



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΑΠΕΡΓΙΩΝ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ**

Αθανασόπουλος Δημήτριος

Επίβλεψη: Σπυροπούλου Ιωάννα, Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ**



Αθήνα, 2019



NAT. TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF RURAL & SURVEYING ENGINEERING
DEP. OF INFRASTRUCTURE AND RURAL DEVELOPMENT

Diploma Thesis

**INVESTIGATION OF EFFECTS OF PUBLIC TRANSPORT
STRIKES**

Athanasopoulos Dimitrios

Supervisor: Spyropoulou Ioanna, Assistant Professor of N.T.U.A.

**LABORATORY OF
TRANSPORTATION ENGINEERING**



Athens, 2019

Ευχαριστίες

Από τη θέση αυτή επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς ορισμένους ανθρώπους οι οποίοι ενδιαφέρθηκαν, με στήριξαν και συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Ιωάννα Σπυροπούλου, Επίκουρη Καθηγήτρια της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών επιβλέπουσα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για τη βοήθεια, την καθοδήγηση και τις συμβουλές, που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της εργασίας αυτής.

Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Δημήτριο Σερμπή, Συγκοινωνιολόγο της Αττικής Οδού, για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη συλλογή των δεδομένων της παρούσας εργασίας.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κυρίους Αντώνιο Χαζίρη και Γεώργιο Φωκέα, Συγκοινωνιολόγους του Κέντρου Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής, για τη βοήθειά τους κατά τη συλλογή των δεδομένων της παρούσας εργασίας καθώς και για τις συμβουλές τους κατά την επιλογή των χαρακτηριστικών ανιχνευτών κυκλοφορίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τόσο το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής όσο και τις Αττικές Διαδρομές για την ελεύθερη παροχή των απαραίτητων, για την παρούσα διπλωματική εργασία, κυκλοφοριακών δεδομένων.

Δημήτριος Αθανασόπουλος

Πειραιάς, Δεκέμβριος 2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην Αθήνα αλλά και γενικότερα στην Ελλάδα ο πληθυσμός παρουσιάζει μεγαλύτερη προτίμηση στη χρήση Ι.Χ. αυτοκινήτου σε σχέση με τη χρήση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς για τις καθημερινές του μετακινήσεις. Εξαιτίας της αυξημένης χρήσης του Ι.Χ. αυτοκινήτου κατά τις περιόδους, που πραγματοποιούνται απεργιακές κινητοποιήσεις στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, στο οδικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών επικρατούν συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης. Σε περιόδους απεργίας, ο πληθυσμός που μετακινείται καθημερινά με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς στρέφεται για τη μετακίνησή του κυρίως στο Ι.Χ. αυτοκίνητο. Κατά συνέπεια σε περιόδους απεργίας ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίζεται ιδιαίτερα αυξημένος, η μέση ταχύτητα του οδικού δικτύου χαμηλότερη από την αντίστοιχη μιας τυπικής μέρας και ο χρόνος διαδρομής σημαντικά υψηλότερος. Στόχο, λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επίδρασης των απεργιακών κινητοποιήσεων των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς στα κυκλοφοριακά μεγέθη στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου εξετάστηκαν σημαντικές οδικές αρτηρίες του οδικού δικτύου της Αθήνας όπως η λεωφόρος Κηφισίας, η λεωφόρος Μεσογείων, η λεωφόρος Συγγρού, η λεωφόρος Βουλιαγμένης, η λεωφόρος Κηφισού, η λεωφόρος Αλεξάνδρας, η λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας, η οδός Πανεπιστημίου, η Αττική οδός και η Περιφερειακή Υμηττού. Για αυτές τις οδικές αρτηρίες επιλέχθηκαν, από το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής και από την Αττική Οδό, θέσεις μέτρησης και διαδρομές από τις οποίες δίνεται η δυνατότητα συλλογής δεδομένων κυκλοφοριακού φόρτου, μέσης ταχύτητας και χρόνου διαδρομής. Επιπλέον επελέγησαν ημέρες απεργιών καθώς και τυπικές ημέρες, για τις οποίες συλλέχθηκαν τα κυκλοφοριακά δεδομένα με στόχο τη σύγκριση μεταξύ τους αλλά και τη δημιουργία στατιστικών μοντέλων. Από την ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων παρατηρήθηκε επιμήκυνση της πρωινής περιόδου αιχμής στο οδικό δίκτυο της Αθήνας σε ημέρα απεργίας, ενώ επίσης προέκυψε πως κατά τη διάρκεια των περιόδων αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι αυξημένος, η μέση ταχύτητα μειωμένη και ο χρόνος διαδρομής αυξημένος. Συμπερασματικά, σε ημέρα απεργίας, όλες οι οδικές αρτηρίες του οδικού δικτύου της Αθήνας βρέθηκαν σε κατάσταση αυξημένης συμφόρησης. Τέλος, από τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων προέκυψε πως σε ημέρες απεργίας τα κυκλοφοριακά μεγέθη επηρεάζονται από το είδος της απεργίας, από τα ενδογενή χαρακτηριστικά της οδικής αρτηρίας, από την ημέρα της εβδομάδας που πραγματοποιείται η απεργία, από τις περιόδους αιχμής μέσα στην ημέρα, από την κατεύθυνση της οδικής αρτηρίας, από την κεντρικότητα της οδικής αρτηρίας, από την ύπαρξη ή μη φωτεινής σηματοδότησης σε μια οδική αρτηρία, από την ύπαρξη ή μη διοδίων, από την εποχή που πραγματοποιείται η απεργία (περίοδος καλοκαιριού ή περίοδος εκτός καλοκαιριού) και από τον βαθμό κορεσμού.

Λέξεις κλειδιά: απεργιακές κινητοποιήσεις, κυκλοφοριακός φόρτος, μέση ταχύτητα, χρόνος διαδρομής

ABSTRACT

In Athens and generally in Greece, the travellers show a greater preference in the use of passenger cars compared to public transport for daily trips. Due to the increased use of the passenger car in the road network of Athens, public transport strikes result in increased congestion. During strike periods, a substantial proportion of public transport users shift to their passenger car. Consequently, during strike periods the road network experiences increased traffic flow, and exhibits lower mean speeds and higher travel times compared to equivalent typical periods. The purpose of this thesis is to investigate the impact of public transport strikes on traffic conditions at the road network of Athens. In order to achieve this goal, main roads of Athens were examined such as Kifissias Avenue, Mesogeion Avenue, Syngrou Avenue, Vouliagmenis Avenue, Kifisos Avenue, Alexandras Avenue, Vasilissis Sofias Avenue, Panepistimiou Street, Attiki Odos and Highway 62. For the aforementioned roads, traffic data were collected via traffic counters. Specific strikes days exhibiting different characteristics were selected, as well as typical days comprising base conditions. Descriptive statistics analysis highlighted an extension of the morning peak period on day of the strike. In addition, increased traffic flow, lower mean speeds and increased travel time were observed during peak periods. In conclusion all roads of the road network of Athens were found to be congested, on the day of the strike. Finally, the results of the statistical models showed that on strike days the resulting traffic data depends on the type of strike, the road type, the day of the week on which the strike takes place, the time of day, the direction and relative to the centre location of the road, the existence of traffic lights, the existence of tolls, the season of the strike and the degree of saturation.

Key words: public transport strike, traffic flow, mean speed, travel time

Πίνακας Περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας	1
1.2 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	2
2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	3
2.1 Εισαγωγή.....	3
2.2 Βασικές Έννοιες.....	3
2.2.1 Κυκλοφοριακός φόρτος	3
2.2.2 Ταχύτητα	4
2.2.3 Συγκέντρωση.....	6
2.2.4 Θεμελιώδης σχέση της κυκλοφοριακής ροής.....	7
2.2.5 Σχέση ταχύτητας-πυκνότητας	7
2.2.6 Σχέση ταχύτητας-φόρτου	8
2.2.7 Σχέση φόρτου-πυκνότητας.....	9
2.2.8 Μοντέλο του Edie	10
2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	13
2.3.1 Επιρροή των απεργιών των ΜΜΜ στις μετακινήσεις των επιβατών	13
2.3.2 Επιρροή των απεργιών των ΜΜΜ στην κυκλοφορία.....	18
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	23
3.1 Εισαγωγή.....	23
3.2 Συγκοινωνιακό Δίκτυο Αττικής.....	23
3.2.1 Οδικό δίκτυο	23
3.2.2 Δίκτυο μέσω μαζικής μεταφοράς	28
3.3 Συλλογή & Επεξεργασία Δεδομένων	36
3.3.1 Οδικές αρτηρίες.....	36
3.3.2 Θέσεις μέτρησης-Διαδρομές.....	37
3.3.3 Ημέρες απεργιών-Τυπικές ημέρες	40
3.3.4 Χρονικό διάστημα μελέτης.....	42
3.3.5 Επεξεργασία δεδομένων.....	44
3.3.6 Υπολογισμός κυκλοφοριακής ικανότητας	48
3.4 Ανάλυση Δεδομένων	50
3.4.1 Ανάλυση κυκλοφοριακής ροής	50
3.4.2 Στατιστική ανάλυση	65
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	68
4.1 Εισαγωγή.....	68

4.2 Μεταβλητές Μοντέλου	68
4.2.1 Εξαρτημένες μεταβλητές	68
4.2.2 Ανεξάρτητες μεταβλητές.....	68
4.3 Αποτελέσματα Στατιστικών Μοντέλων.....	71
4.3.1 Μεταβλητή απόκρισης: Κυκλοφοριακός φόρτος	71
4.3.2 Μεταβλητή απόκρισης: Μέση ταχύτητα	74
4.3.3 Μεταβλητή απόκρισης: Χρόνος διαδρομής.....	76
4.3.4 Μεταβλητή απόκρισης: Ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου	77
4.3.5 Μεταβλητή απόκρισης: Ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας	84
4.3.6 Μεταβλητή απόκρισης: Ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής.....	91
 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	 99
5.1 Εισαγωγή.....	99
5.2 Βασικά Συμπεράσματα.....	99
5.3 Περαιτέρω Διερεύνηση.....	102
 6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	 103
6.1 Διεθνείς Βιβλιογραφικές Αναφορές	103
6.2 Ελληνικές Βιβλιογραφικές Αναφορές	103

Ευρετήριο Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 2-1: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ	6
ΕΙΚΟΝΑ 3-1: ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΘΗΝΩΝ	27
ΕΙΚΟΝΑ 3-2: ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ	31
ΕΙΚΟΝΑ 3-3: ΔΙΚΤΥΟ ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΥ	32
ΕΙΚΟΝΑ 3-4: ΑΡΧΕΙΟ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ.....	45
ΕΙΚΟΝΑ 3-5: ΑΡΧΕΙΟ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ	46
ΕΙΚΟΝΑ 3-6: ΕΣΦΑΛΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΟΡΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΡΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2016- 2018	47
ΕΙΚΟΝΑ 3-7: ΕΣΦΑΛΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΟΡΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΡΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2011- 2013	47
ΕΙΚΟΝΑ 3-8: ΕΣΦΑΛΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΧΡΟΝΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΕ ΑΡΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2016-2018	47
ΕΙΚΟΝΑ 3-9: ΕΣΦΑΛΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΧΡΟΝΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΕ ΑΡΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2011-2013	48
ΕΙΚΟΝΑ 3-10: Η ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΘΕ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ.....	50
ΕΙΚΟΝΑ 4-1: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΡΧΕΙΟΥ EXCEL ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ R.....	71

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-1: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΜΕΣΩ ΤΡΟΧΙΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	3
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-2: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΤΡΟΧΙΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.	4
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-3: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΤΡΟΧΙΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	5
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ-ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.....	8
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ-ΦΟΡΤΟΥ.....	9
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-6 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΦΟΡΤΟΥ-ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.....	10
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ-ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.....	11
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-8 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΦΟΡΤΟΥ-ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.....	12
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2-9 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ-ΦΟΡΤΟΥ.....	12
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-1: ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΕΠΙΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ 1 ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ.....	29
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-2: ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΕΠΙΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ 2 ΚΑΙ 3 ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ.....	29
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-3: ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΕΠΙΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΤΟΥ ΤΡΑΜ.....	30
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-4: ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΕΠΙΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΤΩΝ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ.....	32
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-5: ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΕΠΙΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΤΩΝ ΤΡΟΛΕΪ.....	33
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-6: ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017 ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ.....	34
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-7: ΣΤΟΛΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017 ΤΩΝ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΟΛΕΪ... ..	34
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-8: ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΕΠΙΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017 ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	35
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-9: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΟΡΤΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΙΣ 31/5/2018 (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ MS467).....	43
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-10: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΟΡΤΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΙΣ 24/5/2018 (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ MS456).....	43
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-11: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΟΡΤΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΙΣ 7/6/2018 (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ MS096).....	44
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-12: ΩΡΙΑΙΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ ΤΗΣ ΑΠΕΡΓΙΑΣ.....	51
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-13: ΩΡΙΑΙΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ ΤΗΝ ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ.....	51
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-14: ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ ΤΗΣ ΑΠΕΡΓΙΑΣ.....	52
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-15: ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΗΝ ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ.....	53
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-16: ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ ΓΙΑ ΤΙΣ 17 ΘΕΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	54
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-17: ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΓΙΑ ΤΙΣ 17 ΘΕΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	54
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-18: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ MS096).....	55
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-19: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ MS096).....	56
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-20: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ Α 25.65).....	57
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-21: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ Α 25.65).....	57
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-22: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ MS280).....	58
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-23: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ MS280).....	59
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-24: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ MS096).....	60
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-25: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ (ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ MS096).....	60

