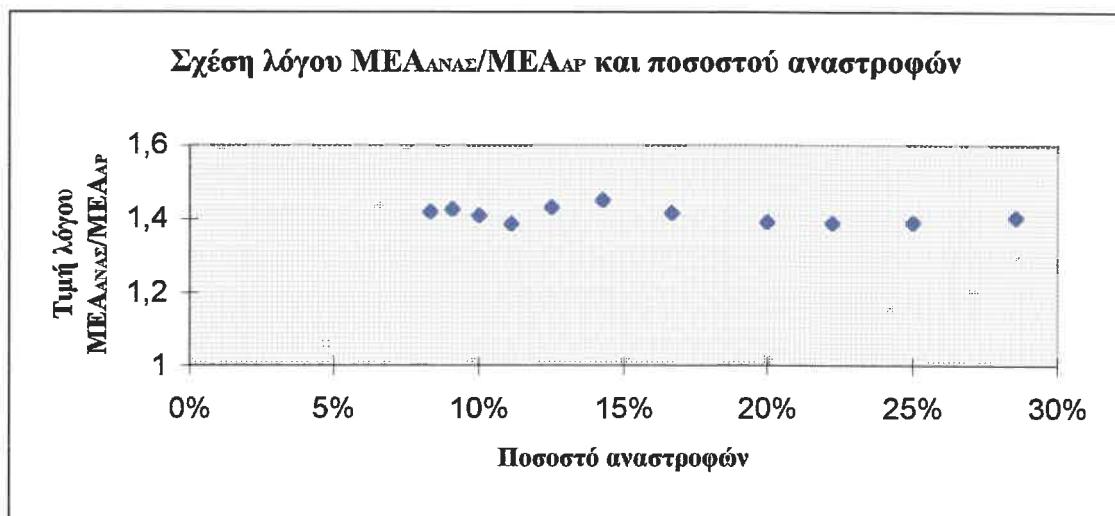


Σχήμα 4.18 : Ιστόγραμμα που απεικονίζει τις διάφορες τιμές κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με το ποσοστό αναστροφών και η σχέση τους με τη ροή κορεσμού, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

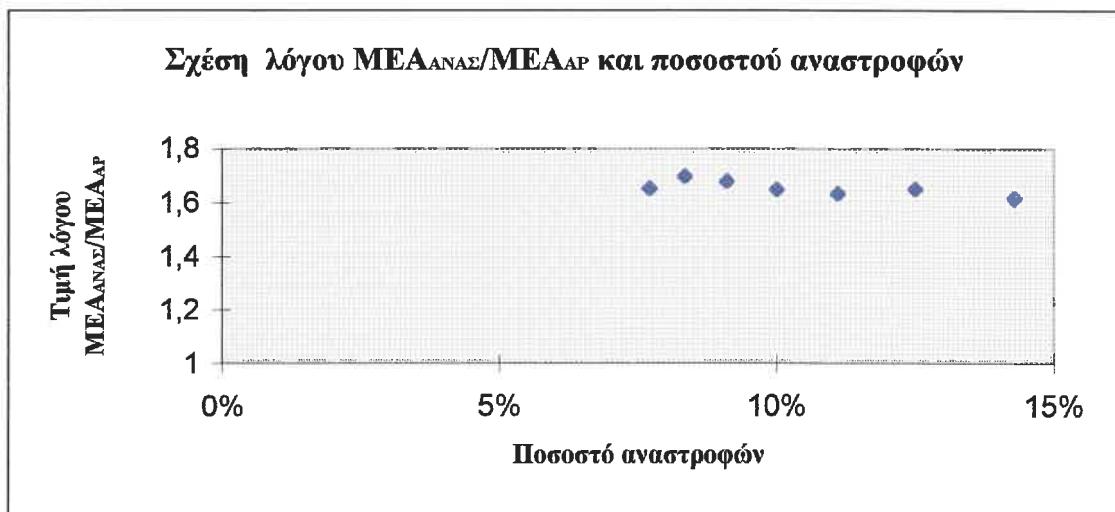


Σχήμα 4.19 : Ιστόγραμμα που απεικονίζει τις διάφορες τιμές κυκλοφοριακής ροής, ανάλογα με το ποσοστό αναστροφών και η σχέση τους με τη ροή κορεσμού, στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Εξετάζοντας τις τιμές του λόγου  $MEA_{ANA}/MEA_{AP}$ , σε κάθε πρόσβαση, οι τιμές αυτές εμφανίζουν μία τάση διακύμανσης ως προς μια μέση τιμή. Χαρακτηριστικά είναι τα Σχήματα 4.20 και 4.21 όπου απεικονίζονται οι λόγοι  $MEA_{ANA}/MEA_{AP}$  σε σχέση με τα ποσοστά αναστροφών, σε κάθε πρόσβαση.

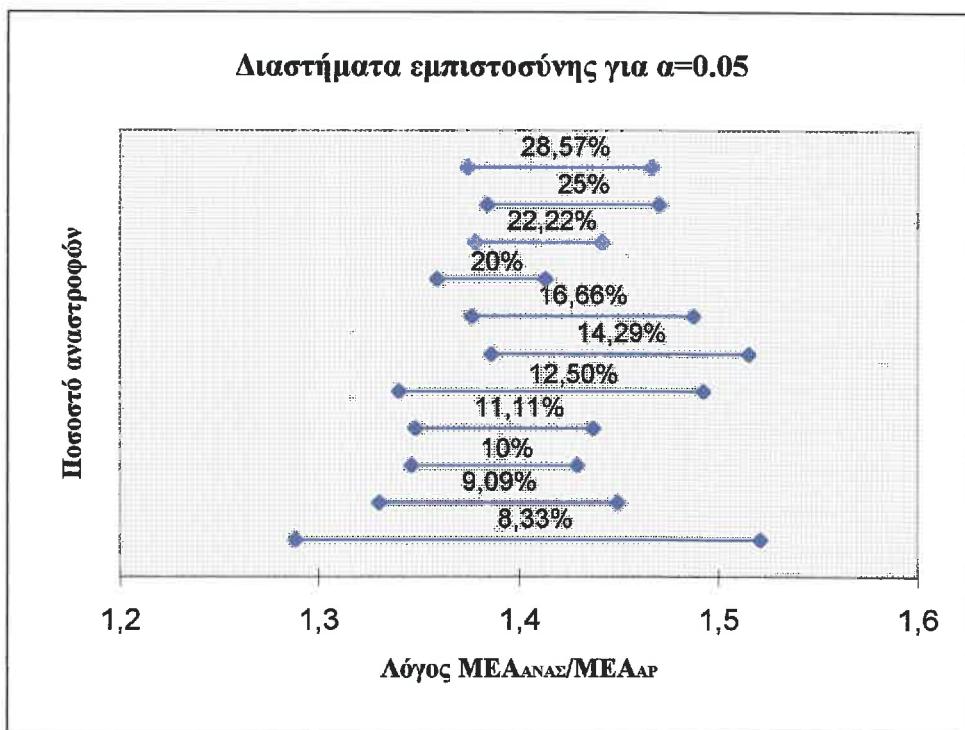


Σχήμα 4.20 : Απεικονίζει τη σχέση του λόγου  $MEA_{ANA}/MEA_{AP}$  και του ποσοστού αναστροφών, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)

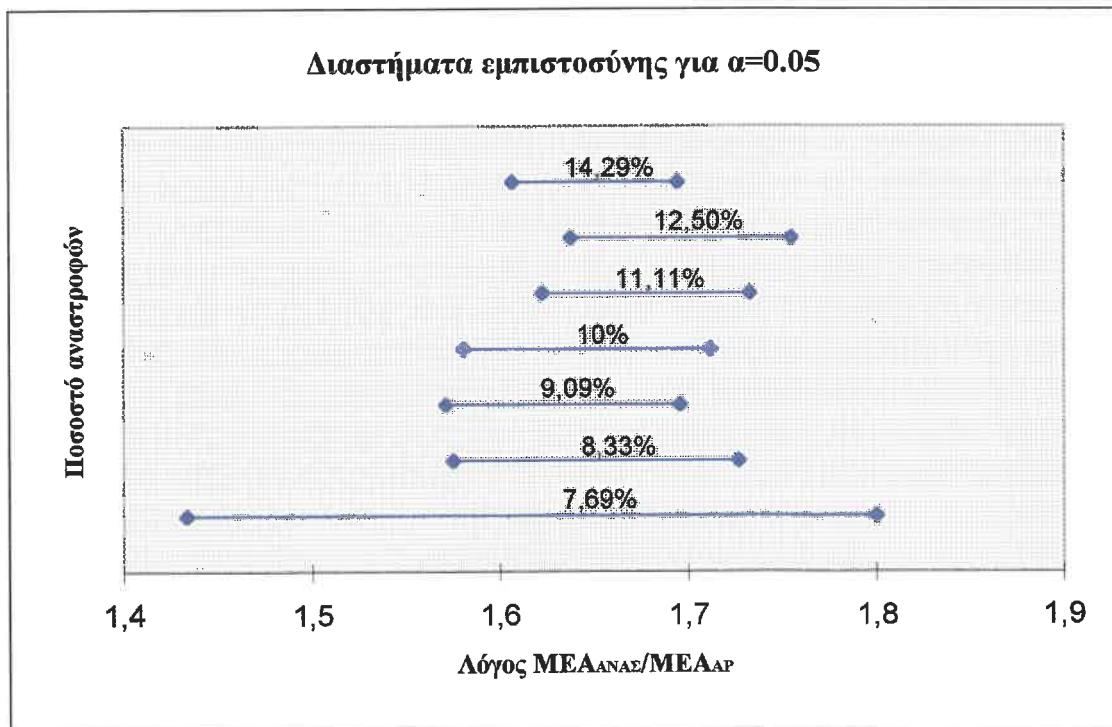


Σχήμα 4.21 : Απεικονίζει τη σχέση του λόγου  $MEA_{ANA}/MEA_{AP}$  και του ποσοστού αναστροφών, στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Παρατηρώντας δε, τα οριζόμενα διαστήματα εμπιστοσύνης (για  $\alpha=0.05$ ) μέσα στα οποία βρίσκονται οι λόγοι, προκύπτει ότι αυτά συναληθεύουν μεταξύ τους όπως φαίνεται στα Σχήματα 4.22 και 4.23. Συνεπώς, είναι δυνατή η αποδοχή μιας ενιαίας μέσης τιμής του λόγου για κάθε πρόσβαση. Οι τιμές αυτές αναφέρονται σε ποσοστά αναστροφών εώς και 30%. Στον Πίνακα 4.27 φαίνεται η ενιαία τιμή που προκύπτει για κάθε πρόσβαση, η τυπική απόκλιση και το διάστημα εμπιστοσύνης.



Σχήμα 4.22 : Απεικονίζει τα διαστήματα εμπιστοσύνης του λόγου  $\text{ΜΕΑ}_\text{ΑΝΑΣ}/\text{ΜΕΑ}_\text{ΑΡ}$  για διάφορα ποσοστά αναστροφών για την πρόσβαση 1.



Σχήμα 4.23 : Απεικονίζει τα διαστήματα εμπιστοσύνης του λόγου  $\text{ΜΕΑ}_{\text{ΑΝΑΣ}}/\text{ΜΕΑ}_{\text{ΑΡ}}$  για διάφορα ποσοστά αναστροφών για την πρόσβαση 2.

Είδος πρόσβασης	Λόγος $\text{ΜΕΑ}_{\text{ΑΝΑΣ}}/\text{ΜΕΑ}_{\text{ΑΡ}}$		
	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάστημα εμπιστ.
			για $\alpha=0.05$
Πρόσβαση 1 (3 λωρίδες)	1,411	0,020	1,399-1,422
Πρόσβαση 2 (2 λωρίδες)	1,653	0,025	1,635-1,671

Πίνακας 4.27 : Τιμή του λόγου  $\text{ΜΕΑ}_{\text{ΑΝΑΣ}}/\text{ΜΕΑ}_{\text{ΑΡ}}$  για προσβάσεις δύο και τριών λωρίδων.

## 5.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΑΜΕΝΩΝ ΧΡΟΝΩΝ

### 5.1 Γενικά

Για να θεωρηθεί, ότι σε μια οδό η κίνηση των οχημάτων γίνεται σε επίπεδο κορεσμού, αρκεί να ελεγχθεί η κυκλοφορία των οχημάτων και να μελετηθούν οι τιμές των χρονικών διαχωρισμών μεταξύ αυτών. Όταν οι τιμές αυτές δεν παρουσιάζουν σημαντικές αυξομειώσεις και διαφορές μεταξύ τους (π.χ. διαχωρισμοί 4 δευτερολέπτων και άνω), γίνεται δεκτό ότι η οδός προσεγγίζει τα όρια του κορεσμού.

Για να είναι κάποιος βέβαιος πως η προσέγγιση που επιχειρεί είναι σωστή και αξιόπιστη, απαιτείται να τεθούν κανόνες και προτεινόμενες αποδεκτές τιμές, οι οποίες αντιστοιχούν σε συνθήκες κορεσμού. Συγκεκριμένα, ο Αμερικανικός κανονισμός αναφέρει ότι, μια ικανοποιητική προσέγγιση μπορεί να επιτευχθεί, αν από μια ουρά οχημάτων που αναμένουν και ξεκινούν μόλις ανάψει ο σηματοδότης απορριφθούν τα τέσσερα πρώτα (4). Δηλαδή, θεωρεί ότι όλες οι καθυστερήσεις που οφείλονται σε τυχαία αίτια, άσχετα με τις κυκλοφοριακές συνθήκες, δεν επηρεάζουν ιδιαίτερα τα υπόλοιπα οχήματα. Ακόμη, ο συνολικός χρόνος κίνησης των τεσσάρων οχημάτων είναι αρκετός, ώστε τα υπόλοιπα οχήματα να αποκτήσουν ταχύτητα που αντιστοιχεί σε κατάσταση κορεσμού και ακόμη, οι χρονικοί διαχωρισμοί μεταξύ των οχημάτων να διαμορφώνονται σε τιμές που αναφέρονται σε κατάσταση κορεσμού.

## 5.2 Εξαιρούμενα οχήματα

Όσον αφορά στην εργασία αυτή, όπως έχει ήδη προαναφερθεί στο κεφάλαιο 4.2.2, η κατάσταση κορεσμού αποκαθίσταται όταν οι χρονικοί διαχωρισμοί μεταξύ των οχημάτων είναι μικρότεροι των τεσσάρων δευτερολέπτων. Τα οχήματα που διέρχονται εώς τη στιγμή αποκατάστασης συνθηκών κορεσμού εξαιρούνται από τους υπόλοιπους υπολογισμούς. Έτσι, τα υπόλοιπα οχήματα κινούνται σε συνθήκες κορεσμού και εξετάζοντας την κίνησή τους, μπορεί να υπολογιστεί η ροή κορεσμού της οδού, όπως αυτή ορίστηκε στο κεφάλαιο 4.2.2.

Για τον υπολογισμό του μέσου αριθμού εξαιρούμενων οχημάτων (Εξ.Οχ.) σε κάθε πρόσβαση, εξετάστηκαν αρχικά ποιοι παράγοντες μπορεί να τον επηρεάζουν. Συγκεκριμένα, αποφασίστηκε η ξεχωριστή εξέταση των στοιχείων, ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο της λωρίδας, αφού δεν υπάρχουν δεδομένα που να αποδεικνύουν ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος δεν επηρεάζει τον αριθμό των εξαιρούμενων οχημάτων. Έγινε μία αρχική διερεύνηση για τον διαχωρισμό του κυκλοφοριακού φόρτου της λωρίδας σε υψηλό και χαμηλό και την ομαδοποίηση των δεδομένων σε κατηγορίες, ανάλογα με τον αριθμό των οχημάτων που κινήθηκαν σε κάθε φάση σηματοδότησης.

Εξετάστηκε ο κυκλοφοριακός φόρτος της λωρίδας σε συνάρτηση με τη χωρητικότητα της λωρίδας. Στην πρόσβαση 1 η χωρητικότητα είναι 10 οχήματα και στην πρόσβαση 2 η χωρητικότητα είναι 11 οχήματα. Επιλέχθηκε λοιπόν, ως κριτήριο για το μέγεθος του φόρτου, το αν τα οχήματα που αναμένουν στην ουρά της λωρίδας, σε κάθε πρόσβαση, είναι περισσότερα ή λιγότερα από την χωρητικότητα. Ορίστηκε δηλαδή, ως μικρός φόρτος η περίπτωση κατά την οποία ο αριθμός των οχημάτων της ουράς είναι το πολύ ίσος με την χωρητικότητά της και ως μεγάλος η περίπτωση που ο αριθμός αυτός είναι μεγαλύτερος από την χωρητικότητα.

Η επιλογή αυτού του κριτηρίου έγινε με την λογική ότι μπορεί να περιγράψει την ψυχολογία του οδηγού που βρίσκεται στις πρώτες θέσεις της ουράς. Συγκεκριμένα ο οδηγός κινείται διαφορετικά βλέποντας πίσω του οχήματα να αναμένουν έξω από

την αποκλειστική λωρίδα, μετά το τέλος της ουράς και διαφορετικά σε κάθε άλλη περίπτωση.

Εξάλλου, δεν είναι ρεαλιστικό να αναλυθούν μία προς μία οι φάσεις σηματοδότησης αφού ο οδηγός δεν μπορεί να γνωρίζει τον ακριβή αριθμό των οχημάτων που ακολουθούν. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά την διάρκεια των μετρήσεων καταγράφηκαν στατιστικά λίγες περιπτώσεις στις οποίες κάποιο όχημα που κινείτο εκτός κορεσμού κάνει αναστροφή. Ως εκ τούτου, δεν είναι δυνατή η διερεύνηση της επίδρασης των αναστροφών στον αριθμό των εξαιρούμενων οχημάτων.

Στον Πίνακα 5.1 φαίνονται αναλυτικά τα στατιστικά στοιχεία που αναφέρονται στον αριθμό των οχημάτων που εξαιρούνται (Εξ.Oχ.) εώς την αποκατάσταση της ροής κορεσμού στη φάση, για κάθε κατηγορία και σε κάθε πρόσβαση. Συγκεκριμένα, αναγράφονται το σύνολο των μετρήσεων που καταγράφηκαν, η μέση τιμή του (Εξ.Oχ.), η τυπική απόκλιση, το διάστημα εμπιστοσύνης για  $\alpha=0.05$  που η μέση τιμή (Εξ.Oχ.) κυμαίνεται καθώς και οι ελάχιστες και οι μέγιστες παρατηρηθείσες, σε κάθε κατηγορία, τιμές.

Πρόσβαση	Σύνολο οχημάτων	Σύνολο μετρήσεων	Εξαιρ. οχήματα	Τυπική απόκλιση	Διαστημα εμπιστ.	Ελαχ. τιμή	Μεγ. τιμή
			Eξ.Oχ.		για $\alpha=0.05$		
1	έως 10	154	2,28	1,11	2,10-2,46	0	5
1	> 10	182	2,25	0,96	2,11-2,39	0	5
2	έως 11	120	1,83	1,27	1,60-2,06	0	4
2	> 11	210	1,63	1,32	1,45-1,81	0	4

Πίνακας 5.1 : Συνοπτικά στοιχεία σχετικά με τον αριθμό των εξαιρούμενων οχημάτων (Εξ.Oχ.).

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει η δυνατότητα εξαγωγής μίας ενιαίας μέσης τιμής, για κάθε πρόσβαση, αφού τα αντίστοιχα διαστήματα εμπιστοσύνης συναλληθεύουν μεταξύ τους. Συγκεκριμένα οι τιμές αυτές είναι (Εξ.Oχ.) =2,26 οχήματα και (Εξ.Oχ.)= 1,70 για τις προσβάσεις 1 και 2 αντίστοιχα.

### 5.3 Χαμένος χρόνος

Για κάθε φάση σηματοδότησης, εξαιρώντας τα πρώτα n οχήματα με σκοπό την προσέγγιση της κατάστασης κορεσμού ορίζεται ένα χρονικό διάστημα μεταξύ της χρονικής στιγμής έναρξης του πρασίνου και της χρονικής στιγμής αποκατάστασης της ροής κορεσμού (χρ.P.K.). Ακόμη, για το σύνολο των φάσεων σε κάθε πρόσβαση υπολογίζεται ο μέσος χρονικός διαχωρισμός (ΜΧΔ) από τη σχέση:

$$(ΜΧΔ) = \frac{3600}{P.K.} \quad (\text{sec}) \quad (\Sigma \chi \epsilon \sigma \eta \; 5.3.1)$$

όπου P.K. η ροή κορεσμού της πρόσβασης (ΜΕΑ/ ώρα).

Ορίζεται ως μέσος χαμένος χρόνος (ΜΧΧ), η μέση καθυστέρηση που προκαλείται στην κίνηση των οχημάτων της πρόσβασης από το γεγονός ότι σε κάθε φάση σηματοδότησης κατά μέσο όρο τα n πρώτα οχήματα δεν κινούνται σε κατάσταση κορεσμού. Ο μέσος χαμένος χρόνος δίνεται από τη σχέση:

$$(ΜΧΧ) = (χρ.P.K.) - n * (ΜΧΔ) \quad (\Sigma \chi \epsilon \sigma \eta \; 5.3.2)$$

Στον Πίνακα 5.2 φαίνονται αναλυτικά οι τιμές των μέσων χρονικών διαχωρισμών (ΜΧΔ), όπως έχουν υπολογιστεί από τη σχέση 5.3.1, ο μέσος αριθμός οχημάτων n που δεν κινούνται σε κατάσταση κορεσμού, ο χρόνος που μεσολαβεί εως την αποκατάσταση της ροής κορεσμού (χρ.P.K.), οι τιμές των μέσων χαμένων χρόνων (ΜΧΧ), όπως υπολογίζονται από τη σχέση 5.3.2, η τυπική απόκλιση, το διάστημα εμπιστοσύνης για  $\alpha=0.05$  που η μέση τιμή (ΜΧΧ) κυμαίνεται καθώς και οι ελάχιστες και οι μέγιστες παρατηρηθείσες, σε κάθε κατηγορία, τιμές.

Προσ.	Συν.	Σύνολο	Μέσος χρ.	Μέσος	Μέσος χαμ.	Τυπ.	Διαστ.	Ελαχ.	Μεγ.
	οχημ.	μετρ.	διαχωρ.	χρόνος	χρόνος	αποκλ.	εμπιστ.	τιμή	τιμή
			ΜΧΔ	εώς P.K	X.X.		για $\alpha=0.05$		
1	έως 10	154	1,82	6,23	2,09	0,67	1,98-2,20	0	5,18
1	> 10	182	1,82	5,96	1,87	0,58	1,79-1,95	1	4,18
2	έως 11	120	1,77	5,32	2,07	0,53	1,98-2,16	0	4,46
2	> 11	210	1,77	4,71	1,82	0,72	1,72-1,92	0	5,94

Πίνακας 5.2 : Συνοπτικά στοιχεία σχετικά με το μέσο χαμένο χρόνο (ΜΧΔ).

Είναι φανερό ότι τα διαστήματα εμπιστοσύνης (για  $\alpha=0.05$ ) στα οποία κυμαίνονται οι μέσοι χαμένοι χρόνοι στις προσβάσεις δεν συναληθεύουν μεταξύ τους.. Συνεπώς, δεν μπορεί να ληφθεί μία ενιαία τιμή μέσου χαμένου χρόνου που να περιγράφει όλες τις φάσεις σε κάθε πρόσβαση.

Σε κάθε κόμβο, παρατηρείται μία μείωση του μέσου χαμένου χρόνου, όταν ο φόρτος της λωρίδας αυξάνεται. Συγκεκριμένα, στην πρόσβαση 1 η μείωση αυτή είναι της τάξης του 10.5% και στην πρόσβαση 2 η μείωση είναι της τάξης του 12.1%.

Στο Παράρτημα 2 φαίνονται αναλυτικά όλα τα πρωτογενή στοιχεία με βάση τα οποία υπολογίστηκαν τα παραπάνω μεγέθη.

## 6. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

### 6.1 Γενικά

Στα κεφάλαιο 4 υπολογίστηκε τόσο για την πρόσβαση των τριών λωρίδων, όσο και για την πρόσβαση των δύο λωρίδων από μία τιμή του λόγου  $MEA_{ANAS}/MEA_{AP}$  για κάθε μία από τις δύο προσβάσεις. Επίσης, στο κεφάλαιο 5 υπολογίστηκε η μέση τιμή του χαμένου χρόνου για κάθε πρόσβαση ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τρεις χαρακτηριστικές εφαρμογές στις οποίες γίνονται αντιληπτά τα αποτελέσματα της εργασίας που πραγματοποιήθηκε.