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4-23: ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ 2 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΗΝ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	97
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4-24: ΕΠΙΡΡΟΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ 2 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΗΝ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ.....	98

Ευρετήριο Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-1: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕΡΓΙΩΝ ΤΩΝ ΜΜΜ	17
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-1: ΘΕΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-2: ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-3: ΗΜΕΡΕΣ ΑΠΕΡΓΙΩΝ	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-4: ΗΜΕΡΕΣ ΑΠΕΡΓΙΩΝ-ΤΥΠΙΚΕΣ ΜΕΡΕΣ	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-1: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΟΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΟ.	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-2: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 2 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΟΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ ΦΟΡΤΟ.	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ.....	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΗΝ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ.....	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 2 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΗΝ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ.....	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-7: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΗΝ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-8: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 2 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΗΝ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	88
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-9: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΗΝ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-10: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 2 ^{ΟΥ} ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΗΝ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	95

Ευρετήριο Χαρτών

ΧΑΡΤΗΣ 3-1: ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΒΟΡΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΩΝ ΠΡΟΑΣΤΙΩΝ	38
ΧΑΡΤΗΣ 3-2: ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΝΟΤΙΩΝ ΠΡΟΑΣΤΙΩΝ	38
ΧΑΡΤΗΣ 3-3: ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΔΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΑΣΤΙΩΝ	39
ΧΑΡΤΗΣ 3-4: ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΠΟΛΗΣ	39

Συντομογραφίες

ΣΤΑ.ΣΥ.	Σταθερές Συγκοινωνίες
Ο.ΣΥ.	Οδικές Συγκοινωνίες
Η.Σ.Α.Π.	Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι Αθηνών-Πειραιώς
Α.Ε.	Ανώνυμη Εταιρεία
κ.ά.	Και Άλλα/Και Άλλοι
κτλ.	Και Τα Λοιπά

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας

Η μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας είναι η Αθήνα, όπου ο πληθυσμός της ανέρχεται στους 3.090.508 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2011, που διενεργήθηκε από την Ελληνική Στατιστική Αρχή. Ολόκληρη η Ελλάδα έχει πληθυσμό 10.816.286 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2011 και κατά συνέπεια γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών κατοικεί σχεδόν το 30% του συνολικού πληθυσμού. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί πως οι περισσότεροι κάτοικοι της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών κατοικούν στα προάστια, ενώ μόλις 664.046 κατοικούν στο κέντρο της πόλης (περίπου το 20%). Όμως στο κέντρο της πόλης συγκεντρώνεται η πλειοψηφία των επιχειρήσεων και για τον λόγο αυτό δημιουργείται αυτόματα η ανάγκη για καθημερινή και συστηματική μετακίνηση του πληθυσμού από τον τόπο κατοικίας του στον τόπο εργασίας του και το αντίστροφο. Επιπρόσθετα, εκτός του τομέα της εργασίας, ο πληθυσμός μιας πόλης έχει την ανάγκη να μετακινηθεί είτε για λόγους εκπαίδευσης είτε και για λόγους αναψυχής.

Η ανάγκη του πληθυσμού για μετακίνηση ικανοποιείται κυρίως με τη χρήση του Ι.Χ. αυτοκινήτου και με τη χρήση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Στην Αθήνα αλλά και γενικότερα στην Ελλάδα ο πληθυσμός παρουσιάζει μεγαλύτερη προτίμηση στη χρήση Ι.Χ. αυτοκινήτου σε σχέση με τη χρήση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς για τις καθημερινές του μετακινήσεις. Έχει εκτιμηθεί ότι μόλις το 33% των μετακινήσεων, που πραγματοποιούνται μέσα σε μία τυπική ημέρα της εβδομάδας, πραγματοποιείται με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς.

Εξαιτίας της αυξημένης χρήσης του Ι.Χ. αυτοκινήτου, κατά τις περιόδους που πραγματοποιούνται απεργιακές κινητοποιήσεις στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, στο οδικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών επικρατούν συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης. Ο πληθυσμός που μετακινείται καθημερινά με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς στρέφεται για τη μετακίνησή του, σε περιόδους απεργίας, κυρίως στο Ι.Χ. αυτοκίνητο. Κατά συνέπεια, ο κυκλοφοριακός φόρτος, σε περιόδους απεργίας, εμφανίζεται ιδιαίτερα αυξημένος, η μέση ταχύτητα του οδικού δικτύου χαμηλότερη από αυτή μιας τυπικής μέρας και ο χρόνος διαδρομής σημαντικά υψηλότερος. Επιπλέον στον Ελλαδικό χώρο οι απεργιακές κινητοποιήσεις των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς είναι πολύ συχνές με αποτέλεσμα η αυξημένη κυκλοφοριακή συμφόρηση στο οδικό δίκτυο να εμφανίζεται τακτικά. Από όλα τα παραπάνω γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι απεργίες των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς αποτελούν ένα πολύ σημαντικό ζήτημα, το οποίο απασχολεί την Ελληνική κοινωνία διαχρονικά και χρήζει άμεσης διερεύνησης.

Στόχος, λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης των απεργιακών κινητοποιήσεων των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών στα κυκλοφοριακά μεγέθη. Τα κυκλοφοριακά μεγέθη, που εξετάζονται στην παρούσα εργασία είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος, η μέση ταχύτητα και ο χρόνος διαδρομής καθώς επίσης και παράγωγα μεγέθη τους που είναι η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου, η ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητα και η ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής. Για τους σκοπούς της παραπάνω διερεύνησης δημιουργήθηκαν στατιστικά μοντέλα, με τα οποία εξετάζεται η σχέση μεταξύ των προαναφερθέντων κυκλοφοριακών μεγεθών και των παραγώγων τους με άλλους παράγοντες όπως είναι τα είδη των απεργιακών κινητοποιήσεων, οι διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας, οι ημέρες της εβδομάδας, η κατεύθυνση και η κεντρικότητα μιας οδικής αρτηρίας, η ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης κ.α.

1.2 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από έξι συνολικά κεφάλαια, τα οποία και παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

- Το πρώτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας είναι εισαγωγικό και έχει ως σκοπό να παρουσιάσει μία σαφή εικόνα για το αντικείμενο που εξετάζεται στην παρούσα εργασία. Για τον λόγο αυτό αρχικά καθορίζεται ο στόχος της συγκεκριμένης εργασίας, ενώ κλείνοντας παρουσιάζεται η δομή της.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά σε ορισμένες βασικές έννοιες της κυκλοφοριακής τεχνικής, οι οποίες πρόκειται να αναφερθούν στην παρούσα εργασία και αποτελούν το βασικό θεωρητικό υπόβαθρο. Επιπλέον, παρατίθενται παραδείγματα διεθνών ερευνών που σχετίζονται με το θέμα της παρούσας εργασίας με στόχο την απόκτηση της απαραίτητης γνώσης αναφορικά με το αντικείμενο αυτό.
- Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται περιγραφή του οδικού δικτύου και του δικτύου μέσων μαζικής μεταφοράς της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών. Επίσης, παρουσιάζονται τα κριτήρια επιλογής των οδικών αρτηριών, των αντιπροσωπευτικών μετρητών καθώς και των ημερών απεργίας και των τυπικών ημερών που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων, που συλλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για στατιστική ανάλυση. Επιπρόσθετα, με τη χρήση των δεδομένων που συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν, πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ των κυκλοφοριακών συνθηκών ημερών απεργίας και των κυκλοφοριακών συνθηκών τυπικών ημερών τόσο για το σύνολο του οδικού δικτύου όσο και για συγκεκριμένες οδικές αρτηρίες. Τέλος, γίνεται αναφορά σε ορισμένες βασικές στατιστικές έννοιες, με στόχο την κατανόηση της λειτουργίας των στατιστικών μοντέλων.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων των στατιστικών μοντέλων, όπως αυτά δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα R Statistics.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα κύρια συμπεράσματα, που προέκυψαν τόσο από την ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων όσο και από τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων.
- Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο παρατίθεται κατάλογος με όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας έρευνας.

2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Εισαγωγή

Ο στόχος του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι διττός. Από τη μία παρουσιάζονται ορισμένα βασικά μεγέθη της κυκλοφοριακής τεχνικής, καθώς αναφέρονται στα επόμενα κεφάλαια της παρούσας διπλωματικής εργασίας και από την άλλη παρατίθενται παραδείγματα διεθνών ερευνών, που σχετίζονται με το θέμα της συγκεκριμένης εργασίας.

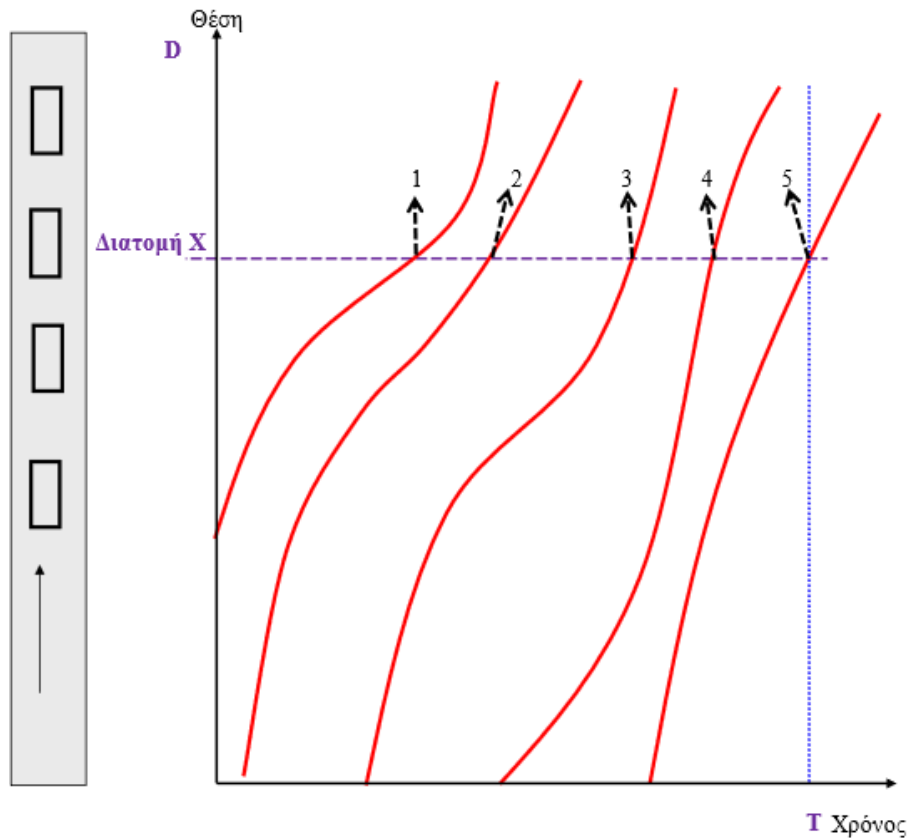
2.2 Βασικές Έννοιες

2.2.1 Κυκλοφοριακός φόρτος

Ο κυκλοφοριακός φόρτος q (traffic flow/traffic volume) αποτελεί μέγεθος με χρονική διάσταση και είναι ο συνολικός αριθμός οχημάτων που διέρχονται από ένα σημείο ή μία διατομή οδού στη μονάδα του χρόνου. Ο κυκλοφοριακός φόρτος εκφράζεται σε «οχήματα ανά μονάδα χρόνου», για παράδειγμα, οχήματα ανά ώρα, οχήματα ανά ημέρα κ.ά. (Φρατζεσκάκης κ.ά., 2009, Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

$$q = \frac{N}{T}$$

Όπου q ο κυκλοφοριακός φόρτος, N ο συνολικός αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και T το χρονικό αυτό διάστημα.