### 6.2 Εφαρμογή 1

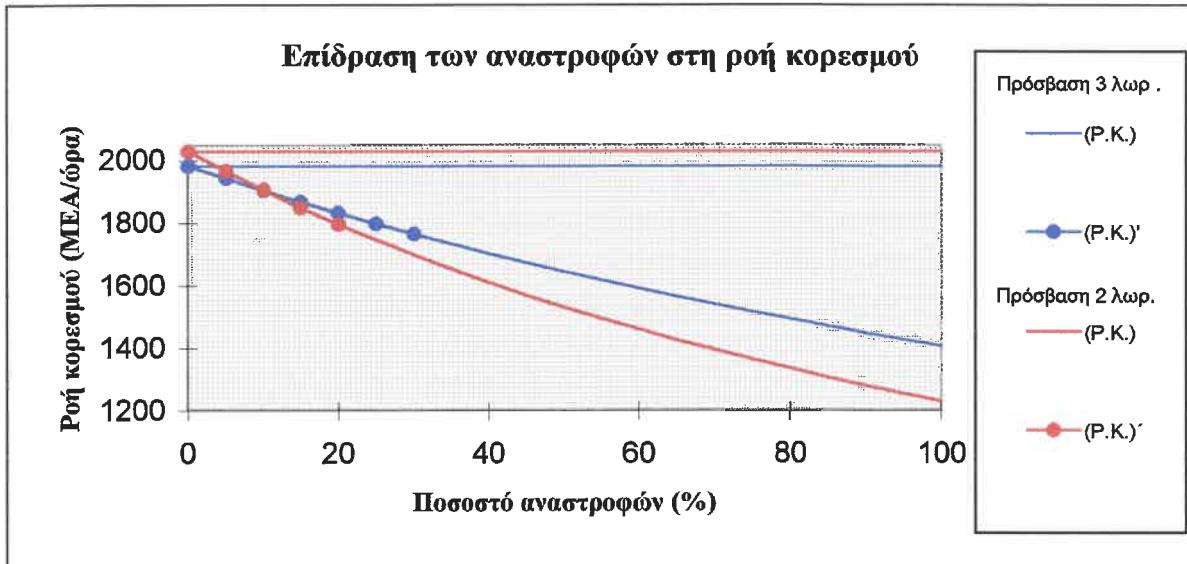
Στην 1<sup>η</sup> εφαρμογή που παρατίθεται συγκρίνεται η ροή κορεσμού που προκύπτει για την αριστερή στροφή, για κάθε πρόσβαση, χωρίς την εφαρμογή των τιμών του λόγου  $MEA_{ANAS} / MEA_{AP}$  που υπολογίστηκαν στο κεφάλαιο 4, με τις προκύπτουσες τιμές της ροής για διάφορα ποσοστά αναστροφών. Έτσι, στον Πίνακα 6.1 δίνονται οι τιμές που προκύπτουν για ποσοστά αναστροφών από 0-100% (P.K.)'. Πρέπει να τονιστεί ότι οι τιμές του λόγου  $MEA_{ANAS}/MEA_{AP}$  έχουν υπολογιστεί για ποσοστά αναστροφών μέχρι και 30%. Παρ' όλα αυτά η παλινδρόμηση περί το μέσο που παρουσιάζουν οι τιμές που έχουν υπολογιστεί επιτρέπουν, με σχετική ασφάλεια, την εφαρμογή της ενιαίας κατά περίπτωση τιμής του λόγου και για μεγαλύτερα ποσοστά αναστροφών χωρίς να διαφαίνεται μεγάλο στατιστικό σφάλμα.

Ποσοστό αναστροφών (%)	Πρόσβαση 3 λωρίδων (P.K.)'	Πρόσβαση 2 λωρίδων (P.K.)'
	ΜΕΑ/ώρα	ΜΕΑ/ώρα
0	1982	2030
5	1942	1966
10	1904	1906
15	1867	1849
20	1832	1795
25	1798	1745
30	1765	1697
35	1733	1652
40	1702	1610
45	1673	1569
50	1644	1530
55	1617	1493
60	1590	1458
65	1564	1425
70	1540	1393
75	1515	1363
80	1492	1333
85	1469	1305
90	1447	1278
95	1426	1253

Πίνακας 6.1: Υπολογισμός ροής κορεσμού (P.K.)' για πρόσβαση 2 και 3 λωρίδων με την εφαρμογή των υπολογισθείσων τιμών του λόγου ΜΕΑ<sub>ΑΝΑΣ</sub>/ΜΕΑ<sub>ΑΡ</sub> για διάφορα ποσοστά αναστροφών.

Στο Σχήμα 6.1 που ακολουθεί παριστάνονται γραφικά τα στοιχεία του Πίνακα 6.1. Συγκεκριμένα, φαίνονται οι ροές κορεσμού για κάθε πρόσβαση χωρίς την εφαρμογή των τιμών του λόγου ΜΕΑ<sub>ΑΝΑΣ</sub>/ΜΕΑ<sub>ΑΡ</sub> (P.K.) και με την εφαρμογή του, (P.K.)'. Οι τιμές (P.K.) για κάθε πρόσβαση έχουν ήδη υπολογιστεί και είναι ίσες με (P.K.)= 1982 ΜΕΑ/ώρα για την πρόσβαση 1 και (P.K.)= 2030 ΜΕΑ/ώρα για την πρόσβαση 2.

Σημειώνεται ότι για ποσοστά αναστροφών μέχρι 30% οι τιμές παρουσιάζονται ευδιάκριτα (με χαρακτηριστικό στίγμα), ενώ οι τιμές για μεγαλύτερα ποσοστά δεν έχουν κάποιο διακριτικό στοιχείο.



Σχήμα 6.1 : Απεικονίζει την επίδραση των αναστροφών στη ροή κορεσμού ανάλογα με το πλάτος της οδού.

Με βάση την εικόνα του παραπάνω σχήματος προκύπτει ότι η ανάγκη εισαγωγής ενός συντελεστή προσαρμογής στις τιμές των ροών κορεσμού που να λαμβάνει υπόψιν τον την επιβάρυνση της κυκλοφορίας των αριστερά τρεις στρεφόντων οχημάτων από αυτά που κάνουν αναστροφή είναι απαραίτητη. Αυτό προκύπτει, αφού οι διαφορές στις τιμές (P.K.) και (P.K.)', για κάθε πρόσβαση, είναι πολύ σημαντικές

### 6.3 Εφαρμογή 2

Στην εφαρμογή αυτή, εξετάζεται η επίδραση των αναστροφών στην κυκλοφοριακή ικανότητα της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής. Ειδικότερα, υπολογίζονται οι κυκλοφοριακές ικανότητες των λωρίδων αυτών για κάθε πρόσβαση, για διάφορα ποσοστά αναστροφών, και συγκρίνονται μάλιστα οι τιμές αυτές με τις αντίστοιχες κυκλοφοριακές ικανότητες για μηδενικό ποσοστό αναστροφών. Η κυκλοφοριακή ικανότητα της κάθε λωρίδας σε ΜΕΑ ανά ώρα δίνεται από τη σχέση :

$$c = s' * (g/C) \quad (\Sigma \text{χέση } 6.3.1)$$

όπου  $s'$  : η ροή κορεσμού, μετά την εφαρμογή του συντελεστή προσαρμογής,  
για την λωρίδα σε ΜΕΑ ανά ώρα πράσινης ένδειξης.

(g/C): ο λόγος της χρησιμοποιούμενης πράσινης ένδειξης  $g$  προς τη διάρκεια  
της περιόδου  $C$  της πρόσβασης.

Στην πρόσβαση 1 μετρήθηκε  $(g/C) = (20-1.87)/120 = 0.151$ , όπου 20 sec είναι ο  
χρόνος πράσινης και κίτρινης ένδειξης, 1.87 sec είναι ο μέσος χαμένος χρόνος  
για την πρόσβαση για “μεγάλο” φόρτο (όπως αυτός ορίστηκε στο κεφάλαιο 5)  
και 120 sec είναι η διάρκεια της περιόδου της πρόσβασης. Για την πρόσβαση 2,  
μετρήθηκε  $(g/C) = (30-1.82)/90 = 0.313$ . Η  $s'$  προκύπτει από τη ροή κορεσμού  $s$   
της λωρίδας κάθε πρόσβασης από τη σχέση :

$$s' = \frac{s}{1 + Pav(MEA_{ava} / MEA_{ap} - 1)} \quad (\Sigma \text{χέση } 6.3.2)$$

όπου  $s$  : η ροή κορεσμού της αριστερής λωρίδας σε ΜΕΑ ανά ώρα πρασίνου  
χρόνου

Pav : το ποσοστό αναστροφών και

MEA<sub>AVA</sub>/MEA<sub>AP</sub> : οι τιμές που έχουν υπολογιστεί στο κεφάλαιο 4.

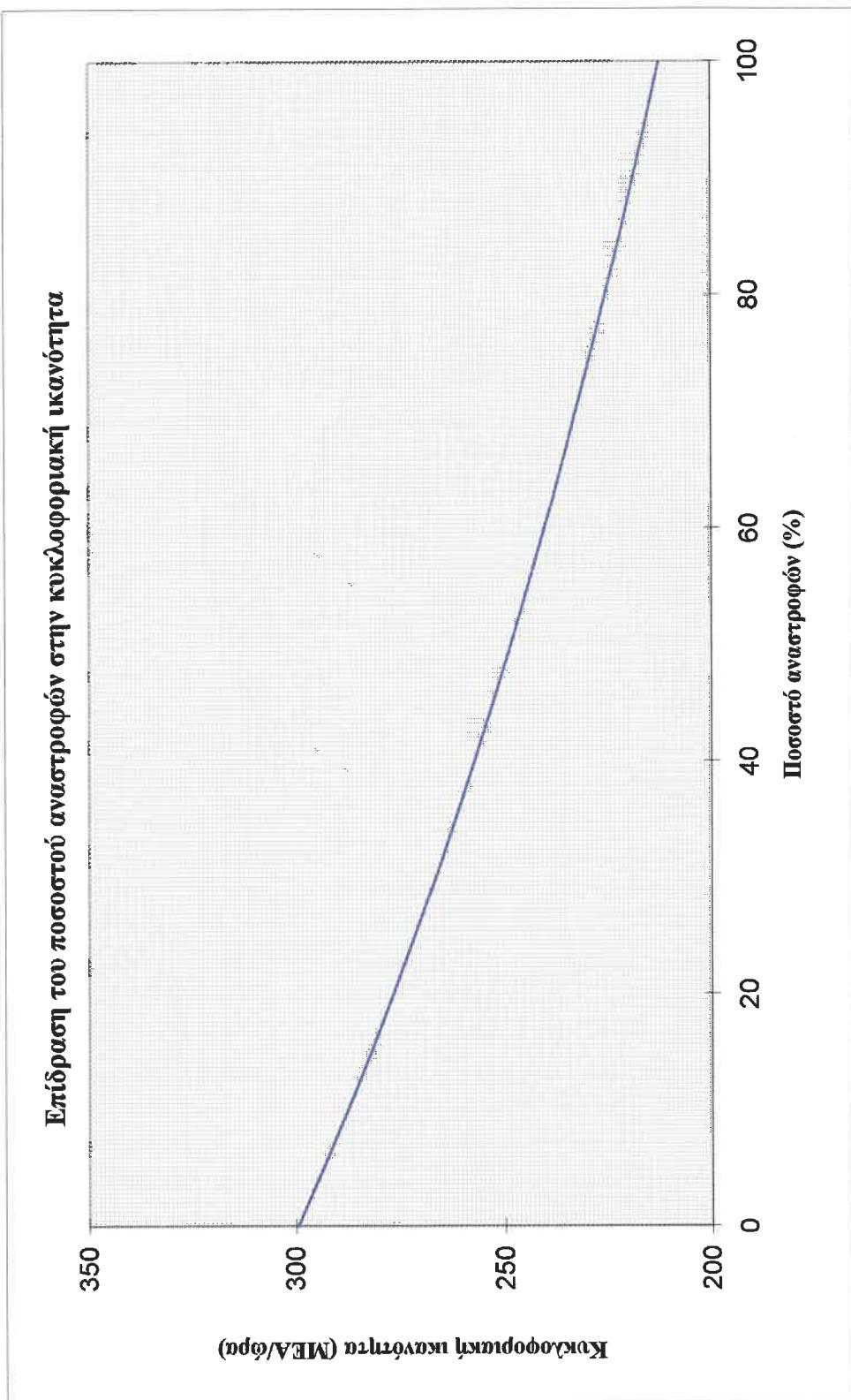
Η σχέση 6.3.2 γράφεται για την πρόσβαση 1

$$s' = \frac{s}{1 + Pav * 0.411} \quad (\Sigma \text{χέση } 6.3.3)$$

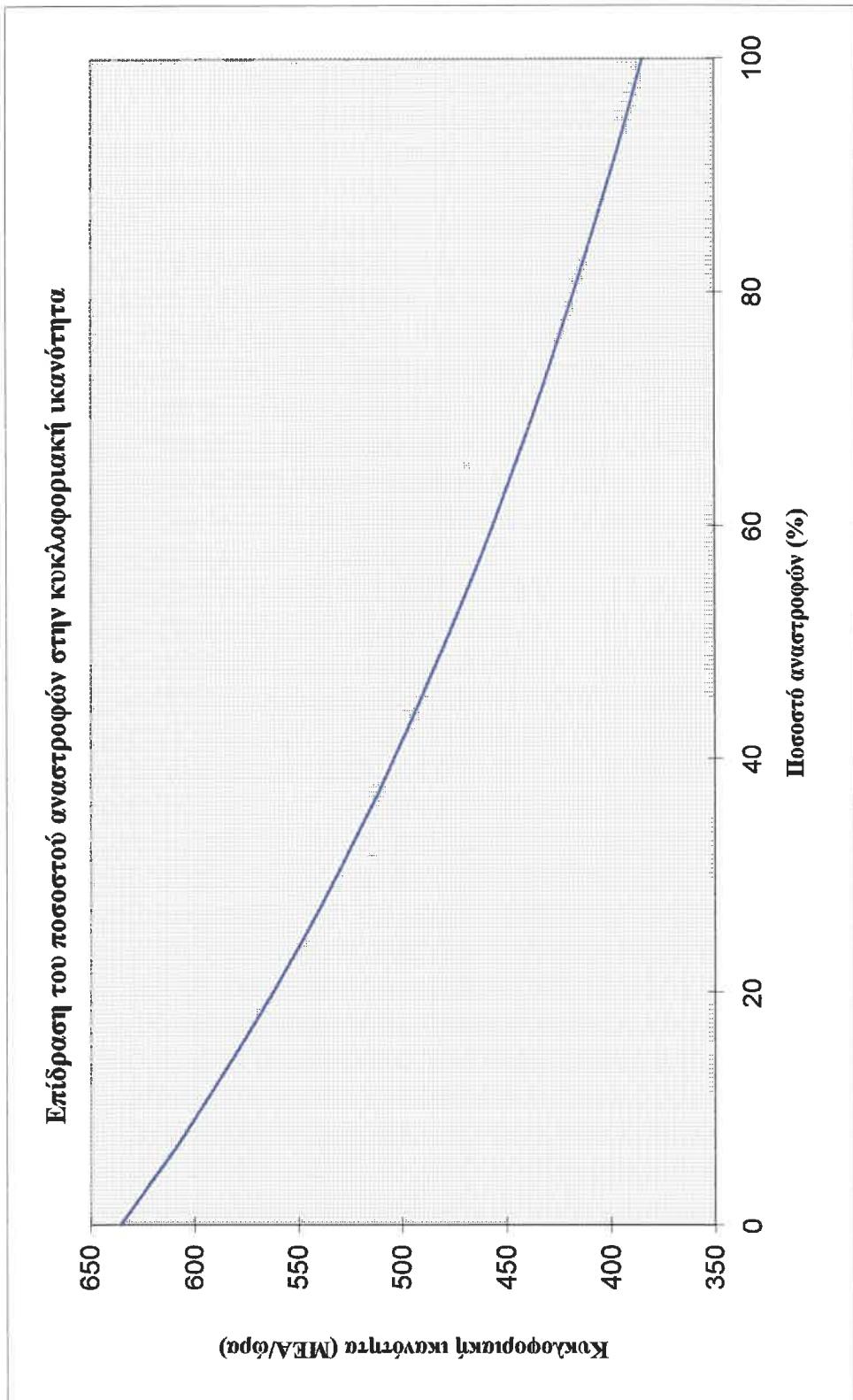
και ανάλογα για την πρόσβαση 2

$$s' = \frac{s}{1 + Pav * 0.653} \quad (\Sigma \text{χέση } 6.3.4)$$

Με την εφαρμογή των σχέσεων 6.3.3 και 6.3.4 προκύπτουν τα  
αποτελέσματα που φαίνονται γραφικά στα Σχήματα 6.2 και 6.3, αντίστοιχα.



Σχήμα 6.2 : Επίδραση του ποσοστού αναστροφών στην κυκλοφοριακή ικανότητα, στην πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)



Σχήμα 6.3 : Επίδραση του ποσοστού αναστροφών στην κυκλοφοριακή υκανότητα, στην πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

Από τα παραπάνω σχήματα προκύπτει ότι η επιρροή των αναστροφών στην κυκλοφοριακή ικανότητα της αριστερής λωρίδας είναι πολύ σημαντική και συνεπώς θα πρέπει να απαγορεύονται οι αναστροφές σε όλους τους μεγάλους σηματοδοτούμενους κόμβους. Ενδεικτικά παραθέτονται ορισμένες χαρακτηριστικές τιμές της επίδρασης αυτής.

#### Πρόσβαση 1

15% αναστροφές ⇒ μείωση από 299 ΜΕΑ/ώρα σε 282 ΜΕΑ/ώρα (5.8%)

30% αναστροφές ⇒ μείωση από 299 ΜΕΑ/ώρα σε 267 ΜΕΑ/ώρα (10.9%)

50% αναστροφές ⇒ μείωση από 299 ΜΕΑ/ώρα σε 248 ΜΕΑ/ώρα (17.0%)

#### Πρόσβαση 2

15% αναστροφές ⇒ μείωση από 636 ΜΕΑ/ώρα σε 579 ΜΕΑ/ώρα (9.0%)

30% αναστροφές ⇒ μείωση από 636 ΜΕΑ/ώρα σε 531 ΜΕΑ/ώρα (16.4%)

50% αναστροφές ⇒ μείωση από 636 ΜΕΑ/ώρα σε 479 ΜΕΑ/ώρα (24.7%)

#### 6.4 Εφαρμογή 3

Στην εφαρμογή αυτή υπολογίζεται η επίδραση του μέσου χαμένου χρόνου στην κυκλοφοριακή ικανότητα των λωρίδων αριστερής στροφής των προσβάσεων, ανάλογα με το χρόνο πρασίνου και τον αριθμό των λωρίδων των οδών.

Υπολογίζεται ο θεωρητικός μέγιστος αριθμός οχημάτων που διέρχονται από τη λωρίδα σε μία ώρα πρασίνου, για ενδεικτικές τιμές που λαμβάνει ο χρόνος πρασίνου σε μία φάση σηματοδότησης. Εξετάζονται λοιπόν, οι περιπτώσεις ο χρόνος πρασίνου της φάσης να είναι 10, 20, και 30 sec και συνεπώς η μία ώρα πρασίνου να αποτελείται από 360, 180 και 120 φάσεις αντίστοιχα.

Στις προσβάσεις χρησιμοποιούνται δύο ξεχωριστές τιμές μέσων χαμένων χρόνων, μία για συνολικό αριθμό οχημάτων της ουράς μέχρι την

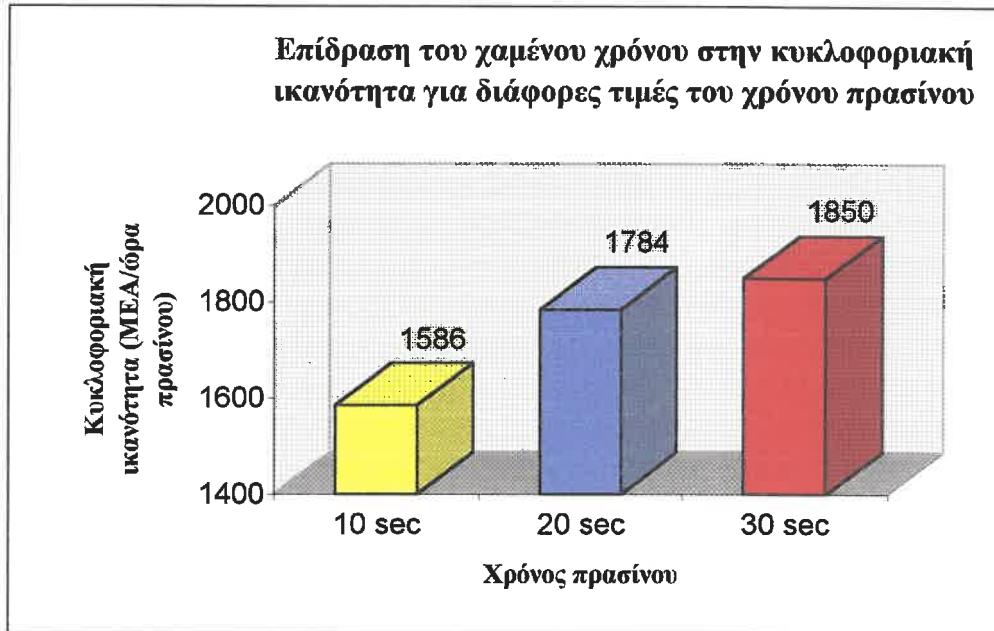
χωρητικότητα και μία για συνολικό αριθμό οχημάτων της ουράς μεγαλύτερο από την χωρητικότητα.

Στην πρόσβαση 1, για χρόνο πρασίνου ίσο με 10 δευτερόλεπτα χρησιμοποιείται η πρώτη τιμή, αφού σε 10 δευτερόλεπτα δεν μπορούν να κινηθούν περισσότερα από 7 οχήματα (<11).

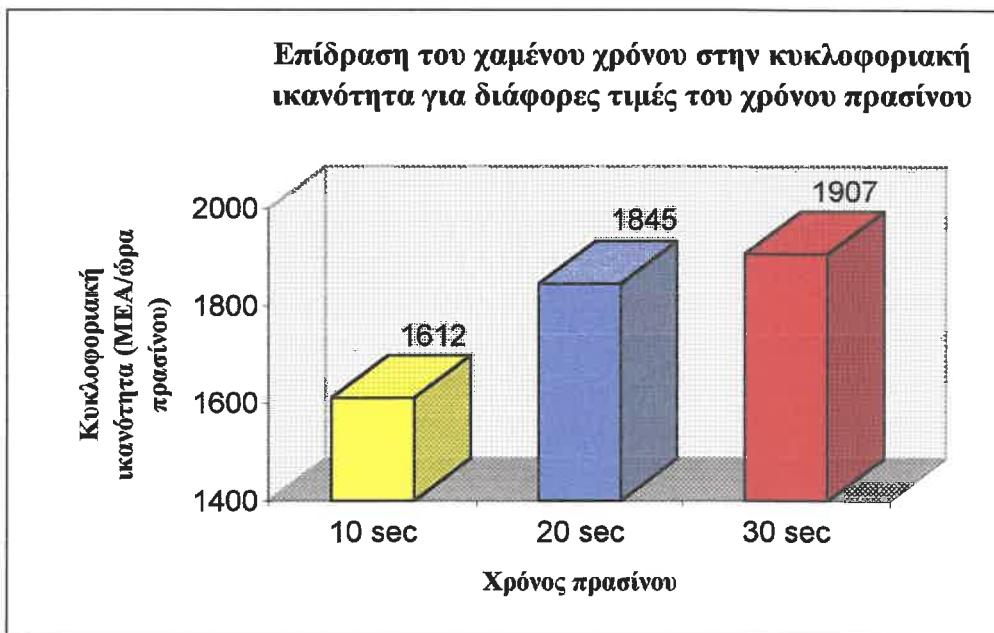
Για χρόνους πρασίνου 20 και 30 δευτερόλεπτα χρησιμοποιείται η δεύτερη τιμή αφού μπορούν να κινηθούν πάνω από 10 οχήματα στον χρόνο αυτό.

Όσον αφορά στην πρόσβαση 2 για χρόνους πρασίνου 10 και 20 δευτερόλεπτα χρησιμοποιείται η πρώτη τιμή, αφού δεν μπορούν να κινηθούν στο χρόνο αυτό περισσότερα από 11 οχήματα. Τέλος, για χρόνο πρασίνου ίσο με 30 δευτερόλεπτα προφανώς χρησιμοποιείται η δεύτερη τιμή.

Στο Σχήμα 6.3 απεικονίζεται η επίδραση του μέσου χαμένου χρόνου στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων), ενώ στο Σχήμα 6.4 η επίδραση στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).



Σχήμα 6.4 : Απεικονίζει την επίδραση του μέσου χαμένου χρόνου στην κυκλοφοριακή ικανότητα της λωρίδας για διάφορες τιμές του χρόνου πρασίνου, για την πρόσβαση 1. (Λεωφόρος Μεσογείων)



Σχήμα 6.5: Απεικονίζει την επίδραση του μέσου χαμένου χρόνου στην κυκλοφοριακή ικανότητα της λωρίδας για διάφορες τιμές του χρόνου πρασίνου, για την πρόσβαση 2. (Λεωφόρος Αμφιθέας)

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 7.1 Ανασκόπηση

Στην εργασία αυτή, ελέγχθηκε ποια είναι η επίδραση της πραγματοποίησης αναστροφών στη ροή κορεσμού αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής. Έγινε προσπάθεια, να προσδιοριστεί ποια σχέση συνδέει την τιμή MEA των οχημάτων που στρέφουν αριστερά (MEA<sub>AP</sub>) με την τιμή MEA των οχημάτων που κάνουν αναστροφή (MEA<sub>ANA</sub>). Για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν δύο σηματοδοτούμενες προσβάσεις, μία δύο λωρίδων και μία τριών λωρίδων, οι οποίες συγκέντρωναν χαρακτηριστικά που ικανοποιούν συγκεκριμένες απαιτήσεις που τέθηκαν. Η βασικότερη εξ' αυτών είναι η σύνθεση της κυκλοφορίας, που επιθυμείται να αποτελείται κατά το πλείστον από επιβατικά αυτοκίνητα.