Διάγραμμα 2-1: Απεικόνιση υπολογισμού του κυκλοφοριακού φόρτου μέσω τροχιών οχημάτων.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015

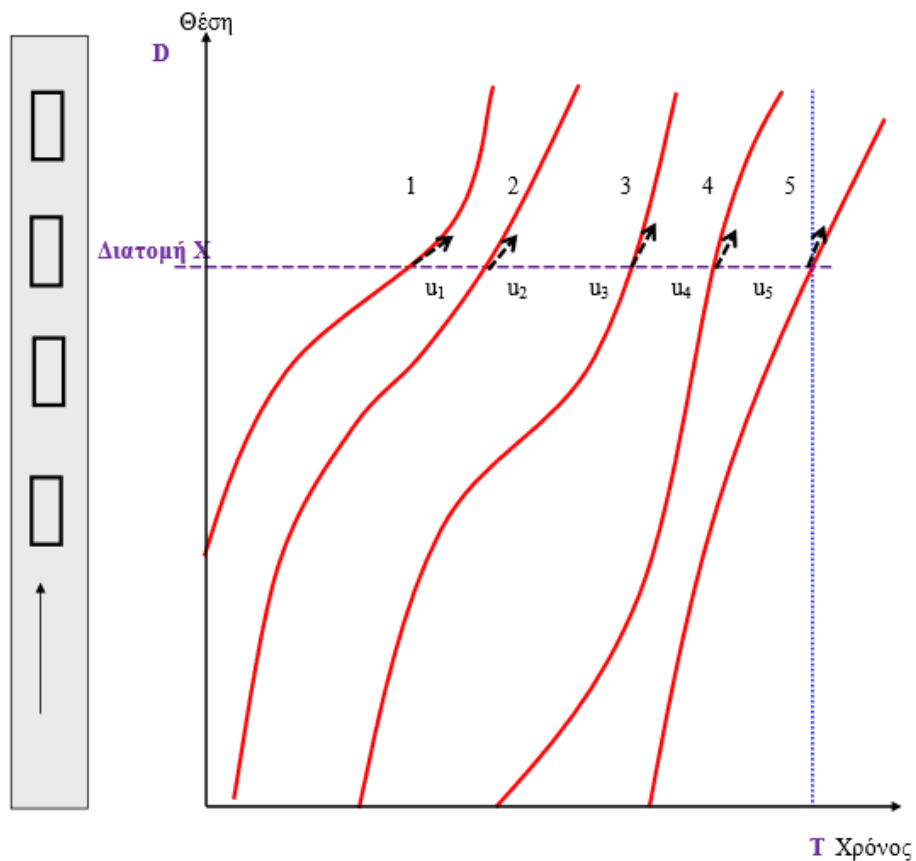
2.2.2 Ταχύτητα

Με βάση τη θεωρία της κυκλοφοριακής τεχνικής η ταχύτητα έχει δύο διαστάσεις: τη χρονική και τη χωρική.

Πιο συγκεκριμένα, η μέση χρονική ταχύτητα \bar{u}_t (time mean speed) είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή. Εκφράζεται σε «μονάδα μήκους ανά μονάδα χρόνου», για παράδειγμα, χιλιόμετρα ανά ώρα, μέτρα ανά δευτερόλεπτο κ.ά. Ο τρόπος μέτρησής της αφορά μέτρηση σε σημείο των στιγμιαίων ταχυτήτων u_i των οχημάτων N που διέρχονται από αυτό στη διάρκεια κάποιας περιόδου T και αποτελεί τον μέσο όρο τους.

$$\bar{u}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_i$$

Όπου \bar{u}_t η μέση χρονική ταχύτητα, N ο συνολικός αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από ένα σημείο στη διάρκεια κάποιας περιόδου και u_i οι στιγμιαίες ταχύτητες των οχημάτων.



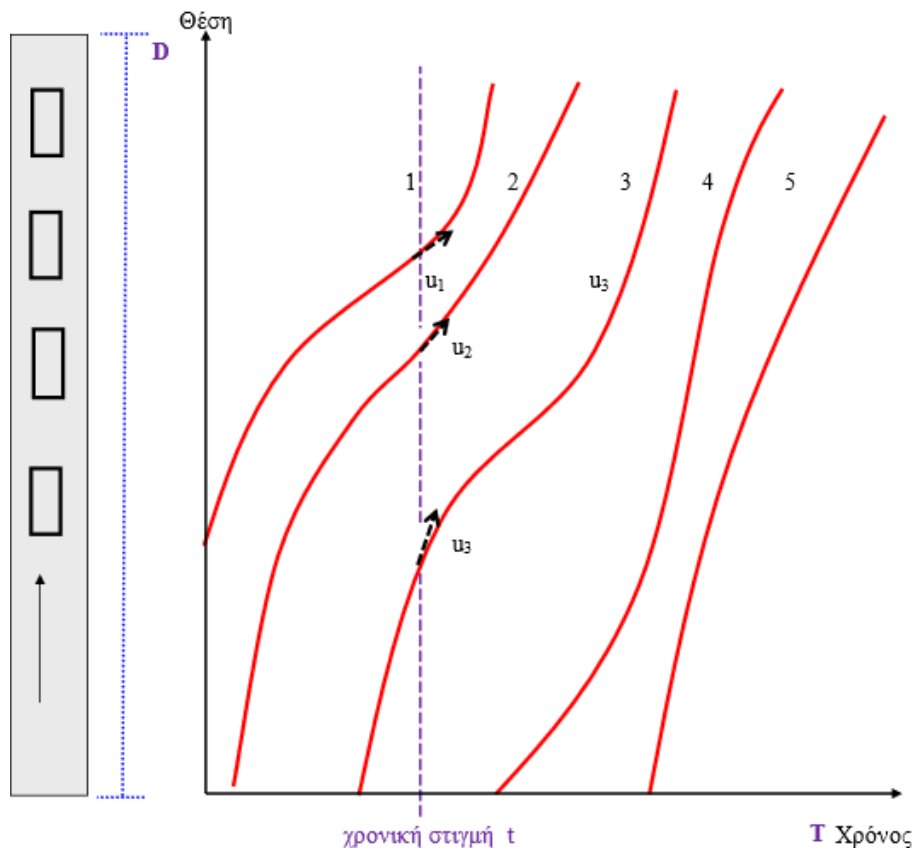
Διάγραμμα 2-2: Απεικόνιση υπολογισμού της μέσης χρονικής ταχύτητας μέσω τροχιών οχημάτων.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015

Η μέση χωρική ταχύτητα \bar{u}_s (space mean speed) είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που βρίσκονται σε κάποιο οδικό τμήμα σε δεδομένη χρονική στιγμή. Εκφράζεται σε «μονάδα μήκους ανά μονάδα χρόνου», για παράδειγμα, χιλιόμετρα ανά ώρα, μέτρα ανά δευτερόλεπτο κ.ά. Ο τρόπος μέτρησής της αφορά μέτρηση των στιγμιαίων ταχυτήτων u_i των οχημάτων M που βρίσκονται σε οδικό τμήμα συγκεκριμένου μήκους D σε δεδομένη χρονική στιγμή t και αποτελεί τον μέσο όρο τους (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

$$\bar{u}_s = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^N u_{i(t)}$$

Όπου \bar{u}_s η μέση χωρική ταχύτητα, M ο συνολικός αριθμός των οχημάτων που βρίσκονται σε ένα τμήμα σε δεδομένη χρονική στιγμή και $u_{i(t)}$ οι στιγμιαίες ταχύτητες των οχημάτων.



Διάγραμμα 2-3: Απεικόνιση υπολογισμού της μέσης χωρικής ταχύτητας μέσω τροχιών οχημάτων.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015

Η μέση χωρική ταχύτητα πρακτικά ισούται με την ισοδύναμη μέση ταχύτητα που θα έπρεπε να αναπτυχθεί για να διανυθεί ένα τμήμα του δρόμου D σε χρόνο ίσο με τον μέσο χρόνο διαδρομής των οχημάτων που κινήθηκαν στο τμήμα αυτό. Επιπλέον, προσεγγίζεται σε ικανοποιητικό επίπεδο ακρίβειας από τον αρμονικό μέσο όρο των στιγμιαίων ταχυτήτων (Wardrop, 1952).

$$\bar{u}_s = \frac{D}{\frac{1}{N} \sum_i \frac{D}{u_i}} = \frac{1}{\frac{1}{N} \sum_i \frac{1}{u_i}}$$

2.2.3 Συγκέντρωση

Η συγκέντρωση εκφράζει με άμεσο τρόπο τις κυκλοφοριακές συνθήκες μέσα από δύο μεγέθη: την πυκνότητα και την κατάληψη.

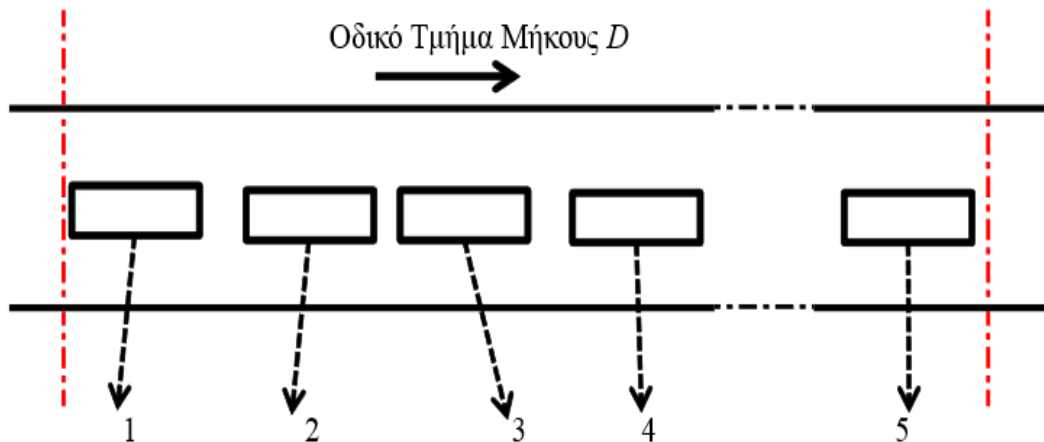
Η πυκνότητα k (density) είναι ο αριθμός των οχημάτων στη μονάδα μήκους. Εκφράζεται σε «οχήματα ανά μονάδα μήκους», για παράδειγμα, οχήματα ανά χιλιόμετρο. Ουσιαστικά, εκφράζει τη συγκέντρωση στη διάσταση του χώρου. Ο τρόπος μέτρησής της αφορά μέτρηση του αριθμού των οχημάτων M που βρίσκονται σε οδικό τμήμα συγκεκριμένου μήκους D σε δεδομένη χρονική στιγμή t .

$$k = \frac{M}{D}$$

Όπου k η πυκνότητα, M ο συνολικός αριθμός των οχημάτων που βρίσκονται σε ένα οδικό τμήμα μία χρονική στιγμή και D το μήκος του οδικού τμήματος.

Με βάση τον ορισμό της, η πυκνότητα λαμβάνει ελάχιστη τιμή όταν δεν υπάρχει κανένα όχημα στο οδικό τμήμα που εξετάζεται και είναι ίση με μηδέν. Από την άλλη η πυκνότητα λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της k_j (jam density) όταν το τμήμα είναι πλήρες, δηλαδή όταν τα οχήματα βρίσκονται σε στάση και σε μικρή απόσταση μεταξύ τους.

Η χρονική κατάληψη (occupancy) είναι το ποσοστό της μονάδας χρόνου που ένα σημείο του δρόμου καταλαμβάνεται από διερχόμενα οχήματα και εκφράζεται σε ποσοστό (%). Ουσιαστικά εκφράζει τη συγκέντρωση στη διάσταση του χρόνου και ο τρόπος μέτρησής της αφορά το άθροισμα των επιμέρους χρονικών διαστημάτων κατά τα οποία μία διατομή είναι κατειλημμένη. Όπως και η πυκνότητα έτσι και η κατάληψη παρουσιάζει ελάχιστη και μέγιστη τιμή. Η ελάχιστη τιμή της χρονικής κατάληψης είναι 0% και χαρακτηρίζει διατομή από την οποία δεν έχει διέλθει κανένα όχημα στη διάρκεια της περιόδου μέτρησης. Η μέγιστη τιμή της είναι 100% και χαρακτηρίζει διατομή που είναι συνεχώς κατειλημμένη, κατά τη διάρκεια της περιόδου μέτρησης (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).



Εικόνα 2-1: Απεικόνιση μέτρησης της πυκνότητας.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015

2.2.4 Θεμελιώδης σχέση της κυκλοφοριακής ροής

Η θεμελιώδης σχέση της κυκλοφοριακής ροής συνδέει τον κυκλοφοριακό φόρτο q , τη μέση χωρική ταχύτητα \bar{u}_s και την πυκνότητα k και είναι η ακόλουθη:

$$q = \bar{u}_s \times k$$

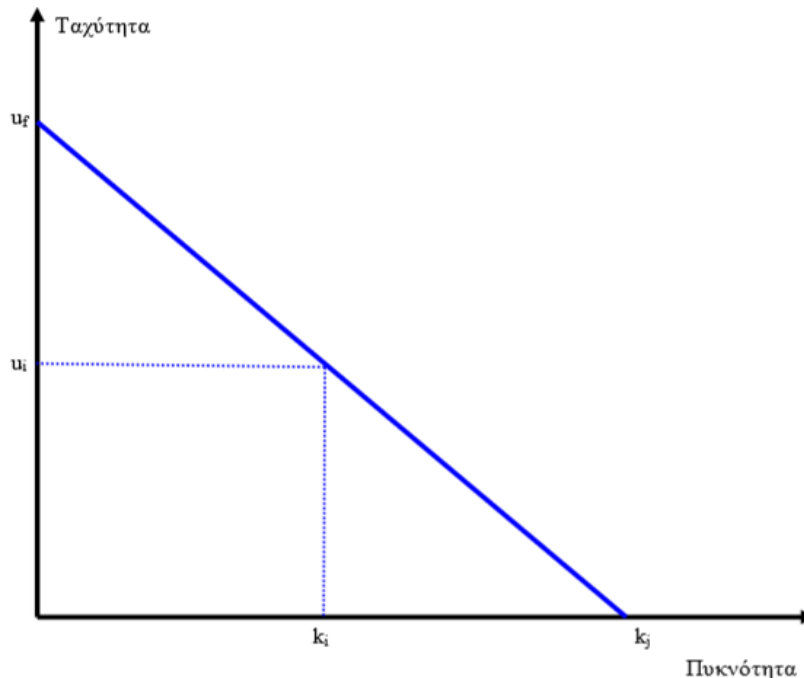
Η θεμελιώδης σχέση ισχύει κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Πιο συγκεκριμένα, καθώς τα μεγέθη αυτά είναι στοχαστικά, υπεισέρχονται στην παραπάνω σχέση μόνο ως μέσοι όροι. Επιπλέον, η σχέση αυτή ισχύει όταν επικρατούν σταθερές συνθήκες στο υπό εξέταση οδικό τμήμα, δηλαδή η κίνηση των οχημάτων γίνεται σε συνθήκες ελεύθερης ροής και κατά συνέπεια η παραπάνω σχέση δεν κρίνεται αντιπροσωπευτική της κυκλοφορίας σε αστικά δίκτυα (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

2.2.5 Σχέση ταχύτητας-πυκνότητας

Λαμβάνοντας υπόψη τους ορισμούς της πυκνότητας και της μέσης ταχύτητας μπορούν να αναγνωριστούν οι παρακάτω συνθήκες:

1. Όταν σε ένα οδικό τμήμα δεν υπάρχουν οχήματα ο οδηγός μπορεί να επιλέξει την ταχύτητα που θα αναπτύξει χωρίς αυτή να είναι απεριορίστη, καθώς η ταχύτητα που θα επιλεγεί εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου. Η ταχύτητα αυτή είναι η ταχύτητα ελεύθερης ροής (free flow speed). Κατά συνέπεια όταν ισχύει $k = 0$ η μέση χωρική ταχύτητα ισούται με την ταχύτητα ελεύθερης ροής u_f , δηλαδή $\bar{u}_s = u_f$.
2. Όσο αυξάνονται τα οχήματα μέσα στο οδικό τμήμα ο οδηγός πρέπει να διατηρεί ικανοποιητικές αποστάσεις από τα υπόλοιπα κινούμενα οχήματα γύρω του και ταυτόχρονα πραγματοποιεί ελιγμούς προσπέρασης, αλλαγής λωρίδας κ.ά. Συνεπώς, όσο αυξάνεται η πυκνότητα k μειώνεται η χωρική ταχύτητα \bar{u}_s .
3. Τέλος, όταν το οδικό τμήμα καλυφθεί από οχήματα, τότε αυτά βρίσκονται σε στάση και στη συγκεκριμένη περίπτωση ισχύει $k = k_j$ και $\bar{u}_s = 0$.

Από τα παραπάνω και με βάση τη θεμελιώδη σχέση της κυκλοφοριακής ροής προκύπτει το διάγραμμα στο οποίο αποτυπώνεται η σχέση της μέσης χωρικής ταχύτητας και της πυκνότητας.



Διάγραμμα 2-4 Διάγραμμα Ταχύτητας-Πυκνότητας.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015

Το παραπάνω διάγραμμα αποτυπώνει και τα τρία χαρακτηριστικά μεγέθη, του κυκλοφοριακού φόρτου, ο οποίος αποτελεί το εμβαδό της περιοχής που ορίζεται από τα σημεία k_i και u_i , της πυκνότητας και της ταχύτητας και κατά συνέπεια αποτελεί το θεμελιώδες διάγραμμα της κυκλοφοριακής ροής (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

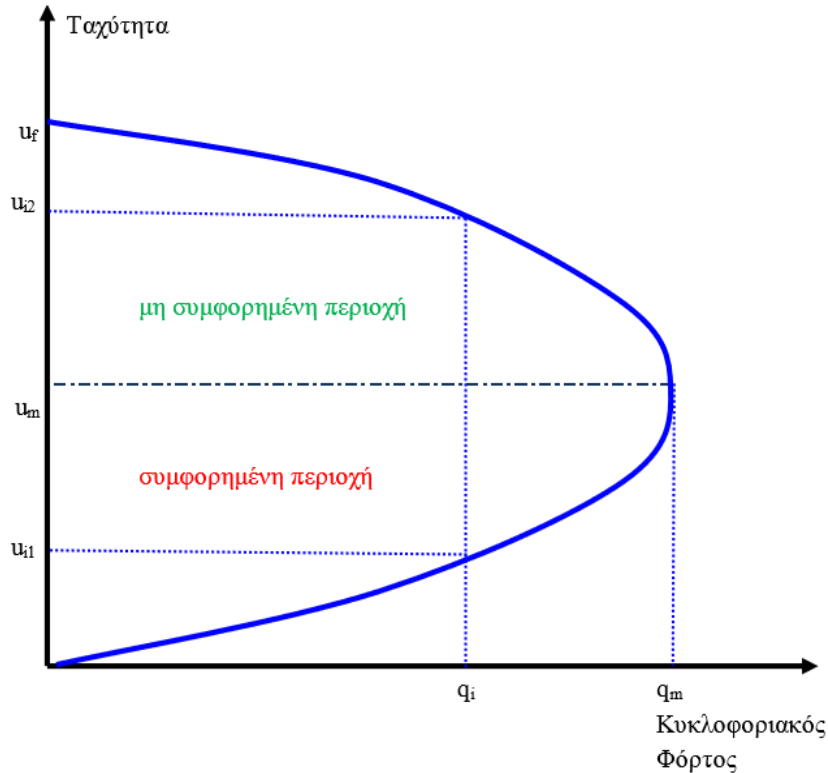
2.2.6 Σχέση ταχύτητας-φόρτου

Λαμβάνοντας υπόψη τους ορισμούς του κυκλοφοριακού φόρτου και της μέσης ταχύτητας μπορούν να αναγνωριστούν οι παρακάτω συνθήκες:

1. Σε μη συμφορημένη περιοχή. Όταν δεν διέρχονται οχήματα από μία διατομή (εντός της υπό εξέταση περιοχής) μέσα στο εξεταζόμενο χρονικό διάστημα δεν υπάρχει κυκλοφορία. Συνεπώς, όταν ισχύει $q = 0$ η μέση χωρική ταχύτητα ισούται με την ταχύτητα ελεύθερης ροής u_f , δηλαδή $\bar{u}_s = u_f$.
2. Σε μη συμφορημένη περιοχή. Όσο αυξάνονται τα οχήματα που διέρχονται από τη διατομή ο οδηγός πρέπει να διατηρεί ικανοποιητικές αποστάσεις από τα οχήματα γύρω του και ταυτόχρονα κάνει ελιγμούς προσπέρασης, αλλαγής λωρίδας κ.ά. Συνεπώς, όσο αυξάνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος q μειώνεται η χωρική ταχύτητα \bar{u}_s .
3. Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Με την αύξηση των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή και κατ' επέκταση του κυκλοφοριακού φόρτου οι συνθήκες κυκλοφορίας δυσχεραίνουν και κάποια στιγμή επέρχεται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Σε συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης, όσο αυξάνεται η ζήτηση ο αριθμός των οχημάτων που μπορεί να διέλθει από τη διατομή μειώνεται και μειώνεται και η ελευθερία κίνησης των οχημάτων. Συνεπώς, έχουμε ταυτόχρονη μείωση του φόρτου q και της χωρικής ταχύτητας \bar{u}_s .
4. Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Όταν το οδικό τμήμα είναι πλήρες από οχήματα, δηλαδή όταν $k = k_j$, τα οχήματα είναι σταματημένα και δεν υπάρχει η

δυνατότητα να διέλθουν οχήματα από τη διατομή. Σε αυτή την οριακή συνθήκη ισχύει $q = 0$ και $\bar{u}_s = 0$.

Από τα παραπάνω προκύπτει το διάγραμμα στο οποίο αποτυπώνεται η σχέση της μέσης χωρικής ταχύτητας και του κυκλοφοριακού φόρτου.



Διάγραμμα 2-5 Διάγραμμα Ταχύτητας-Φόρτου.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι για μία τιμή του φόρτου q_i αντιστοιχούν δύο τιμές της χωρικής ταχύτητας u_s μία για τη μη συμφορημένη και μία για τη συμφορημένη περιοχή (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

2.2.7 Σχέση φόρτου-πυκνότητας

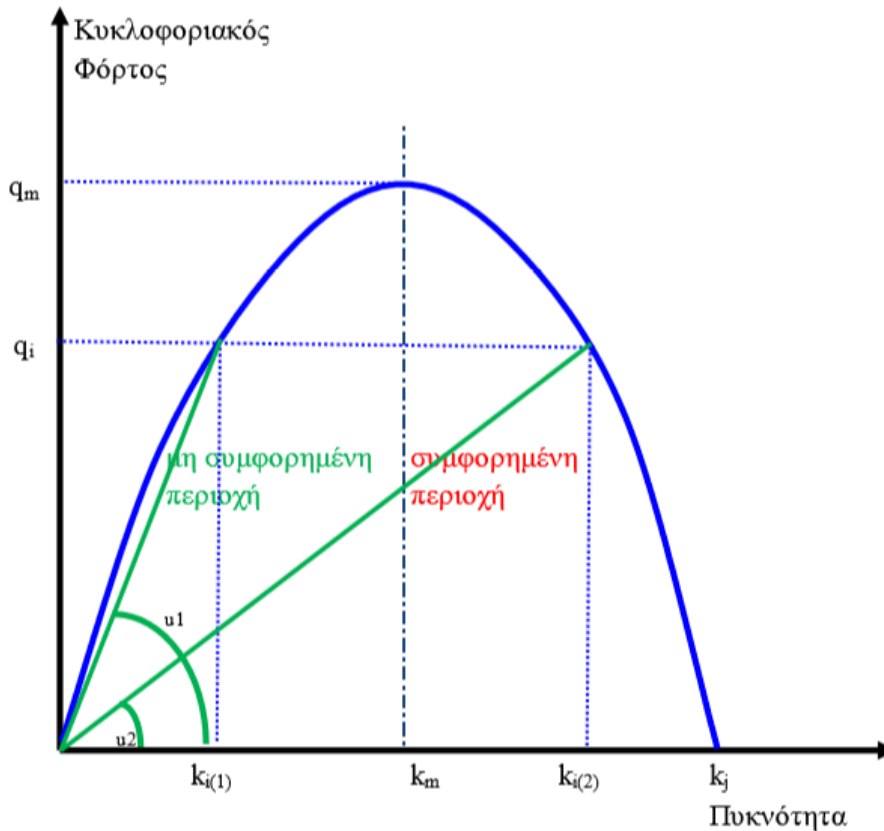
Λαμβάνοντας υπόψη τους ορισμούς του κυκλοφοριακού φόρτου και της πυκνότητας μπορούν να αναγνωριστούν οι παρακάτω συνθήκες:

1. Σε μη συμφορημένη περιοχή. Όταν δεν υπάρχουν οχήματα στο υπό εξέταση οδικό τμήμα, δεν διέρχονται οχήματα από την υπό εξέταση διατομή. Κατά συνέπεια, ισχύει $q = 0$ και $k = 0$.
2. Σε μη συμφορημένη περιοχή. Όσο αυξάνονται τα οχήματα που βρίσκονται στο υπό εξέταση τμήμα, τόσο αυξάνεται και ο αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή, έως τη στιγμή όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος θα λάβει τη μέγιστη τιμή του q_m . Συνεπώς, όσο αυξάνεται η πυκνότητα k τόσο αυξάνεται και ο κυκλοφοριακός φόρτος q , έως την οριακή συνθήκη $k = k_m$ και $q = q_m$.
3. Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Σε συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης όσο αυξάνεται ο αριθμός των οχημάτων στο οδικό τμήμα τόσο μειώνεται ο αριθμός των

οχημάτων που μπορεί να διέλθει από τη διατομή. Συνεπώς, έχουμε με επιπλέον αύξηση της πυκνότητας k μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου q .

4. Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Όταν το οδικό τμήμα είναι πλήρες από οχήματα, δηλαδή όταν $k = k_j$, τα οχήματα είναι σταματημένα και δεν υπάρχει η δυνατότητα να διέλθουν οχήματα από τη διατομή. Σε αυτή την οριακή συνθήκη ισχύει $k = k_j$ και $q = 0$.

Από τα παραπάνω προκύπτει το διάγραμμα στο οποίο αποτυπώνεται η σχέση της πυκνότητας και του κυκλοφοριακού φόρτου.