Συλλέχθησαν στοιχεία που αφορούν στους ελιγμούς που πραγματοποιούν τα οχήματα της αριστερής λωρίδας. Έτσι, προέκυψαν ανάλογα με τους ελιγμούς 3 κατηγορίες οχημάτων:

1. Κατηγορία ΑΡΙΣΤΕΡΑ, δηλαδή οχήματα που κινούμενα στην αποκλειστική λωρίδα στρέφουν αριστερά.
2. Κατηγορία U-TURN, δηλαδή οχήματα που κινούμενα στην αποκλειστική λωρίδα κάνουν αναστροφή.
3. Κατηγορία ΓΡΑΜΜΗ2, δηλαδή οχήματα που κινούμενα στην πλαϊνή της αποκλειστικής λωρίδα στρέφουν αριστερά. Τα οχήματα αυτά, δεν θα ληφθούν υπ'όψιν στην επεξεργασία αφού δεν αφορούν στην αποκλειστική λωρίδα.

Για τις δύο πρώτες κατηγορίες έγινε η παρακάτω ανάλυση:

1. Αναλύθηκαν οι τιμές των χρονικών διαχωρισμών των εξεταζόμενων κατηγοριών.
2. Καθορίστηκε ποια οχήματα ανήκαν στο κορεσμένο τμήμα μιας φάσης σηματοδότησης .
3. Έγινε στατιστική ανάλυση όλων των, χρήσιμων στατιστικά, στοιχείων.

4. Υπολογίστηκε η ροή κορεσμού της αποκλειστικής λωρίδας, για ποσοστό αναστροφών 0%.
5. Υπολογίστηκε η κυκλοφοριακή ροή της αποκλειστικής λωρίδας για διάφορα ποσοστά αναστροφών.
6. Υπολογίστηκαν οι μέσοι χαμένοι χρόνοι στην κάθε πρόσβαση και εξετάστηκε στατιστικά πόσα κατά μέσο όρο οχήματα εξαιρούνται εώς την αποκατάσταση της ροής κορεσμού.
7. Βρέθηκαν οι σχέσεις που συνδέουν την τιμή  $MEA_{AP}$  με την τιμή  $MEA_{ANAS}$ , ανάλογα με το ποσοστό των αναστροφών, για κάθε πρόσβαση. Οι σχέσεις αυτές αναφέρονται σε ποσοστά εώς και 30% αφού για μεγαλύτερα δεν υπάρχουν στοιχεία. Εξάλλου, μεγαλύτερα ποσοστά δεν εμφανίζονται συχνά και συνεπώς δεν χρειάζεται ειδική ανάλυση για τέτοια ποσοστά.

Τελικά φαίνεται να προκύπτει μια ενιαία τιμή για κάθε πρόσβαση, δηλαδή ανάλογα με τον αριθμό των λωρίδων των οδών, για τον λόγο  $MEA_{ANAS} / MEA_{AP}$ , η οποία με πιθανότητα 95% μπορεί να καλύψει όλες τις περιπτώσεις ποσοστών αναστροφών. Έτσι, προέκυψε ότι η επιρροή των αναστροφών στη ροή κορεσμού της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής εξαρτάται μόνο από το πλάτος των οδών (αριθμός λωρίδων) στις προσβάσεις.

## 7.2 Συμπεράσματα

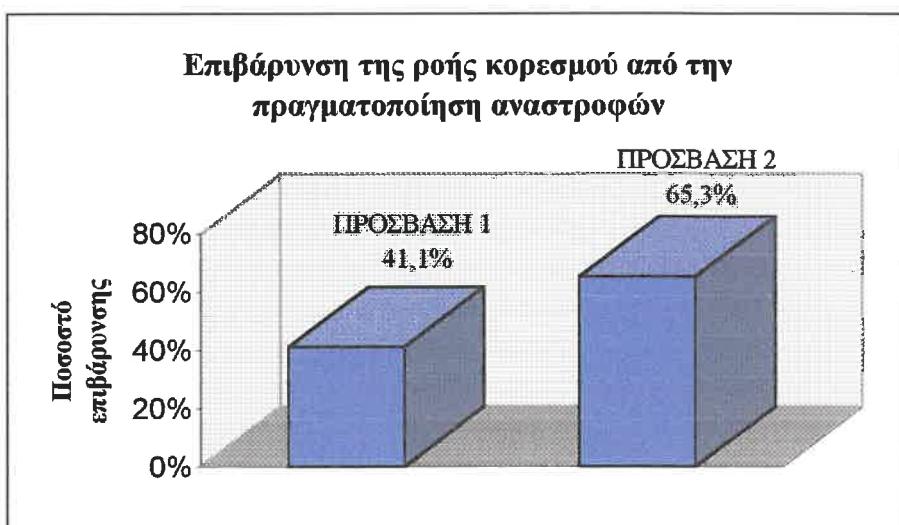
1. Η επιρροή των αναστροφών στη ροή κορεσμού της αποκλειστικής λωρίδας αριστερής στροφής εξαρτάται μόνο από το πλάτος των οδών στις προσβάσεις, δηλαδή, από τον αριθμό λωρίδων στις προσβάσεις. Όλοι οι άλλοι παράγοντες που εξετάστηκαν, δηλαδή, η θέση του οχήματος που κάνει αναστροφή στην ουρά και το ποσοστό των αναστροφών, έχουν ασήμαντη επιρροή στη διαμόρφωση της τιμής του λόγου  $MEA_{ANAS} / MEA_{AP}$ .

Σχετικά με το θέμα δεν υπάρχουν διαθέσιμες πηγές πληροφοριών, αφού η μοναδική παρόμοια έρευνα που έχει γίνει μέχρι σήμερα, διαπραγματεύεται προσβάσεις στις ΗΠΑ που τα χαρακτηριστικά τους είναι διαφορετικά από αυτά των προσβάσεων της εργασίας αυτής και συνεπώς δεν μπορεί να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων και να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Σύμφωνα με την έρευνα αυτή για ποσοστά αναστροφών μέχρι και 50% δεν υπάρχει σημαντική επιρροή στη ροή κορεσμού της αριστερής στροφής. Ωστόσο, εξ' αιτίας του γεγονότος ότι η έρευνα αναφέρεται σε προσβάσεις με πλάτη διαχωριστικών νησίδων  $>3.5$  μέτρων, τα συμπεράσματα διαφοροποιούνται σημαντικά σε σχέση με την παρούσα εργασία στην οποία τα αντίστοιχα πλάτη των νησίδων δεν ξεπερνούν το 1 μέτρο (4).

2. Συγκρίνοντας τις δύο τιμές- σχέσεις που συνδέουν τις τιμές  $MEA_{ANA}$  και  $MEA_{AP}$ , για κάθε πρόσβαση, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Σε πρόσβαση δύο λωρίδων ισχύει  $MEA_{ANA} = 1.653 \text{ MEA}_{AP}$  και
- Σε πρόσβαση τριών λωρίδων ισχύει  $MEA_{ANA} = 1.411 \text{ MEA}_{AP}$ .

Αυτό, δηλαδή, πρακτικά σημαίνει ότι σε πρόσβαση 2 λωρίδων η πραγματοποίηση αναστροφών, επιβαρύνει τη ροή κορεσμού κατά 65.3%\*(ποσοστό αναστροφών) περίπου. Αντίστοιχα, για πρόσβαση 3 λωρίδων προκύπτει μια επιβάρυνση 41.1%\*(ποσοστό αναστροφών) περίπου της ροής κορεσμού.



Σχήμα 7.1 : Επιβάρυνση της ροής κορεσμού από την πραγματοποίηση αναστροφών.

Συνεπώς, η επίδραση του πλάτους είναι πολύ σημαντική αφού η επιβάρυνση σε πρόσβαση 2 λωρίδων είναι αυξημένη κατά 58.9% σε σχέση με την πρόσβαση τριών λωρίδων . Αυτό εξάλλου προκύπτει και από τα Σχήματα 6.2 και 6.3, όπου φαίνεται η επίδραση των αναστροφών στην κυκλοφοριακή ικανότητα ανάλογα με το πλάτος. Μάλιστα στην εφαρμογή 2 (βλ. Κεφάλαιο 6) δίνεται μια καθαρότερη εικόνα της επίδρασης αυτής, αφού εφαρμόζεται η τιμή ΜΕΑ<sub>ΑΝΑΣ</sub>/ΜΕΑ<sub>ΑΡ</sub> και για ποσοστά αναστροφών >30%.

Είναι λοιπόν φανερό, ότι η επίδραση των αναστροφών είναι πολύ σημαντική και θα πρέπει να απαγορεύεται η αναστροφή στους σηματοδοτούμενους κόμβους, εκτός αν συντρέχουν ειδικές συνθήκες. Για να είναι δυνατή η πραγματοποίηση της αναστροφής προτείνεται, εάν είναι δυνατόν, η κατασκευή νησίδων μεγάλου πλάτους, ώστε να δίνεται η δυνατότητα στο αναστρέφον όχημα να κινείται παράλληλα με την πλευρά της νησίδας και έτσι να μην επιβαρύνει ιδιαίτερα την κυκλοφορία.. Ειδάλλως, η αναστροφή θα πρέπει να αντικατασταθεί με τη χρησιμοποίηση δευτερευουσών οδών, καθέτων στην κύρια οδό, με επαρκή και έγκαιρη πληροφόρηση των οδηγών με πινακίδες σηματοδότησης.

3. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι η τιμή που θεωρείται ότι προσεγγίζει ικανοποιητικά τη ροή κορεσμού σε ευθεία, για την Ελλάδα, είναι ίση με 2100 ΜΕΑ/ώρα (2). Από την εργασία αυτή προκύπτει μια μέση τιμή για τη ροή κορεσμού σε κάθε πρόσβαση, ανάλογα με το πλάτος των οδών (αριθμός λωρίδων). Συγκεκριμένα, για την λεωφόρο Μεσογείων η κυκλοφοριακή ροή είναι κατά μέσο όρο 1982 ΜΕΑ/ώρα ενώ για την λεωφόρο Αμφιθέας 2030 ΜΕΑ/ώρα. Συγκρίνοντας τις τιμές αυτές με την τιμή 2100 προκύπτουν μειωτικοί συντελεστές 0.94 και 0.97 αντίστοιχα (από το λόγο της ροής κορεσμού στην αριστερή στροφή προς την ροή κορεσμού στην ευθεία). Η τιμή αυτή προβλέπεται από τον Αμερικανικό κανονισμό, για αριστερές στροφές και αποκλειστική λωρίδα, ίση με 0.95 (1). Δεδομένου ότι η τιμή αυτή έχει προκύψει από μετρήσεις σε προσβάσεις οδών με διαφορετικά πλάτη, οι τιμές που προκύπτουν από την εργασία συμφωνούν με την τιμή αυτή.

4. Σχετικά με τα οχήματα που χρειάζεται να διέλθουν από τη γραμμή εκκίνησης εώς την αποκατάσταση της κατάστασης κορεσμού στην αποκλειστική λωρίδα, από τη

μελέτη προκύπτει μέση τιμή για την πρόσβαση 1 ίση με 2.25 οχήματα ενώ για την πρόσβαση 2 προκύπτει μέση τιμή ίση με 1.70 οχήματα.

5. Σχετικά με τον υπολογισμό των μέσων χαμένων χρόνων στις προσβάσεις, φαίνεται να υπάρχει σχέση ανάμεσα στον κυκλοφοριακό φόρτο και στον μέσο χαμένο χρόνο. Για την πρόσβαση 1, από τον Πίνακα 5.2 προκύπτει ότι όταν αυξάνεται ο αριθμός των οχημάτων στην ουρά, μειώνεται ο μέσος χαμένος χρόνος. Συγκεκριμένα, για σύνολο οχημάτων που ουρά μέχρι 10 προέκυψε  $MXX=2.09$  sec και αντίστοιχα για σύνολο οχημάτων στην ουρά  $>10$  προέκυψε  $MXX=1.87$  sec. Η διαφορά αυτή είναι 10.5%, δηλαδή, στατιστικά σημαντική. Για την πρόσβαση 2 προκύπτουν αντίστοιχα  $MXX=2.07$  sec και  $MXX=1.82$  sec που σημαίνει ότι όταν αυξάνεται το σύνολο των οχημάτων ο  $MXX$  μειώνεται κατά 12.1%. Η μείωση αυτή οφείλεται στη σημαντική μείωση του χρόνου που μεσολαβεί ως την αποκατάσταση ροής κορεσμού (χρ.Ρ.Κ).

6. Στην εφαρμογή 3 γίνεται αντιληπτή η επίδραση που έχει ο χρόνος πρασίνου σε σηματοδοτούμενο κόμβο στην μέγιστη κυκλοφοριακή ικανότητα της λωρίδας για τις εξεταζόμενες προσβάσεις. Παρατηρείται μια σημαντική μείωση της κυκλοφοριακής ικανότητας όταν ο χρόνος πρασίνου είναι 10 δευτερόλεπτα, σε σχέση με την κυκλοφοριακή ικανότητα για μεγαλύτερους χρόνους πρασίνου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο χαμένος χρόνος αποτελεί σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού χρόνου πρασίνου κάθε φάσης, όταν ο χρόνος πρασίνου είναι 10 δευτερόλεπτα σε σχέση με τους χρόνους πρασίνου 20 και 30 δευτερολέπτων. Συγκεκριμένα, το ποσοστό του χαμένου χρόνου για κάθε τιμή χρόνου πρασίνου είναι περίπου 20%, 10%, 6.7% για τιμές 10, 20 και 30 sec αντίστοιχα. Θα πρέπει, λοιπόν οι αρμόδιες υπηρεσίες να είναι ιδιαίτερα προσεκτικές όταν αποφασίζουν τη ρύθμιση κάποιου σηματοδότη, ειδικά όταν στην πρόσβαση πραγματοποιούνται πολλές αναστροφές, καθώς είναι πιθανόν να προκληθούν σημαντικά προβλήματα στην λειτουργία του κόμβου.

### 7.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Με την εργασία αυτή διατυπώνεται μία ολοκληρωμένη μεθοδολογία μετρήσεων και ανάλυσης, συμπεριλαμβανομένων και ειδικών ετοιμασμένων προγραμμάτων Η/Υ, που συντάχθηκαν για τη συλλογή και καταγραφή των μετρήσεων.

Στην εφαρμογή 1 αποφαίνεται η ανάγκη για τον ακριβή προσδιορισμό των συντελεστών προσαρμογής για πραγματοποίηση αναστροφών αφού η επίδρασή τους κάθε αλλό παρά αμελητέα μπορεί να θεωρηθεί.

Τα αποτελέσματα της εργασίας περιορίζονται στην ανάλυση ορισμένων κατηγοριών μετρήσεων όπως αυτές έχουν αναλυθεί, οι οποίες παρέχουν ικανοποιητικό δείγμα για ανάλυση. Για τις υπόλοιπες κατηγορίες που εμφανίζονται στην κυκλοφορία χρειάζεται μεγάλο πλήθος μετρήσεων για τη στατιστική ανάλυσή τους. Ακόμη, τα συμπεράσματα παρέχουν στατιστική αξιοπιστία για ποσοστά αναστροφών από 0-30%, αφού μόνο γι' αυτά διατίθενται στοιχεία, ωστόσο, επιχειρείται μια προσπάθεια ευρύτερης εφαρμογής και για μεγαλύτερα ποσοστά αναστροφών.

Το δείγμα των μετρήσεων που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μια πιο εκτεταμένη και λεπτομερή έρευνα, ώστε με τα στοιχεία των επιπλέον μετρήσεων και τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε, να είναι εφικτή η ανάλυση και ο υπολογισμός της επιρροής των αναστροφών στη ροή κορεσμού της αποκλειστικής λωρίδας, για όλα τα είδη των οχημάτων που κυκλοφορούν και για όλα τα είδη προσβάσεων. Δηλαδή, πρέπει να εξετασθούν περιπτώσεις στις οποίες η σύνθεση της κυκλοφορίας περιλαμβάνει όλες τις κατηγορίες οχημάτων (στην εργασία περιλαμβάνει μόνο επιβατικά οχήματα). Ακόμη, να εξεταστούν προσβάσεις των οποίων τα χαρακτηριστικά παρουσιάζουν διάφορες ιδιομορφίες.(μεγάλη κατά μήκος κλίση, μικρές καμπύλες οριζοντιογραφίας, περιορισμένη ορατότητα κλπ.)

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- (1) "Highway Capacity Manual. Special Report 209", Transportation Research Board, Washington 1985.
- (2) Ι. Μ. Φραντζεσκάκης- Γ. Α. Γιαννόπουλος, "Σχεδιασμός των μεταφορών και κυκλοφοριακή τεχνική", Τόμος 1, Έκθεση Γ, 1986.
- (3) Β. Καπότης, "Διερεύνηση Τιμών Ισοδυναμίας ΜΕΑσε Σηματοδοτούμενους Κόμβους", Αθήνα 1990.
- (4) J.C. Adams and J.E. Hummer, "Effects of U-Turns on Left-Turn Saturation Flow Rates". In Manual of Transportation Research Record 1398, Washington 1993, p.90-100.
- (5) Γ.Ν. Τζιαφέτας, "Εισαγωγικά Μαθήματα Στατιστικής", Αθήνα 1991, σελ. 240,241.
- (6) "Κυκλοφοριακή Ικανότητα Σηματοδοτούμενων Κόμβων. Ενδιάμεση Έκθεση Προόδου Έργου". Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., Οκτώβριος 1986.
- (7) T. McGean, "Urban Transportation Technology".
- (8) C.J.Messer and D. B. Fanbro, "Effects of Signal Phasing and Length of Left-Turn Bay on Capacity". In Manual of Transportation Research Record 644, Washington 1991.
- (9) R.J. Salter, "Highway Traffic Analysis and Design". McMillan, London.

## **ПАРАРНМАТА**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1**

Στο παράρτημα 1 δίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των μετρήσεων σύμφωνα με την ημερομηνία πραγματοποίησής τους. Τα πρωτογενή στοιχεία καταγράφηκαν στον μικρούπολογιστή με τη βοήθεια προγράμματος το οποίο δίνεται στο παράρτημα 3. Τα στοιχεία που φαίνονται στους επόμενους πίνακες έχουν υποστεί μια πρώτη επεξεργασία καθώς τα πρωτογενή στοιχεία που είχαν καταγραφεί στο μηχάνημα είναι σαφώς αναλυτικότερα και η ένταξη τους στην εργασία αυτή κρίνεται άσκοπη αφού δεν παρέχουν σημαντικές επιπλέον πληροφορίες. Έτσι, δίνονται οι πίνακες I-IX.3 στους οποίους παρέχονται πληροφορίες για τον αριθμό των οχημάτων, τον χρόνο κίνησης, των αριθμό των πραγματοποιηθείσων αναστροφών καθώς και την θέση τους στην ουρά.

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
1	10	19	1	7
2	10	17	0	-
3	10	17	1	7
4	10	19	2	1,8
5	8	14	0	-
7	9	19	0	-
8	11	21	0	-
9	8	14	1	8
9	9	16	2	2,4
10	8	13	0	-
11	9	15	1	3
12	9	17	1	2
13	10	16	0	-
14	10	20	0	-
15	10	17	1	1
16	11	19	0	-
17	7	11	0	-
18	9	13	0	-
19	9	16	0	-

Πίνακας Ι: Μετρήσεις ΜΑ0 πραγματοποιείσες κατά την 8<sup>η</sup> Μαΐου από τις 11:30 εώς τις 12:20 στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
1	9	16	2	5,7
2	9	15	0	-
3	11	19	1	1
4	10	16	0	-
5	9	15	0	-
6	7	12	0	-
7	9	13	2	7,8
8	12	20	2	1,4
9	9	14	0	-
10	11	17	0	-
11	11	18	0	-
12	9	14	0	1,9
14	12	19	0	-
15	9	16	0	-
16	7	11	0	-
17	7	13	1	5
18	10	14	0	-
19	9	14	1	5
20	8	12	2	3,8
21	8	12	1	4
22	7	16	0	-
23	10	15	0	-
24	7	12	1	5
25	8	13	1	3
26	8	13	0	-
27	10	17	1	3
29	12	24	2	2,6
29	10	16	0	-
31	10	15	1	6
33	10	19	2	6,9
33	8	13	0	-
35	10	18	2	5,10
36	10	17	2	2,7
36	9	14	0	-
37	11	17	0	-
38	8	14	0	-
39	10	18	0	-
42	9	16	1	2

Πίνακας ΙΙ.1: Μετρήσεις ΜΑ1 πραγματοποιθείσες κατά την 8<sup>η</sup> Μαΐου από τις 9:30 εώς τις 11:10 π.μ. στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
43	8	12	1	2
44	8	14	0	-
45	11	20	1	2
46	11	19	1	5
47	9	16	2	4,9
48	8	13	2	3,4
49	9	17	2	2,5
50	9	15	2	1,6
51	10	16	0	-
52	10	16	1	2
53	12	22	1	6
54	12	20	2	6,12
55	7	11	0	-
57	10	17	1	2
58	9	15	1	8
59	9	16	1	8
60	9	17	2	4,7
61	9	14	0	-
63	9	13	1	4
64	9	17	2	1,6
65	9	13	0	-
66	10	17	1	4
68	7	10	1	5
69	8	14	1	5
70	9	15	1	6
71	9	15	0	-
75	8	13	1	6
76	9	16	2	1,2
77	8	13	0	-
78	8	16	1	1
79	11	20	1	9
80	11	17	0	-
81	10	14	0	-
82	10	16	1	7
83	8	13	2	2,7
84	9	14	0	-
85	10	17	1	3
86	11	17	0	-

Πίνακας Η.2: Μετρήσεις ΜΑ1 πραγματοποιθείσες κατά την 9<sup>η</sup> Μαΐου από τις 11:10 εώς τις 13:50 στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
1	10	18	1	10
2	9	15	0	-
5	10	19	0	-
6	9	16	1	5
7	10	18	0	-
8	12	21	1	3
9	8	12	0	-
10	11	17	0	-
11	9	15	0	-
12	8	16	1	4
14	10	16	0	-
15	8	14	2	2,8
16	8	17	1	7
17	9	14	0	-
18	7	11	0	-
19	9	15	1	5
20	8	12	1	1
21	8	16	2	1,7
22	9	15	0	-
23	11	16	0	-
24	7	12	0	-
25	10	18	2	7,10
26	8	13	1	2
27	10	16	0	-
28	7	12	1	6
29	10	17	1	9
30	8	12	1	3
31	8	11	0	-
32	9	13	0	-
34	10	17	2	3,5
35	8	13	1	6
36	10	17	1	5
37	9	13	0	-
38	7	12	1	4
39	8	12	0	-
41	7	10	0	-
42	9	15	2	2,9
43	9	16	2	2,3

Πίνακας Η.1: Μετρήσεις ΜΑ2 πραγματοποιθείσες κατά την 13<sup>η</sup> Μαΐου από τις 09:50 εώς τις 11:55 στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
44	8	13	2	6,8
45	10	15	0	-
46	9	15	1	3
47	9	15	0	-
48	9	14	1	1
49	9	14	0	-
50	10	15	0	-
51	9	15	1	1
52	10	17	0	-
54	10	16	0	-
55	7	11	0	-
56	10	17	1	3
57	8	15	0	-
58	12	19	0	-
59	10	17	1	6
60	9	14	1	3
61	9	15	0	-
62	7	11	0	-
63	12	20	0	-
64	7	11	0	-
67	9	15	0	-
68	10	19	0	-
69	11	19	1	4
70	10	16	0	-
71	9	14	0	-
73	10	18	1	4
74	10	18	1	6
75	9	16	0	-
76	11	19	1	7
77	10	16	0	-
78	9	14	0	-
79	7	10	0	-
80	10	15	1	10
81	10	17	1	6
82	10	18	1	8
83	10	18	0	-
84	11	18	1	6
86	12	21	1	9

Πίνακας III.2: Μετρήσεις ΜΑ2 πραγματοποιθείσες κατά την 13<sup>η</sup> Μαΐου από τις 11:55 εώς τις 14:20 στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
1	7	13	0	-
2	8	13	2	4,5
3	8	12	0	-
4	10	15	0	-
5	10	15	0	-
6	9	14	0	-
7	8	11	1	4
8	10	14	0	-
9	9	16	0	-
10	9	14	1	8
11	9	15	1	3
12	8	13	0	-
13	9	13	0	-
14	9	13	0	-
15	7	12	1	5
16	9	15	0	-
17	8	13	0	-
18	8	13	0	-
20	10	15	1	4
21	10	16	1	5
22	9	13	0	-
23	9	16	2	5,9
24	10	16	1	6
25	9	14	1	2
26	9	14	0	-
27	9	14	0	-
29	10	17	0	-
30	9	14	1	9
31	9	13	0	-
32	10	17	1	3
33	8	14	1	2
34	11	17	1	2
35	8	13	1	7
36	10	17	2	3,6
37	8	13	0	-
38	8	11	1	4
39	7	12	2	2,7