Διάγραμμα 2-6 Διάγραμμα Φόρτου-Πυκνότητας.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι για μία τιμή του κυκλοφοριακού φόρτου q_i αντιστοιχούν δύο τιμές της πυκνότητας μία για τη μη συμφορημένη και μία για τη συμφορημένη περιοχή. Τέλος καλό είναι να αναφερθεί πως η μέση χωρική ταχύτητα των οχημάτων ισούται με την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζεται (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

2.2.8 Μοντέλο του Edie

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι παραπάνω σχέσεις μεταξύ του κυκλοφοριακού φόρτου, της μέσης χωρικής ταχύτητας και της πυκνότητας ισχύουν μόνο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Στην παρούσα ενότητα θα γίνει αναφορά στο προσεγγιστικό μοντέλο του Edie το οποίο συσχετίζει τα χαρακτηριστικά μεγέθη της κυκλοφοριακής ροής. Ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου μοντέλου προέκυψε μετά από ανάλυση μετρήσεων και προσεγγίζει περισσότερο τις πραγματικές συνθήκες τις κυκλοφορίας.

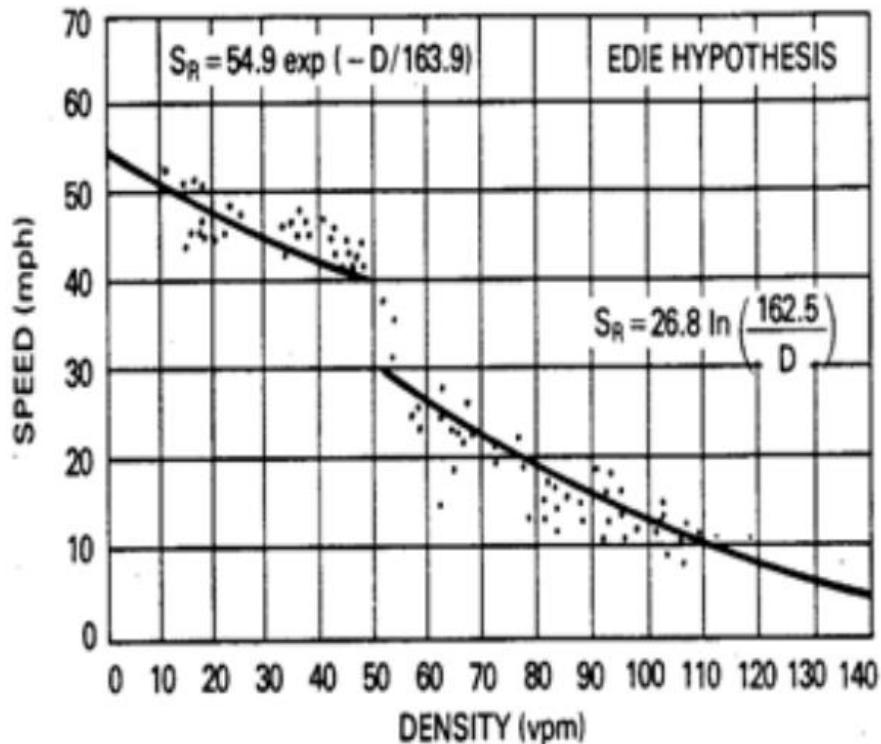
Κατά τον Edie η σχέση μέσης χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας είναι ασυνεχής και για συνθήκες ελεύθερης ροής περιγράφεται από την ακόλουθη εκθετική σχέση:

$$u_s = u_f e^{\left(-\frac{k}{k_m}\right)}$$

Ενώ για συνθήκες συμφόρησης περιγράφεται από την ακόλουθη λογαριθμική σχέση:

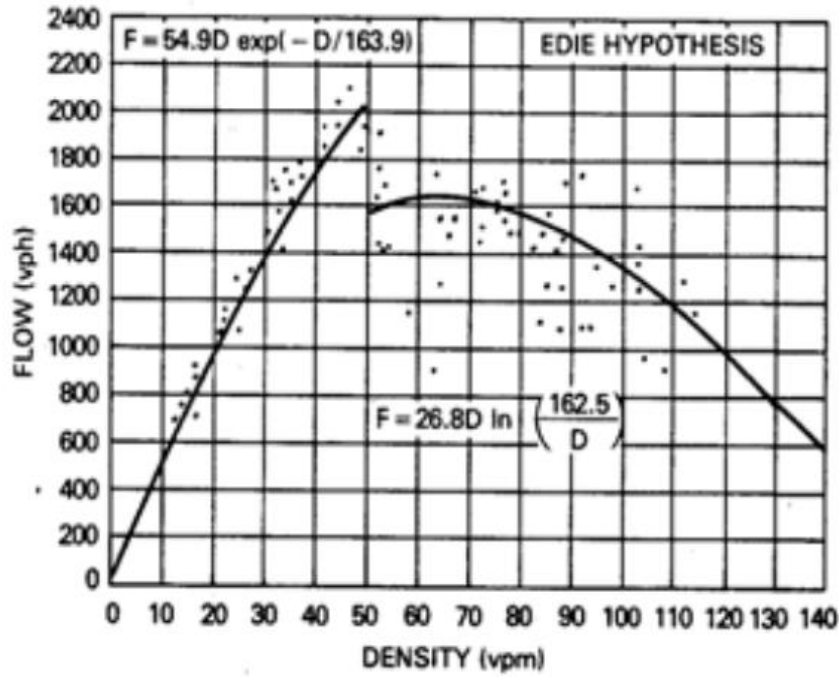
$$u_s = u_m \ln\left(\frac{k}{k_j}\right)$$

Εν συνεχεία παρουσιάζονται τα διαγράμματα που αποτυπώνουν τις σχέσεις φόρτου, ταχύτητας και πυκνότητας. Και στα τρία διαγράμματα παρατηρείται μία ασυνέχεια μεταξύ των δύο καμπυλών η οποία αποτυπώνει τη μετάβαση από τη μη συμφορημένη στη συμφορημένη περιοχή.



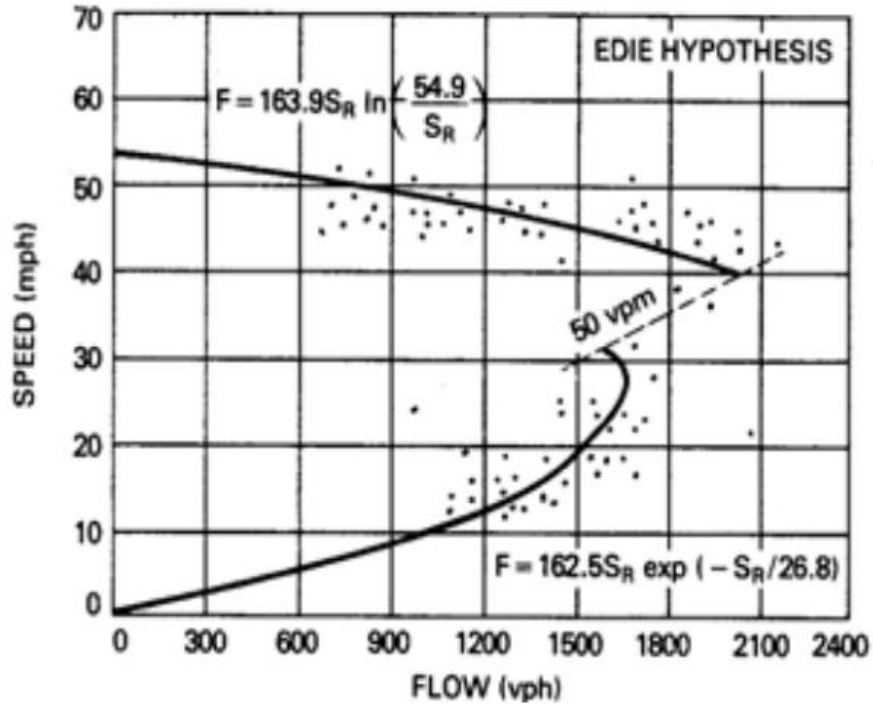
Διάγραμμα 2-7 Διάγραμμα Ταχύτητας-Πυκνότητας.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015



Διάγραμμα 2-8 Διάγραμμα Φόρτου-Πυκνότητας.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015



Διάγραμμα 2-9 Διάγραμμα Ταχύτητας-Φόρτου.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015

2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.3.1 Επιρροή των απεργιών των MMM στις μετακινήσεις των επιβατών

Έχει παρατηρηθεί από πολλούς ερευνητές και σε διάφορες πόλεις ανά τον κόσμο, πως η απεργία στα μέσα μαζικής μεταφοράς επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό τη συμπεριφορά των μετακινούμενων. Σε πολλές έρευνες έχει καταγραφεί πως μία απεργία στα MMM καθορίζει τόσο την τελική επιθυμία για μετακίνηση όσο και το μέσο με το οποίο αυτή θα πραγματοποιηθεί (ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο, ποδήλατο, πεζή κτλ.) αλλά και τον χρόνο στον οποίο θα πραγματοποιηθεί (νωρίτερα ή αργότερα του προγραμματισμένου). Τα γενικά συμπεράσματα από τις έως τώρα έρευνες που έχουν διενεργηθεί κατά καιρούς είναι τα εξής:

- Ένα μεγάλο ποσοστό των μετακινούμενων, κατά τη διάρκεια της απεργίας, αναβάλλει τη μετακίνησή του για μία άλλη χρονική στιγμή στο μέλλον όπου οι συνθήκες θα είναι ευνοϊκότερες.
- Σημαντικό τμήμα του πληθυσμού των μετακινούμενων επιλέγει για τη μετακίνησή του, κατά τη διάρκεια της απεργίας, ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο είτε με την ιδιότητα του οδηγού είτε με αυτή του συνεπιβάτη.
- Οι μετακινούμενοι τις μέρες της απεργίας επιλέγουν να ξεκινήσουν νωρίτερα τη μετακίνησή τους είτε προς τον χώρο εργασίας τους ή το σχολείο είτε προς τον τόπο διαμονής τους.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί πως οι έρευνες, που εστιάζουν στη συμπεριφορά των μετακινούμενων κατά τη διάρκεια της απεργίας των μέσων μαζικής μεταφοράς, διενεργήθηκαν μέσω ερωτηματολογίου (Συνεντεύξεις από σπίτι σε σπίτι, τηλεφωνικές έρευνες, έρευνες μέσω διαδικτύου κτλ.).

Το 1966 στη Νέα Υόρκη (Marmo, 1990) σε απεργία των μέσων μαζικής μεταφοράς, διάρκειας δεκατριών ημερών, παρατηρήθηκε ότι το 50% των μετακινούμενων της συνοικίας του Manhattan, που χρησιμοποιούν συστηματικά τα μέσα μαζικής μεταφοράς, κατά την πρώτη ημέρα της απεργίας, επέλεξε να ακυρώσει τη μετακίνησή του προς τον τόπο εργασίας του και να παραμείνει στον τόπο κατοικίας του, ενώ για τις υπόλοιπες ημέρες της απεργίας το ποσοστό των μετακινούμενων που επέλεξε να ακυρώσει τη μετακίνηση του προς τον τόπο εργασίας του ήταν αρκετά μικρότερο σε σχέση με την πρώτη ημέρα της απεργίας αλλά παρέμεινε σημαντικό (10%). Επιπλέον το 67% των μετακινούμενων με τα μέσα μαζικής μεταφοράς, στην ευρύτερη περιοχή της Νέας Υόρκης, κατά τη διάρκεια της απεργίας, επέλεξε για τη μετακίνησή του ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο (το 75% ως οδηγοί και το 25% ως συνεπιβάτες). Επιπρόσθετα αξίζει να σημειωθεί πως κατά την πρώτη ημέρα της απεργίας απαγορεύτηκε η στάθμευση στους δρόμους της πόλης με στόχο τη διευκόλυνση της κυκλοφορίας των οχημάτων, των ποδηλατιστών και των πεζών. Τέλος πρέπει να αναφερθεί πως τα αποτελέσματα που παρατέθηκαν για τη συγκεκριμένη απεργία προήλθαν ύστερα από συλλογή δεδομένων, μέσω συνεντεύξεων σε νοικοκυριά και τη συμμετοχή 8.000 καθημερινών χρηστών των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Το 1974 στο Los Angeles των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Crain and Flynn, 1975) οι εργαζόμενοι στα λεωφορεία ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκεσε δέκα εβδομάδες. Καθημερινά τα λεωφορεία του Los Angeles εξυπηρετούσαν 650.000 μετακινούμενους και αυτό που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της απεργίας είναι ότι το 50% των μετακινούμενων με λεωφορείο επέλεξε να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο ως οδηγός, ενώ το 25% επέλεξε να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο ως συνεπιβάτης. Αξίζει να σημειωθεί πως εξαιτίας της απεργίας των λεωφορείων καθώς και της στροφής των μετακινούμενων στο αυτοκίνητο υπήρξε μεγάλη συμφόρηση στους δρόμους του Los Angeles καθ' όλη τη διάρκεια της απεργίας.