Πίνακας IV.1: Μετρήσεις ΜΑ3 πραγματοποιείσες κατά την 15<sup>η</sup> Μαΐου από τις 09:30 εώς τις 10:55 στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
40	10	19	1	4
41	9	15	1	4
42	7	14	2	1,4
43	8	15	2	2,4
44	7	11	2	1,6
45	7	13	0	-
46	9	16	1	2
47	9	15	1	4
48	9	15	2	7,8
49	10	16	0	-
50	8	16	1	4
51	10	16	1	5
52	10	15	2	3,9
53	8	13	1	7
54	8	13	0	-
55	9	16	1	3
56	11	20	1	8
57	9	16	1	6
58	8	12	0	-
59	10	18	2	2,4
60	12	20	2	3,11
61	9	18	1	2
62	12	20	2	6,12
63	10	17	1	2
64	9	16	1	5
66	9	16	1	1
67	10	16	2	2,9
68	10	18	1	10
69	10	19	1	6
70	8	15	1	6
71	9	17	2	1,5
72	12	19	1	5
74	10	19	2	7,9
75	10	19	1	7
76	10	19	2	6,7
77	10	18	2	3,8
78	8	14	1	4

Πίνακας IV.2: Μετρήσεις ΜΑ3 πραγματοποιείσες κατά την 15<sup>η</sup> Μαΐου από τις 10:55 εώς τις 13:00 στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
79	8	15	1	5
80	10	17	2	2,10
81	9	17	1	9
82	8	13	1	8
83	7	12	1	6
84	8	16	2	1,4
85	8	14	2	4,8
86	7	11	1	3
87	9	15	0	-
88	10	18	1	1
89	8	15	1	6
90	10	19	2	3,5
91	8	13	1	4
92	9	14	2	3,7
94	10	14	0	-
95	8	15	2	1,6
96	10	17	2	3,5
97	9	15	1	7
98	8	16	2	4,8
99	9	14	0	-
100	7	12	1	1
101	9	16	2	4,5
102	10	15	0	-
103	9	17	2	1,6
104	9	14	1	6
105	8	11	0	-
106	12	21	1	9
107	10	17	0	-
108	9	17	0	-
109	12	21	0	-

Πίνακας IV.3: Μετρήσεις ΜΑ3 πραγματοποιθείσες κατά την 15<sup>η</sup> Μαΐου από τις 13:00 εώς τις 14:10 στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
1	11	21	0	-
2	12	18	0	-
3	8	11	0	-
4	11	19	0	-
5	12	16	0	-
6	13	20	0	-
7	11	17	0	-
8	13	19	0	-
9	11	15	0	-
11	8	13	0	-
12	13	26	0	-
13	11	16	0	-
14	12	22	0	-
15	10	15	0	-
16	13	25	0	-
17	7	10	0	-
18	13	18	0	-
19	7	10	0	-
20	10	17	0	-
21	8	13	0	-
22	12	18	0	-
23	7	12	0	-
24	9	12	0	-
25	9	14	0	-
26	8	11	0	-
27	10	14	0	-
28	10	16	0	-
30	9	14	0	-
31	11	15	0	-
32	8	13	0	-
33	13	20	0	-
34	12	21	0	-

Πίνακας V.1: Μετρήσεις ΜΑ5 πραγματοποιθείσες κατά την 21<sup>η</sup> Μαΐου από τις 13:30 εώς τις 14:20 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
35	8	11	0	-
36	12	18	0	-
37	12	20	0	-
38	8	11	0	-
39	9	12	0	-
40	8	13	0	-
41	13	23	0	-
42	11	16	0	-
43	11	17	0	-
44	9	14	0	-
45	7	9	0	-
47	9	13	0	-
48	9	14	0	-
49	10	15	0	-
50	12	20	0	-
51	9	18	0	-
52	8	15	0	-
53	10	18	0	-
54	12	18	0	-
55	9	17	0	-
56	8	12	0	-
57	8	14	0	-
58	10	17	0	-
59	8	14	0	-
60	11	17	0	-
61	10	16	0	-
62	9	14	0	-
63	7	12	0	-
64	9	12	0	-
65	10	16	0	-
66	12	20	0	-

Πίνακας V.2: Μετρήσεις ΜΑ3 πραγματοποιθείσες κατά την 21<sup>η</sup> Μαΐου από τις 14:20 εώς τις 14:45 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
1	11	19	0	-
3	7	12	0	-
4	8	14	0	-
5	7	13	0	-
6	12	21	0	-
7	8	14	0	-
8	7	11	0	-
9	9	15	0	-
10	11	22	0	-
11	10	19	0	-
12	11	16	0	-
13	11	16	0	-
14	9	16	0	-
15	12	19	0	-
16	11	20	1	2
17	9	15	0	-
18	11	20	0	-
19	11	22	1	11
20	8	11	0	-
21	9	15	1	6
23	13	23	0	-
24	12	26	0	-
25	8	13	1	1
26	8	14	0	
27	13	25	1	11
28	10	16	0	-
29	11	19	1	7
30	7	13	0	-
31	13	22	0	-
32	13	24	0	-
33	13	24	1	11
34	13	21	1	13
35	12	22	1	5

Πίνακας VI.1: Μετρήσεις ΜΑ6 πραγματοποιθείσες κατά την 22<sup>ο</sup> Μαΐου από τις 11:20 εώς τις 12:20 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
36	7	11	0	-
37	11	19	0	-
39	11	19	1	1
40	12	21	1	8
41	11	20	0	-
43	10	16	0	-
45	8	13	1	7
47	13	22	1	7
49	9	15	1	6
52	9	13	1	7
55	13	26	1	6
56	13	23	1	9
58	11	19	1	5
59	11	19	0	-
60	13	20	1	1
61	13	22	1	13
62	9	14	0	-
63	7	11	0	-
64	10	19	1	10
65	10	15	1	10
66	11	17	1	10
67	13	23	1	11
68	12	19	1	10
69	12	19	1	10
70	10	18	0	-
71	12	19	0	-
72	13	27	1	11
73	10	15	0	-
74	13	19	0	-
75	11	16	1	11
77	9	18	1	7
78	9	15	0	-
79	8	12	0	-

Πίνακας VI.2: Μετρήσεις ΜΑ6 πραγματοποιθείσες κατά την 22<sup>α</sup> Μαΐου από τις 12:20 εώς τις 13:30 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
80	7	10	0	-
81	10	18	1	8
82	7	11	1	3
83	13	20	1	9
84	13	22	1	5
85	12	23	1	7
86	11	16	1	8
87	13	22	0	-
88	7	13	0	-
89	10	18	1	5
90	12	25	1	9
91	12	18	0	-
92	13	24	0	-
93	10	16	1	10
94	9	15	1	9
95	11	19	0	-
96	9	15	0	-
97	13	24	1	11
98	13	27	1	10
99	10	15	0	-
100	8	13	0	-
101	10	14	0	-
102	10	17	1	3
103	9	17	1	2
104	9	16	1	3
105	11	19	1	1
106	12	20	0	-
107	8	16	1	3
108	10	16	1	2
109	9	12	0	-
110	9	15	1	5
111	7	10	0	-

Πίνακας VI.3: Μετρήσεις ΜΑ6 πραγματοποιείσες κατά την 22<sup>α</sup> Μαΐου από τις 13:30 εώς τις 14:10 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
2	8	12	1	3
3	7	11	0	-
4	8	15	1	5
7	7	12	1	4
8	9	16	2	-
9	8	15	2	-
10	9	16	1	5
11	8	13	1	6
12	10	18	2	-
14	11	17	1	3
18	10	17	0	-
20	8	13	2	-
21	9	15	1	2
22	9	16	2	-
23	9	14	1	2
24	9	15	1	3
25	8	13	0	-
27	8	13	0	-
28	7	12	0	-
30	9	14	1	7
31	9	17	2	2,9
32	7	12	0	-
33	7	11	0	-
34	9	15	0	-
35	8	13	2	4,6
36	9	15	1	2
37	8	14	0	-
38	11	17	0	-
39	7	11	0	-
40	9	15	0	-
41	8	16	0	-
42	8	14	2	3,8
44	8	13	0	-
45	7	10	0	-
46	10	16	0	-

Πίνακας VII.1: Μετρήσεις ΜΑ7 πραγματοποιθείσες κατά την 26<sup>η</sup> Μαΐου από τις 10:20 εώς τις 12:05 στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
sec				
48	9	15	0	-
49	7	10	0	-
50	9	15	2	1,7
51	9	16	1	5
52	12	21	1	11
53	9	16	1	5
54	12	21	2	4,6
55	10	14	0	-
56	7	12	0	-
58	10	17	0	-
59	10	18	1	6
60	9	15	1	6
61	10	16	0	-
63	7	10	1	1
65	10	16	1	6
67	9	15	0	-
68	8	13	0	-
69	12	24	2	4,12
70	9	14	0	-
71	9	16	1	4
72	8	12	0	-
73	7	12	1	2
74	9	14	0	-
75	9	16	1	7
76	12	23	2	5,8
77	11	19	1	6
78	9	15	1	6
80	11	19	1	3
82	11	20	0	-
83	10	16	0	-
84	12	20	1	11
85	7	12	0	-
86	9	15	0	-
87	11	20	1	8
88	7	12	2	3,5

Πίνακας VII.2: Μετρήσεις MA7 πραγματοποιείσες κατά την 26<sup>η</sup> Μαΐου από τις 12:05 εώς τις 13:50 στην πρόσβαση 1 (Λεωφόρος Μεσογείων).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
1	7	12	1	4
2	9	15	1	7
3	8	13	0	-
4	8	12	0	-
6	13	23	1	1
7	12	21	1	2
8	12	21	1	7
10	12	20	1	1
11	11	20	1	8
12	11	17	1	8
13	11	21	1	10
14	13	22	1	11
15	12	21	1	6
16	11	19	1	9
17	9	13	1	7
18	13	21	1	13
20	11	18	1	1
21	12	17	1	9
22	13	22	1	5
23	10	15	1	10
24	13	21	1	2
25	11	17	1	6
26	11	21	1	9
27	12	23	1	3
28	11	19	1	11
29	11	17	1	4
30	11	20	1	2
31	13	20	1	7
32	8	13	1	6
33	8	14	1	5

Πίνακας VIII.1: Μετρήσεις ΜΑ8 πραγματοποιείσες κατά την 27<sup>η</sup> Μαΐου από τις 10:50 εώς τις 11:50 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
34	11	23	1	4
35	12	20	1	5
36	9	14	1	1
37	9	17	1	4
38	12	22	1	3
39	12	23	1	1
40	10	17	1	6
41	13	23	1	5
42	11	21	1	5
43	9	14	1	1
44	12	22	1	2
45	11	19	1	6
46	10	18	1	4
47	10	18	1	8
48	10	20	1	4
49	7	15	1	5
50	12	24	1	3
51	10	22	0	-
52	8	13	0	-
53	9	15	0	-
54	9	16	1	5
55	12	21	1	5
56	13	24	1	4
57	10	16	1	5
58	12	21	1	2
59	9	14	1	3
60	10	20	1	5
61	8	14	1	2
62	10	19	1	4
63	11	18	1	4

Πίνακας VIII.2: Μετρήσεις ΜΑ8 πραγματοποιθείσες κατά την 27<sup>η</sup> Μαΐου από τις 11:50 εώς τις 12:40 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
64	7	11	0	-
65	9	16	1	1
66	9	17	1	9
68	8	11	1	4
70	12	20	1	4
71	13	26	1	5
72	13	23	1	4
73	8	14	1	8
74	8	13	1	1
75	8	12	1	8
76	11	18	1	3
77	9	16	1	2
78	8	15	1	3
79	9	18	1	6
80	10	16	0	-
81	8	14	0	-
82	10	16	0	-
83	9	17	0	-
84	9	15	0	-
85	8	11	0	-
86	9	15	0	-
87	9	14	0	-
88	11	18	1	4

Πίνακας VIII.3: Μετρήσεις ΜΑ8 πραγματοποιθείσες κατά την 27<sup>η</sup> Μαΐου από τις 12:40 εώς τις 13:00 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
1	12	22	0	-
2	10	16	1	7
3	9	15	1	7
4	8	12	0	-
5	8	11	0	-
6	9	14	1	6
7	11	16	1	8
8	12	16	0	-
9	13	21	1	6
10	12	18	1	7
11	13	21	1	7
12	12	22	1	7
13	8	11	0	-
14	12	19	1	7
15	10	17	1	7
16	13	20	1	8
17	13	20	1	7
18	12	18	1	7
19	9	12	0	-
20	13	24	0	-
21	8	12	0	-
22	12	24	1	8
23	12	17	0	-
24	13	21	1	8
25	10	13	0	-
26	13	25	1	6
27	11	17	0	-
28	11	20	0	-
29	13	22	1	5
30	10	16	0	-