Τον Δεκέμβριο του 1976 στην πόλη του Pittsburgh (Blumstein and Miller, 1983) οι εργαζόμενοι στα μέσα μαζικής μεταφοράς ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε πέντε ημέρες. Εκείνη την εποχή, ο αριθμός των κατοίκων του Pittsburgh που μετακινούνταν καθημερινά ήταν 600.000 και από αυτούς οι 370.000 μετακινούνταν με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Έπειτα από τηλεφωνική έρευνα, στην οποία συμμετείχαν 1.000 άτομα, προέκυψε, ότι κατά την πρώτη ημέρα της απεργίας το 25% των χρηστών των μέσων μαζικής μεταφοράς, που δεν διέθεταν δικό τους αυτοκίνητο και κατευθύνονταν καθημερινά προς το κέντρο της πόλης, επέλεξε να ακυρώσει τη μετακίνησή του προς τον τόπο εργασίας του, αντίθετα το 40% των μετακινούμενων με τα μέσα μαζικής μεταφοράς, που δεν διέθεταν δικό τους αυτοκίνητο και κατευθύνονταν καθημερινά προς τα προάστια, επέλεξε να ακυρώσει τη μετακίνησή του. Επιπλέον το 10% των μετακινούμενων με τα μέσα, κατά τη διάρκεια της απεργίας, προτίμησε να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο ως οδηγός, ενώ το 28% επέλεξε να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο ως συνεπιβάτης. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως εξαιτίας της αυξημένης χρήσης του αυτοκινήτου, κατά την περίοδο της απεργίας, και της μεγάλης συμφόρησης στους δρόμους της πόλης αυξήθηκαν οι ρύποι από τα αυτοκίνητα καθώς επίσης αυξήθηκε και η κατανάλωση καυσίμων.

Το 1978 στο Leeds του Ηνωμένου Βασιλείου (PbIVVS, 1984) οι εργαζόμενοι στα μέσα μαζικής μεταφοράς ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε πέντε εβδομάδες. Έπειτα από έρευνα που διενεργήθηκε, με τη χρήση ερωτηματολογίου, προέκυψε ότι περίπου το 67% των χρηστών των μέσων μαζικής μεταφοράς, κατά τη διάρκεια της απεργίας, επέλεξε ως μέσο μετακίνησης το ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο. Από αυτούς το 14% μετακινήθηκε, προς τον τόπο εργασίας του, με εταιρικό αυτοκίνητο, το 37% είχε μαζί του στο αυτοκίνητο και κάποιον συνάδερφο ή φίλο ως συνεπιβάτη, το 5% μετακινήθηκε με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο ως οδηγός και τέλος το 10% μετακινήθηκε ως συνεπιβάτης. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της απεργίας, το 22% των μετακινούμενων με τα μέσα μαζικής μεταφοράς επέλεξε να μετακινηθεί, προς τον τόπο εργασίας του, με τα πόδια, το 2% επέλεξε να μετακινηθεί με ταξί, ενώ ένα 4% επέλεξε το ποδήλατο. Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως το 15% των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, κατά τη διάρκεια της απεργίας, δεν κατάφερε να παρευρεθεί στον τόπο εκπαίδευσής του.

Τον Μάιο του 1981 στη Χάγη της Ολλανδίας (PbIVVS, 1984) οι εργαζόμενοι στα μέσα μαζικής μεταφοράς ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε σχεδόν τρεις εβδομάδες. Έπειτα από έρευνα που διενεργήθηκε, με τη χρήση ερωτηματολογίου, προέκυψε ότι το 50% των μετακινούμενων με τα μέσα επέλεξε να μετακινηθεί, είτε προς το σχολείο είτε προς τη δουλειά, με το ποδήλατο, το 25% επέλεξε να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο ως συνεπιβάτης, ενώ το 10% επέλεξε ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο ως οδηγός. Ο εξαιρετικός καιρός εκείνων των ημερών συνέβαλε καθοριστικά ώστε οι μετακινούμενοι να επιλέξουν το ποδήλατο για τις μετακινήσεις τους. Επιπλέον το 5% των προγραμματισμένων μετακινήσεων, είτε προς τη δουλειά είτε προς το σχολείο, εκείνη την περίοδο ακυρώθηκαν, ενώ το 95% των προγραμματισμένων μετακινήσεων πραγματοποιήθηκε κανονικά. Επιπρόσθετα το 40% όσων προγραμματίζαν να μετακινηθούν με στόχο να ικανοποιήσουν κάποια κοινωνική ή προσωπική τους υποχρέωση αποφάσισε να ματαιώσει τη μετακίνηση του. Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως οι πωλήσεις των εισιτηρίων των τρένων, κατά την περίοδο της απεργίας μειώθηκαν κατά 10-15% και πως εξαιτίας της μεγάλης χρήσης των ποδηλάτων δεν υπήρχαν αυξήσεις στους κυκλοφοριακούς ρύπους και στην κατανάλωση ενέργειας.

Το 1995 στην περιοχή του Παρισιού (Coindet, 1998) οι εργαζόμενοι στα μέσα μαζικής μεταφοράς ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε τρεις εβδομάδες (24 Νοεμβρίου – 17 Δεκεμβρίου). Έπειτα από τηλεφωνική έρευνα στην οποία συμμετείχαν 4.056 άτομα, παρατηρήθηκε ότι το 11% των χρηστών των μέσων μαζικής μεταφοράς, κατά τη διάρκεια της απεργίας, επέλεξε να ακυρώσει τη μετακίνησή του προς τον τόπο εργασίας του καθώς δεν είχε τη δυνατότητα να μετακινηθεί, ενώ το 1% των μετακινούμενων με τα μέσα επέλεξε να εργαστεί από τον τόπο κατοικίας του. Επιπλέον, σχεδόν το 50% των μετακινούμενων με τη δημόσια συγκοινωνία επέλεξε, για τις ημέρες

που διήρκησε η απεργία, να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο. Ο συνεπιβατισμός, κατά την περίοδο της απεργίας, σχεδόν διπλασιάστηκε (από 5% τις τυπικές μέρες σε 11% τις μέρες της απεργίας). Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε ότι τις πρωινές ώρες το 90% των εργαζομένων αναχωρούσε από τον τόπο κατοικίας προς τον τόπο εργασίας 90 λεπτά νωρίτερα σε σχέση με μία τυπική μέρα, ενώ τις απογευματινές ώρες το 80% των εργαζομένων αναχωρούσε από τον τόπο εργασίας προς τον τόπο κατοικίας κάτι περισσότερο από 90 λεπτά νωρίτερα. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως μετά τη λήξη της απεργίας οι μετακινούμενοι άρχισαν να χρησιμοποιούν ξανά τα μέσα με τα οποία μετακινούνταν πριν την απεργία.

Το 1995 στην Ολλανδία (Perdok and Kalfs, 1995) οι εργαζόμενοι στα λεωφορεία ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε τέσσερις εβδομάδες. Κατά την πρώτη εβδομάδα η απεργία αφορούσε όλο το εικοσιτετράωρο, ενώ τις υπόλοιπες τρεις εβδομάδες οι εργαζόμενοι στα λεωφορεία διέκοπταν την εργασία τους από τις 10 το πρωί έως τις 3 το μεσημέρι. Έπειτα από έρευνα που διενεργήθηκε, προέκυψε ότι το 30% των μετακινούμενων με τα λεωφορεία επέλεξε να μετακινηθεί, κατά τη διάρκεια της απεργίας, με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο, ενώ το 60% των μετακινούμενων επέλεξε κάποιον διαφορετικό τρόπο για τη μετακίνησή του. Επιπλέον, το 10% των μετακινήσεων, που είχαν προγραμματιστεί για εκείνη την περίοδο, ματαιώθηκε, ενώ και ένα 10% αυτών αναβλήθηκε και πραγματοποιήθηκε κάποια άλλη κατάλληλη ώρα και ημέρα στο μέλλον. Επιπρόσθετα μετακινήσεις που υπό κανονικές συνθήκες πραγματοποιούνταν με τη χρήση των λεωφορείων και είχαν σκοπούς εμπορικούς και αναψυχής, είτε πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση κάποιου άλλου μέσου, όπως το αυτοκίνητο, είτε αναβλήθηκαν για κάποια άλλη στιγμή. Εξαιτίας της αναβολής αυτού του είδους των μετακινήσεων, κατά τη διάρκεια της απεργίας, η πελατεία των εμπορικών καταστημάτων ήταν μειωμένη κατά 15-20%.

Το 1998 στη Νορβηγία (Bjornskau, 1999) οι εργαζόμενοι στα λεωφορεία ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε τρεις εβδομάδες (14 Μαΐου – 9 Ιουνίου). Έπειτα από τηλεφωνική έρευνα στην οποία συμμετείχαν 1.005 άτομα από τρεις σημαντικές πόλεις της Νορβηγίας, το Oslo το Akershus και το Sor-Trondelag, παρατηρήθηκε ότι μεγάλο ποσοστό των μετακινούμενων με τα λεωφορεία επέλεξε, κατά τη διάρκεια της απεργίας, είτε να εργαστεί στον τόπο κατοικίας του είτε να πάρει άδεια από τη δουλειά του και να αποφύγει με αυτόν τον τρόπο κάποιου είδους μετακίνηση. Πιο συγκεκριμένα, το 15% των μετακινούμενων με λεωφορείο επέλεξε, κατά τη διάρκεια της απεργίας, είτε να εργαστεί στον τόπο κατοικίας του είτε να πάρει άδεια από τη δουλειά του. Κάλο είναι επίσης να αναφερθεί πως την περίοδο της απεργίας όσοι δεν σπούδαζαν και δεν εργάζονταν επέλεξαν να μειώσουν τις μετακινήσεις τους. Επιπρόσθετα σύμφωνα με την έρευνα στην πόλη του Oslo το 20% των μετακινούμενων με τα λεωφορεία, κατά τις ημέρες της απεργίας, επέλεξε να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο είτε ως οδηγός είτε ως συνεπιβάτης, το 50% επέλεξε να μετακινηθεί με τραμ και μετρό και το 25% επέλεξε να μετακινηθεί είτε με το ποδήλατο είτε πεζή. Στην πόλη του Akershus το 40% των μετακινούμενων με τα λεωφορεία επέλεξε το ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο για τη μετακίνησή του, ενώ το 25% επέλεξε να μετακινηθεί με το τρένο. Στην πόλη Sor-Trondelag το 60% επέλεξε να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο, ενώ το υπόλοιπο 40% επέλεξε να μετακινηθεί είτε με τα πόδια είτε με το ποδήλατο. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως η μεγάλη πλειοψηφία όσων συμμετείχαν στην τηλεφωνική έρευνα ισχυρίστηκε πως η απεργία δεν δημιούργησε κάποιο πρόβλημα τόσο σε αυτούς όσο και στα μέλη της οικογένειάς τους. Παρόλα αυτά η πολυκριτηριακή ανάλυση έδειξε πως μεγάλα προβλήματα αντιμετώπισαν όσοι δεν ζούσαν στην πόλη του Oslo, όσοι ήταν κάτω από 30 χρονών, όσοι χρησιμοποιούσαν καθημερινά τα λεωφορεία πριν την απεργία και τέλος όσοι δεν διέθεταν αυτοκίνητο.

Στα τέλη του 1999 αρχές 2000 στο Άμστερνταμ της Ολλανδίας (van Exel and Rietveld, 2001) πραγματοποιήθηκαν μία σειρά από εικοσιτετράωρες απεργίες από τους εργαζομένους στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Η πρώτη από τις απεργίες αφορούσε τον σιδηρόδρομο και ήταν αποτέλεσμα βίαιης συμπεριφοράς απέναντι σε εργαζομένους του σιδηρόδρομου. Η συγκεκριμένη απεργία

ήταν ξαφνική και δεν ήταν εικοσιτετράωρη, όπως οι επόμενες, αλλά διήρκησε από την έναρξη της βάρδιας έως τις 10 το πρωί. Από την έρευνα που διενεργήθηκε, με τη χρήση ερωτηματολογίου και στην οποία συμμετείχαν 166 χρήστες του σιδηρόδρομου προέκυψε ότι, κατά την πρώτη απεργία, το 10% των συστηματικών χρηστών του σιδηρόδρομου παρέμεινε στον τόπο κατοικίας του καθώς δεν διέθετε εναλλακτικό μέσο για να πραγματοποιήσει τη μετακίνησή του, ενώ από το υπόλοιπο 90% που μετακινήθηκε κανονικά εκείνη τη μέρα το 62% αναχώρησε από τον τόπο κατοικίας του κατά τη συνηθισμένη ώρα αναχώρησης, το 10% αναχώρησε νωρίτερα από το συνηθισμένο και τέλος το 18% αναχώρησε αργότερα. Αξίζει να αναφερθεί πως το 46% όσων παρέμειναν στον τόπο κατοικίας τους πήρε άδεια από τη δουλειά του, το 16% δούλεψε από τον τόπο κατοικίας του, ενώ το 38% δεν παρευρέθηκε στον τόπο εκπαίδευσής του. Τέλος από τη συγκεκριμένη έρευνα προέκυψε πως, κατά την πρώτη απεργία, το 80% των μετακινούμενων επέλεξε να μετακινηθεί με το τρένο, προφανώς όταν ξεκίνησε η λειτουργία του, το 15% επέλεξε το ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο και τέλος το 5% κάποιο άλλο μέσο μεταφοράς.

Το 2004 στην Ολλανδία (van Exel and Rietveld, 2009) οι εργαζόμενοι στο σιδηρόδρομο ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε μία μέρα (14 Οκτωβρίου). Για τη συγκεκριμένη απεργία διενεργήθηκε έρευνα, που είχε ως σκοπό τη σύγκριση της αναμενόμενης και της πραγματικής συμπεριφοράς του μετακινούμενου πληθυσμού με το σιδηρόδρομο. Από την έρευνα, που διενεργήθηκε, με τη χρήση ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου προέκυψε, ότι το 44% όσων προγραμματίζαν να μετακινηθούν με τον σιδηρόδρομο εκείνη τη μέρα αποφάσισε να ακυρώσει τη μετακίνησή του, ενώ από το 56% που τελικά την πραγματοποίησε, το 43% επέλεξε να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο ως ο ίδιος οδηγός, το 25% επέλεξε να μετακινηθεί με ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο ως συνεπιβάτης και τέλος το 32% πραγματοποίησε τη μετακίνησή του με τον σιδηρόδρομο κάποια άλλη μέρα. Από τη συγκεκριμένη έρευνα προέκυψε επίσης πως το 86% των συμμετεχόντων αντέδρασε όπως είχε προβλέψει, κάτι που σημαίνει πως σε πολύ μεγάλο ποσοστό η αναμενόμενη και η πραγματική συμπεριφορά συμπίπτουν. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε, προκειμένου να γίνει η στατιστική ανάλυση και να προκύψουν τα συμπεράσματα από την έρευνα, ήταν αυτό της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.

Μέσα στο 2015 στη Μελβούρνη της Αυστραλίας (Nguyen-Phuoc et al., 2018) πραγματοποιήθηκαν τρεις απεργίες από τους εργαζομένους του σιδηροδρόμου, του τραμ και των λεωφορείων. Έπειτα από έρευνα που διενεργήθηκε με τη χρήση ερωτηματολογίου και στην οποία συμμετείχαν 648 συστηματικοί χρήστες των μέσων μαζικής μεταφοράς προέκυψαν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα για κάθε μία από αυτές τις απεργίες. Κατά την απεργία των τρένων το 42.7% των χρηστών αυτού του μέσου, επέλεξε για τη μετακίνησή του το ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο, το 20.7% των μετακινούμενων με τον σιδηρόδρομο επέλεξε να μετακινηθεί με το τραμ, ενώ το 19.4% επέλεξε να μετακινηθεί με τα λεωφορεία. Επιπλέον αξίζει να αναφερθεί πως κατά την απεργία του σιδηροδρόμου το 6.6% των χρηστών αυτού του μέσου επέλεξε να ακυρώσει τη μετακίνησή του. Όταν τα λεωφορεία με τη σειρά τους διέκοψαν τη λειτουργία τους το 33.5% των μετακινούμενων με λεωφορείο, επέλεξε για τη μετακίνησή του το ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο, το 23.5% των χρηστών των λεωφορείων επέλεξε να μετακινηθεί με τον σιδηρόδρομο, ενώ το 11.8% επέλεξε να μετακινηθεί με το τραμ. Επιπρόσθετα το 8.6% των μετακινούμενων με τα λεωφορεία επέλεξε κατά την ημέρα της απεργίας να ακυρώσει τη μετακίνησή του. Τέλος κατά την απεργία του τραμ το 17% των μετακινούμενων με αυτό το μέσο επέλεξε για τη μετακίνησή του το ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο, το 34.2% επέλεξε τον σιδηρόδρομο και το 12.4% επέλεξε να μετακινηθεί με τα λεωφορεία. Κατά την απεργία του τραμ μόλις το 5.6% των μετακινούμενων με αυτό το μέσο επέλεξε να ακυρώσει τη μετακίνησή του.

Πίνακας 2-1: Αποτελέσματα των απεργιών των MMM

Απεργία	Έτος	MMM	Ακυρωθέντες μετακινήσεις	Μετακινήσεις με ΙΧ αυτοκίνητο	Μετακινήσεις με άλλα μέσα	Αύξηση φόρτου ΙΧ αυτοκινήτου
New York City (USA)	1966	Όλα	50% ^α , 10%	67%	23%	
Los Angeles (USA)	1974	Λεωφορεία		50% ^δ , 25% ^{β, ε}		
Pittsburgh (USA)	1976	Όλα	25% ^α			20-30%
Leeds (UK)	1978	Όλα	15% ^ζ	60% ^η , 5% ^δ	35%	
The Hague (NL)	1981	Όλα	5% ^β , 40% ^γ	25% ^η , 10% ^δ	50% ^θ	10-20%
Ile-de-France (F)	1995	Όλα	11%	28% ^δ , 21% ^{η, ε}	51%	9%
The Netherlands	1995	Λεωφορεία	10%	30%	60%	
Norway	1998	Λεωφορεία		20% ^κ , 40-60% ^λ	50% ^{κ, μ} , 25% ^{λ, ν}	3% ^ν
Amsterdam (NL)	2000	Όλα	10% ^α	15%	80% ^ν	
The Netherlands	2004	Τρένα	44%	43% ^δ , 25% ^ε	32% ^ν	
Melbourne (AUS)	2015	Τρένα	6.6%	42.7%	19.4 ^ι , 20.7 ^μ	
Melbourne (AUS)	2015	Λεωφορεία	8.6%	33.5%	23.5 ^ν , 11.8 ^μ	
Melbourne (AUS)	2015	Τραμ	5.6%	17%	34.2 ^ν , 12.4 ^ι	

^α Μόνο κατά την πρώτη ημέρα της απεργίας
^β Μετακινήσεις προς την εργασία και το σχολείο
^γ Μετακινήσεις αναψυχής
^δ ΙΧ αυτοκίνητο ως οδηγός
^ε Συνεπιβατισμός
^ζ Μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
^η ΙΧ αυτοκίνητο ως επιβάτης
^θ Ποδήλατο
^ι Λεωφορείο
^κ Αστική κυκλοφορία
^λ Υπεραστική κυκλοφορία
^μ Αστικές δημόσιες συγκοινωνίες
^ν Τρένο

2.3.2 Επιρροή των απεργιών των MMM στην κυκλοφορία

Εξετάζοντας και μελετώντας τα παραδείγματα της προηγούμενης ενότητας οδηγείται κανείς εύκολα στο συμπέρασμα πως κατά τη διάρκεια απεργίας των μέσων μαζικής μεταφοράς αυξάνεται ραγδαία η χρήση του αυτοκινήτου. Προφανώς η αύξηση της χρήσης του αυτοκινήτου για μετακίνηση επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την κυκλοφορία. Η συμφόρηση στις οδικές αρτηρίες είναι αυξημένη, η ταχύτητα κίνησης των οχημάτων εξαιτίας της συμφόρησης είναι μειωμένη, ο χρόνος μετακίνησης επηρεάζεται και αυτός και αυξάνει όσο αυξάνει η συμφόρηση, τέλος η περίοδος αιχμής, τόσο η πρωινή όσο και η απογευματινή, επιμηκύνεται καθώς ο μετακινούμενος αναλογιζόμενος τη συμφόρηση αναχωρεί και αποχωρεί νωρίτερα από σημεία ενδιαφέροντος του (τόπος κατοικίας, τόπος εκπαίδευσης, τόπος εργασίας, τόπος αναψυχής). Κατά καιρούς διενεργήθηκαν έρευνες, σε διάφορες χώρες και πόλεις του κόσμου, οι οποίες εξετάζουν ποσοτικά την επιρροή της απεργίας των μέσων μαζικής μεταφοράς στα κυκλοφοριακά μεγέθη. Οι έρευνες αυτές κρίνεται σκόπιμο να παρατεθούν ώστε να δοθεί μία σφαιρική εικόνα επί του συγκεκριμένου θέματος, το οποίο αφορά άμεσα και την παρούσα διπλωματική εργασία.

Παραδείγματα από τον διεθνή χώρο

Το 1974 στο Los Angeles των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Crain and Flynn, 1975) οι εργαζόμενοι στα λεωφορεία ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκεσε δέκα εβδομάδες. Ύστερα από επεξεργασία δεδομένων, που προέκυψαν από ανιχνευτές κυκλοφορίας, παρατηρήθηκε ότι στον κυριότερο αυτοκινητόδρομο του Los Angeles, κατά την περίοδο της απεργίας, οι καθυστερήσεις ήταν αυξημένες κατά 10 με 15 λεπτά στη διάρκεια της πρωινής περιόδου αιχμής, ενώ κατά τη διάρκεια της απογευματινής περιόδου αιχμής οι καθυστερήσεις ήταν αυξημένες κατά 5 λεπτά περίπου. Οι καθυστερήσεις αυτές οφείλονταν στην αυξημένη χρήση του αυτοκινήτου, κατά τη διάρκεια της απεργίας, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Για να αντιμετωπιστούν τόσο οι καθυστερήσεις όσο και η συμφόρηση στους δρόμους της πόλης, κατά τη δεύτερη εβδομάδα της απεργίας, πάρθηκε η απόφαση τα οχήματα με πληρότητα μεγαλύτερη των τριών ατόμων να έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν τις λεωφορειολωρίδες. Εξαιτίας αυτής της ενέργειας ο χρόνος μετακίνησης για όσους είχαν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τις λεωφορειολωρίδες μειώθηκε κατά 20 με 30 λεπτά. Αξίζει τέλος να αναφερθεί πως για τον κυριότερο αυτοκινητόδρομο του Los Angeles ο χρόνος μετακίνησης βελτιώθηκε κατά 6 λεπτά περίπου για τις πρωινές ώρες, ενώ για τις απογευματινές ώρες δεν υπήρξε κάποια σημαντική βελτίωση του χρόνου μετακίνησης.

Τον Δεκέμβριο του 1976 στην πόλη του Pittsburgh των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Blumstein and Miller, 1983) οι εργαζόμενοι στα μέσα μαζικής μεταφοράς ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκεσε πέντε ημέρες. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως εκείνη την εποχή, ο αριθμός των κατοίκων του Pittsburgh που μετακινούνταν καθημερινά ήταν 600.000 και από αυτούς οι 370.000 μετακινούνταν με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Ύστερα από επεξεργασία δεδομένων, που προέκυψαν από ανιχνευτές κυκλοφορίας, παρατηρήθηκε ότι, κατά την πρωινή περίοδο αιχμής, στους δρόμους με κατεύθυνση το κέντρο της πόλης η κυκλοφορία, κατά τη διάρκεια της απεργίας, ήταν αυξημένη κατά 20-30% σε σχέση με μία τυπική μέρα, καθώς όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα οι περισσότεροι από τους μετακινούμενους με τα μέσα επέλεξαν να μετακινηθούν για την περίοδο της απεργίας με το ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητο. Επιπλέον προέκυψε ότι, τόσο η πρωινή περίοδος αιχμής όσο και η απογευματινή ήταν επιμηκυνμένες, σε σχέση με μία τυπική μέρα, με την απογευματινή να εμφανίζει μικρότερη αύξηση από ότι η πρωινή και αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την επιστροφή από τον χώρο εργασίας οι μετακινούμενοι με το αυτοκίνητο είχαν μαζί τους ως συνεπιβάτη και κάποιον συνάδελφό τους με αποτέλεσμα τα οχήματα τις απογευματινές ώρες να εμφανίζουν αυξημένη πληρότητα.

Τον Μάιο του 1981 στη Χάγη της Ολλανδίας (PbIVVS, 1984) οι εργαζόμενοι στα μέσα μαζικής μεταφοράς ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε σχεδόν τρεις εβδομάδες. Ύστερα από επεξεργασία δεδομένων, που προέκυψαν από ανιχνευτές κυκλοφορίας, παρατηρήθηκε ότι ο αριθμός των ιδιωτικής χρήσης αυτοκινήτων, κατά τη διάρκεια της απεργίας, στο κέντρο της πόλης ήταν αυξημένος κατά 10-20% σε σχέση με μία τυπική μέρα, ενώ τα ποδήλατα ήταν 40-50% περισσότερα και αυτό οφείλεται, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, στην αυξημένη χρήση των ιδιωτικής χρήσης αυτοκινήτων καθώς και τον ποδηλάτων κατά την περίοδο της απεργίας. Επιπλέον παρατηρήθηκε πως στους δρόμους με κατεύθυνση το κέντρο της πόλης ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 9% περίπου. Αξίζει να αναφερθεί πως κατά τη διάρκεια της απεργίας τα προβλήματα, τα οποία αφορούσαν τη στάθμευση στο κέντρο της πόλης, ήταν αμελητέα καθώς τόσο οι λεωφορειολωρίδες όσο και οι διάδρομοι κίνησης του τραμ ήταν ελεύθεροι προς στάθμευση. Τέλος το συμπέρασμα που προκύπτει από την έρευνα είναι πως η απεργία οδήγησε στην αύξηση της συμφόρησης στους δρόμους της πόλης, στην αύξηση των χρόνων μετακίνησης και στην αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων κατά 27% περίπου.