Πίνακας ΙΧ.1: Μετρήσεις ΜΑ9 πραγματοποιείσες κατά την 28<sup>η</sup> Μαΐου από τις 10:50 εώς τις 11:30 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
31	11	16	0	-
32	13	20	1	1
33	8	13	1	3
34	13	26	1	5
35	12	19	1	6
36	12	23	0	-
37	8	12	0	-
38	13	18	0	-
39	10	15	0	-
40	11	19	1	9
41	13	23	1	5
42	7	11	0	-
43	11	18	0	-
44	11	18	0	-
45	7	11	1	6
46	13	25	1	1
47	12	18	1	9
48	11	19	1	7
49	11	18	1	5
50	8	13	1	5
51	10	15	0	-
52	13	20	1	7
54	13	22	1	13
55	9	14	0	-
56	8	12	0	-
57	12	19	0	-
58	13	20	1	8
59	10	16	1	5
60	11	20	1	7
61	10	19	1	7

Πίνακας IX.2: Μετρήσεις ΜΑ9 πραγματοποιθείσες κατά την 28<sup>η</sup> Μαΐου από τις 11:30 εώς τις 12:30 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

Κωδικός Μέτρησης	Αριθμός οχημάτων	Χρόνος κίνησης	Αριθμός αναστροφών	Θέση αναστροφών
		sec		
62	10	15	1	2
63	10	17	0	-
64	10	15	1	5
65	12	21	0	-
66	12	21	1	3
67	8	15	1	2
68	7	9	0	-
69	13	23	1	13
70	7	13	0	-
71	12	20	1	8
72	11	20	1	7
73	13	23	1	5
74	9	13	0	-
75	11	17	0	-
76	13	20	1	8
77	11	23	1	4
78	9	14	1	6
79	13	23	1	6
80	7	10	1	5
81	7	10	0	-
82	11	18	0	-
83	10	14	0	-
84	8	12	0	-
85	7	10	0	-
86	8	14	1	5
87	9	15	0	-

Πίνακας ΙΧ.3: Μετρήσεις ΜΑ9 πραγματοποιθείσες κατά την 28<sup>η</sup> Μαΐου από τις 12:30 εώς τις 13:50 στην πρόσβαση 2 (Λεωφόρος Αμφιθέας).

## **ПАРАРТНМА 2**

χρόνος έως P.K.	σύνολο οχημάτων	χρόνος έως P.K.	σύνολο οχημάτων	χρόνος έως P.K.	σύνολο οχημάτων
χρ.P.K.	n	χρ.P.K.	n	χρ.P.K.	n
sec		sec		sec	
5	2	5	2	2	0
0	0	5	2	1	0
5	2	5	2	3	0
7	3	6	3	4	1
6	3	4	1	5	2
2	0	9	4	8	3
1	0	5	2	6	2
3	0	7	3	4	1
7	3	4	1	1	0
4	1	3	0	2	0
4	1	7	3	8	3
6	3	4	1	2	0
1	0	4	1	5	2
4	1	11	4	5	2
3	0	7	3	2	0
11	4	5	2	12	5
8	3	5	2	3	0
3	0	9	4	5	2
4	1	4	1	5	2
2	0	4	1	6	2
1	0	7	3	4	1
2	0	5	2	9	4
2	0	4	1	7	3
7	3	4	1	2	0
4	1	1	0	4	1
4	1	4	1	2	0

Πίνακας X.1: Μετρήσεις για τον υπολογισμό χαμένων χρόνων για την πρόσβαση 1 για "μικρό" φόρτο ( $\leq 10$  οχήματα)

χρόνος έως P.K. χρ. P.K.	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως P.K. χρ. P.K.	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως P.K. χρ. P.K.	σύνολο οχημάτων n
sec		sec		sec	
5	2	5	2	7	3
9	4	6	3	7	1
1	0	4	1	6	2
5	2	5	2	6	3
4	1	4	1	3	0
3	0	4	1	4	1
3	0	5	2	2	0
4	1	4	1	4	1
7	3	2	0	3	0
5	2	4	1	4	1
4	1	8	3	4	1
4	2	6	3	1	0
4	1	6	2	4	1
5	2	2	0	7	3
10	4	4	1	8	3
5	2	3	0	6	2
4	1	4	1	9	3
6	3	7	3	4	1
5	2	2	0	9	3
5	2	2	0	7	2
11	4	2	1	5	1
4	1	4	1	4	1
4	1	4	1	3	0
4	1	6	2	8	3
4	1	7	3	2	0
6	2				

Πίνακας X.2: Μετρήσεις για τον υπολογισμό χαμένων χρόνων για την πρόσβαση 1 για "μικρό" φόρτο ( $\leq 10$  οχήματα)

χρόνος έως P.K. χρ.Ρ.Κ.	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως P.K. χρ.Ρ.Κ.	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως P.K. χρ.Ρ.Κ.	σύνολο οχημάτων n
sec		sec		sec	
11	5	5	2	4	1
8	3	3	0	3	0
9	4	7	3	3	0
7	3	2	0	4	1
6	3	3	0	7	3
6	3	6	2	3	0
11	5	2	0	4	1
5	2	7	3	5	2
7	3	5	2	7	3
5	2	3	0	8	4
7	3	5	2	5	2
6	3	3	0	6	2
6	3	3	0	4	1
9	4	3	0	5	2
5	2	2	0	7	3
5	2	5	2	2	0
6	2	3	0	8	3
5	2	4	1	7	3
4	1	6	3	4	1
7	3	2	0	3	0
6	2	1	0	3	0
4	1	5	2	2	0
5	2	3	0	3	0
7	3	2	0	8	3
5	2	4	1	3	0
3	0	6	3	5	2
3	0	5	2	4	1
4	1	5	2	5	2
7	3	7	3	4	1
5	2	2	0	3	0
7	3	3	0	3	0

Πίνακας Χ.3: Μετρήσεις για τον υπολογισμό χαμένων χρόνων για την πρόσβαση 1 για "μεγάλο" φόρτο (>10 οχήματα)

χρόνος έως P.K. χρ. P.K.	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως P.K. χρ. P.K.	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως P.K. χρ. P.K.	σύνολο οχημάτων n
sec		sec		sec	
8	3	5	1	1	0
7	2	8	3	2	0
8	3	7	2	7	3
4	1	4	1	3	0
7	2	4	1	5	2
6	2	4	1	5	1
4	1	4	1	4	1
9	3	7	2	4	1
8	3	5	1	6	2
7	3	6	1	7	3
6	2	2	0	4	1
4	1	7	2	3	0
9	3	4	1	7	3
5	2	5	1	8	3
7	2	4	1	4	1
5	1	4	1	1	0
4	1	5	2	5	2
7	2	2	0	4	1
11	4	2	0	4	1
8	2	5	1	7	2
6	2	6	2	7	2
8	3	7	2	6	2
4	1	4	1	5	2
6	2	3	1	2	0
6	2	5	1	4	1
8	3	7	2	6	2
5	1	6	2	2	0
10	4	6	2	5	2
3	0	3	0	7	3
7	3	7	3		

Πίνακας X.4: Μετρήσεις για τον υπολογισμό χαμένων χρόνων για την πρόσβαση 1 για "μεγάλο" φόρτο (>10 οχήματα)

χρόνος έως P.K. χρ. P.K.	σύνολο οχημάτων n						
sec		sec		sec		sec	
5	2	4	1	8	3	5	2
3	0	3	0	6	2	5	2
7	3	3	0	8	3	1	0
2	0	4	1	4	1	4	1
3	0	5	1	5	2	4	1
6	2	3	0	5	2	4	1
2	0	4	1	4	1	4	1
7	3	5	2	8	3	7	2
5	2	7	3	8	3	5	1
3	0	8	3	1	0	6	2
5	2	1	0	6	2	2	0
3	0	6	2	3	0	7	2
3	0	4	1	8	3	4	1
3	0	5	2	5	2	5	1
2	0	7	3	1	0	4	1
5	2	2	0	5	1	4	1
3	0	8	3	4	1	5	2
4	1	7	3	7	2	2	0
6	3	4	1	13	4	2	0
2	0	3	0	1	0	5	1
3	0	3	0	6	2	6	2
5	2	2	0	6	2	1	0
3	0	3	0	4	1	4	1
4	1	8	3	6	2	3	0
4	1	3	0	6	2	5	1
6	3	5	2	8	3	6	2
5	2	4	1	1	0	1	0
5	2	5	2	1	0	1	0
4	1	3	0	6	2	2	0
6	2	7	2	2	0	3	0

Πίνακας XI.1 : Μετρήσεις για τον υπολογισμό χαμένων χρόνων για την πρόσβαση 2 για "μικρό" φόρτο ( $\leq 11$  οχήματα)

χρόνος έως P.K. χρ. P.K. sec	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως P.K. χρ. P.K. sec	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως P.K. χρ. P.K. sec	σύνολο οχημάτων n
7	3	5	2	2	0
2	0	5	2	3	0
5	2	5	2	4	0
10	4	6	3	6	2
3	0	4	1	5	2
1	0	9	4	8	3
1	0	5	2	6	2
7	3	7	3	4	1
4	1	4	1	3	0
3	0	3	0	2	0
5	2	5	1	9	3
5	2	4	1	4	1
4	1	4	1	5	2
1	0	7	2	5	2
3	0	6	2	2	0
8	3	5	2	8	3
7	2	5	2	9	3
19	4	8	3	5	2
4	1	4	1	5	2
1	0	4	1	7	2
6	1	7	3	4	1
1	0	4	1	9	3
1	0	4	1	2	0
1	0	4	1	2	0
3	0	1	0	4	1
4	1	3	0	2	0
4	1	6	2	8	3
5	2	7	3	3	0
4	1	4	1	3	0
6	2	4	1	4	1
5	2	2	0	8	2
7	3	4	1	3	0
7	3	6	3	4	1
5	2	5	2	4	1
5	2	5	2	7	3

Πίνακας XI.2 : Μετρήσεις για τον υπολογισμό χαμένων χρόνων για την πρόσβαση 2 για "μεγάλο" φόρτο (>11 οχήματα)

χρόνος έως Ρ.Κ. χρ.Ρ.Κ.	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως Ρ.Κ. χρ.Ρ.Κ.	σύνολο οχημάτων n	χρόνος έως Ρ.Κ. χρ.Ρ.Κ.	σύνολο οχημάτων n
sec		sec		sec	
1	0	7	2	1	0
5	2	4	1	8	3
4	1	6	2	5	2
5	2	3	1	7	3
3	0	3	0	4	1
3	0	4	1	6	3
5	2	0	0	8	3
1	0	4	1	5	2
2	0	3	0	7	3
4	1	1	0	5	2
1	0	4	0	7	3
6	2	1	0	1	0
6	2	4	1	1	0
2	0	5	2	11	4
4	1	1	0	5	1
7	3	6	2	1	0
4	1	8	3	6	2
7	3	4	1	5	1
2	0	8	3	4	1
2	0	6	2	1	0
2	1	5	2	6	2
4	1	1	0	1	0
4	1	3	0	5	2
3	0	6	2	5	2
7	3	3	0	1	0
2	0	4	1	2	0
1	0	1	0	2	0
1	0	2	0	4	1
3	0	6	2	5	1
5	2	8	3	7	2
4	1	5	2	4	1
4	1	9	4	0	0
4	1	0	0	4	1
7	3	5	2	5	2
5	2	4	2	10	4

Πίνακας XI.3 : Μετρήσεις για τον υπολογισμό χαμένων χρόνων για την πρόσβαση 2 για "μεγάλο" φόρτο (>11 οχήματα)

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3**

**Στο παράρτημα αυτό δίνεται το πρόγραμμα καταγραφής των στοοιχείων των μετρήσεων στο PSION ORGANISER.**

ANDY:  
LOCAL T,T\$ (1)  
IF NOT EXIST ("A: FILE000")  
CREATE "A: FILE000",A,SEL\$,DATE\$  
ELSE  
OPEN "A: FILE000",A,SEL\$,DATE\$  
ENDIF  
LOOP: :  
T=GET  
A.DATE\$=DATIM\$  
IF T=88  
CLOSE  
STOP  
ELSEIF T=66  
T\$="1"  
ELSEIF T=78  
T\$="2"  
ELSEIF T=8  
T\$="3"  
ELSEIF T=68  
T\$="4"  
ELSEIF T=80  
T\$="5"  
ELSEIF T=90  
T\$="6"  
ELSEIF T=6  
T\$="R"  
ELSEIF T=76  
T\$="U"  
ENDIF  
A.SEL\$=T\$  
APPEND  
PRINT A.SEL\$,"",SPACE,"Bytes free"  
BEEP 100,100  
GOTO LOOP: :  
  
LOOK:  
LOCAL T,T\$ (1)  
OPEN "A: FILE000",A,SEL\$,DATE\$  
FIRST  
LOOP: :  
T\$=GET\$  
IF T\$="X"  
CLOSE  
STOP  
ELSE

```
PRINT A.SEL$,A.DATE$  
ENDIF  
ELSE  
GOTO LOOP::
```