Το 1995 στην περιοχή του Παρισιού (Coindet, 1998) οι εργαζόμενοι στα μέσα μαζικής μεταφοράς ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε τρεις εβδομάδες (24 Νοεμβρίου – 17 Δεκεμβρίου). Ύστερα από επεξεργασία δεδομένων, που προέκυψαν από ανιχνευτές κυκλοφορίας παρατηρήθηκε ότι για τους κατοίκους του Παρισιού ο χρόνος μετακίνησης προς τον τόπο εργασίας, κατά τη διάρκεια της απεργίας, ήταν έως και 70% αυξημένος σε σχέση με μία τυπική μέρα (από 31 σε 52 λεπτά) και αυτό οφείλεται στην αυξημένη συμφόρηση που επικρατούσε την περίοδο εκείνη λόγω της αυξημένης χρήσης των ιδιωτικής χρήσης αυτοκινήτων. Επιπρόσθετα από την έρευνα προέκυψε ότι, τόσο η πρωινή περίοδος αιχμής όσο και η απογευματινή ήταν εμφανώς επιμηκυμένες. Πιο συγκεκριμένα, η πρωινή περίοδος αιχμής ήταν επιμηκυμένη κατά 2 ώρες και η απογευματινή κατά 2½ ώρες. Η επιμήκυνση των περιόδων αιχμής οφείλεται στη νωρίτερα ή και αργότερα από το αναμενόμενο αναχώρηση των εργαζομένων τόσο από τον τόπο κατοικίας τους όσο και από τον τόπο εργασίας τους.

Το 1998 στη Νορβηγία (Bjornskau, 1999) οι εργαζόμενοι στα λεωφορεία ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε τρεις εβδομάδες (14 Μαΐου – 9 Ιουνίου). Ύστερα από επεξεργασία δεδομένων, που προέκυψαν από ανιχνευτές κυκλοφορίας σε δρόμους της πόλης του Oslo και της πόλης Sor-Trondelag, παρατηρήθηκε ότι η κυκλοφορία, κατά τη διάρκεια της απεργίας, στους δρόμους του Oslo ήταν αυξημένη έως και 3% σε σχέση με μία τυπική μέρα. Η αύξηση αυτή της κυκλοφορίας εμφανιζόταν κατά τις πρωινές ώρες, όχι όμως συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια της πρωινής ώρας αιχμής. Σε δρόμους με κατεύθυνση το κέντρο της πόλης του Sor-Trondelag η κυκλοφορία ήταν αυξημένη έως και 11-17%. Οι αυξήσεις αυτές της κυκλοφορίας εμφανίζονταν τόσο κατά την πρωινή περίοδο αιχμής όσο και κατά την απογευματινή περίοδο αιχμής. Η συμφόρηση στους δρόμους του Sor-Trondelag ήταν μεγαλύτερη από αυτή στους δρόμους του Oslo, καθώς το ποσοστό των μετακινούμενων με τα λεωφορεία που χρησιμοποίησε το αυτοκίνητό του, κατά τη διάρκεια της απεργίας, στην πόλη Sor-Trondelag ήταν πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό στην πόλη του Oslo, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα.

Το 2003 στο Los Angeles των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Lo and Hall, 2006) οι εργαζόμενοι στα μέσα μαζικής μεταφοράς ξεκίνησαν απεργία, η οποία διήρκησε σχεδόν πέντε εβδομάδες (14 Οκτωβρίου – 17 Νοεμβρίου). Ύστερα από επεξεργασία δεδομένων, τα οποία προήλθαν από επαγγελματικούς βρόγχους, είκοσι εργάσιμες μέρες πριν την έναρξη της απεργίας και είκοσι εργάσιμες μέρες κατά τη διάρκεια της απεργίας, παρατηρήθηκε ότι η απεργία στις συγκοινωνίες οδήγησε σε μεγάλες μειώσεις στις ταχύτητες στους δρόμους της πόλης καθώς και σε επιμήκυνση των περιόδων αιχμής. Οι επιπτώσεις ήταν πιο έντονες στην περιοχή του κέντρου της πόλης και γενικότερα σε περιοχές που εξυπηρετούνταν επαρκώς από τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Πιο συγκεκριμένα, από την έρευνα προέκυψε ότι, κατά τη διάρκεια της απεργίας, η μέση ταχύτητα στους αυτοκινητοδρόμους μειώθηκε κατά 20% τις καθημερινές μέρες, ενώ κατά τη

διάρκεια της πρωινής περιόδου αιχμής η μείωση της ταχύτητας έφτασε έως και 40%. Επιπλέον παρατηρήθηκε πως τόσο η πρωινή περίοδος αιχμής όσο και η απογευματινή επιμηκύνθηκαν, με την επιμήκυνση αυτή να φτάνει έως και 200%. Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως σε ορισμένες περιοχές της πόλης, κατά τη διάρκεια της απεργίας, υπήρξε αύξηση της μέσης ταχύτητας και όχι μείωση όπως θα αναμενόταν. Για τις περιοχές αυτές παρατηρήθηκε, πως δεν εξυπηρετούνταν επαρκώς από τα μέσα μαζικής μεταφοράς και βρισκόνταν όλες κατάντη από περιοχή η οποία εξυπηρετούνταν σε πολύ υψηλό βαθμό από τα μέσα.

Μέσα στο 2015 στη Μελβούρνη της Αυστραλίας (Nguyen-Phuoc et al., 2018) πραγματοποιήθηκαν τρεις απεργίες από τους εργαζομένους του σιδηροδρόμου, του τραμ και των λεωφορείων. Ύστερα από επεξεργασία δεδομένων παρατηρήθηκε ότι, κατά τη διάρκεια της απεργίας των εργαζομένων του σιδηροδρόμου, αυξήθηκε ο αριθμός των συμφορημένων οδικών αρτηριών κατά 130%, ο φόρτος των οχημάτων στους δρόμους της πόλης αυξήθηκε κατά 57.5%, οι καθυστερήσεις στους δρόμους αυξήθηκαν κατά 87.1%, η μέση ταχύτητα μειώθηκε από τα 47.9 χιλιόμετρα την ώρα στα 38.6 χιλιόμετρα την ώρα δηλαδή 20% και τέλος ο χρόνος διαδρομής ανά χιλιόμετρο αυξήθηκε κατά 73%. Κατά τη διάρκεια της απεργίας των εργαζομένων του τραμ, αυξήθηκε ο αριθμός των συμφορημένων οδικών αρτηριών κατά 7.3%, ο φόρτος των οχημάτων στους δρόμους της πόλης αυξήθηκε κατά 2.8%, οι καθυστερήσεις στους δρόμους αυξήθηκαν κατά 2%, η μέση ταχύτητα μειώθηκε κατά 0.8% και τέλος ο χρόνος διαδρομής ανά χιλιόμετρο αυξήθηκε κατά 1.7%. Τέλος, κατά τη διάρκεια της απεργίας των εργαζομένων των λεωφορείων, αυξήθηκε ο αριθμός των συμφορημένων οδικών αρτηριών κατά 17.2%, ο φόρτος των οχημάτων στους δρόμους της πόλης αυξήθηκε κατά 8.8%, οι καθυστερήσεις στους δρόμους αυξήθηκαν κατά 8.2%, η μέση ταχύτητα μειώθηκε κατά 3% και τέλος ο χρόνος διαδρομής ανά χιλιόμετρο αυξήθηκε κατά 6.6%. Το συμπέρασμα που προέκυψε από την έρευνα είναι ότι η απεργία των εργαζομένων του σιδηροδρόμου επέφερε στην κυκλοφορία πολύ μεγαλύτερες επιπτώσεις σε σχέση με τις απεργίες των εργαζομένων στα άλλα δύο μέσα μεταφοράς.

Το 2013, πραγματοποιήθηκε ανάλυση που αφορούσε πέντε απεργίες του μετρό του Λονδίνου (Tsapakis et al., 2013), κατά τη χρονική περίοδο 2009-2010. Σκοπός της συγκεκριμένης ανάλυσης ήταν να διερευνηθούν οι επιπτώσεις των πέντε απεργιών στον χρόνο μετακίνησης των κατοίκων του Λονδίνου. Ύστερα από επεξεργασία δεδομένων, που προήλθαν από ανιχνευτές κυκλοφορίας προέκυψε ότι, κατά τη διάρκεια των απεργιών, ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος όπως επίσης ο χρόνος μετακίνησης και οι καθυστερήσεις. Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκε πως, κατά τις πρωινές ώρες, οι καθυστερήσεις, που αφορούσαν μετακινήσεις με κατεύθυνση το κέντρο της πόλης ήταν διπλάσιες από τις καθυστερήσεις, που αφορούσαν μετακινήσεις προς τα προάστια. Σε αντίθεση με τις πρωινές ώρες, κατά τις απογευματινές ώρες η αύξηση στις καθυστερήσεις ήταν πολύ μικρότερη. Σύμφωνα με την ανάλυση, η εξήγηση αυτού του φαινομένου στηρίζεται στο γεγονός ότι μερικοί χρήστες του μετρό περίμεναν έως το πέρας της απεργίας με σκοπό να χρησιμοποιήσουν το συγκεκριμένο μέσο για τη μετακίνησή τους προς τον τόπο κατοικίας τους, ενώ άλλοι χρήστες που χρησιμοποίησαν το αυτοκίνητό τους, κατά την επιστροφή από τον τόπο εργασίας τους, είχαν μαζί τους ως συνεπιβάτη και κάποιον συνάδελφό τους, με αποτέλεσμα κατά τις απογευματινές ώρες η συμφόρηση στους δρόμους να είναι μικρότερη και άρα και οι καθυστερήσεις. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως μία από τις πέντε απεργίες, που ήταν εικοσιτετράωρη, είχε επιφέρει τις σοβαρότερες επιπτώσεις στο οδικό δίκτυο με αύξηση του συνολικού χρόνου μετακίνησης που έφτανε έως και 60%.

Το 2015 πραγματοποιήθηκε μία ανάλυση, που αφορούσε όλες τις απεργίες των μέσων μαζικής μεταφοράς της περιόδου 2001-2011, που έλαβαν χώρα στην πόλη του Rotterdam της Ολλανδίας (Alder and van Ommereen, 2015). Η ανάλυση αυτή εστιάζει σε 13 συνολικά απεργίες που πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο 2001-2011. Από τις 13 απεργίες οι 8 ήταν εικοσιτετράωρες, ενώ οι υπόλοιπες 5 ήταν διάρκειας πέντε ωρών. Ύστερα από επεξεργασία δεδομένων, που προήλθαν από ανιχνευτές κυκλοφορίας προέκυψε ότι, κατά τη διάρκεια των

απεργιών, η μέση ταχύτητα στους δρόμους του κέντρου της πόλης ήταν μειωμένη κατά 7%, ενώ κατά τη διάρκεια των περιόδων αιχμής η μείωση της μέσης ταχύτητας έφτανε έως και 17%. Στους αυτοκινητόδρομους στα προάστια της πόλης η μέση ταχύτητα ήταν μειωμένη κατά 1.3%, ενώ κατά τη διάρκεια των περιόδων αιχμής η μείωση της μέσης ταχύτητας έφτανε έως και 8%. Αξίζει επιπλέον να αναφερθεί ότι κατά την περίοδο των απεργιών ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 40%. Τέλος το συμπέρασμα που προκύπτει από την ανάλυση των απεργιών είναι πως η συμφόρηση στους δρόμους του κέντρου της πόλης ήταν δέκα φορές μεγαλύτερη από αυτή στους δρόμους των προαστίων.

Παραδείγματα από τον ελλαδικό χώρο

Με αφορμή την εικοσιτετράωρη απεργία των μέσω μαζικής μεταφοράς, την Πέμπτη 15 Δεκεμβρίου του 2005 στην πόλη της Αθήνας (Sermpis et al., 2007), πραγματοποιήθηκε έρευνα, που εστίαζε στις επιπτώσεις της απεργίας στο οδικό δίκτυο της πόλης. Για τις ανάγκες της έρευνας συλλέχθηκαν κυκλοφοριακά δεδομένα (κυκλοφοριακός φόρτος, μέση ταχύτητα και χρονική κατάληψη), τόσο για την ημέρα της απεργίας όσο και για όλες τις Πέμπτες των προηγούμενων τριών τυπικών μηνών, από βρόγχους, που βρίσκονται σε βασικές οδικές αρτηρίες της πόλης. Επιπλέον κρίθηκε ορθό να χωριστεί η περιοχή της Αθήνας σε πέντε υπο-περιοχές (βόρεια προάστια, ανατολικά προάστια, νότια προάστια, δυτικά προάστια, κέντρο πόλης) και να αναλυθούν οι επιπτώσεις της απεργίας σε κάθε μία από αυτές. Τέλος, μετά από επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ αυτών που συλλέχθηκαν την ημέρα της απεργίας και αυτών που συλλέχθηκαν τις τυπικές ημέρες και τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι τα ακόλουθα.

Βόρεια προάστια

Στην περιοχή των βορείων προαστίων οι οδικές αρτηρίες που εξετάστηκαν ήταν η λεωφόρος Μεσογείων και η λεωφόρος Κηφισίας. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε πως κατά τη διάρκεια της απεργίας και στις δύο αρτηρίες η πρωινή περίοδος αιχμής ξεκίνησε 45-90 λεπτά νωρίτερα και τελείωσε περίπου 30 λεπτά αργότερα, ενώ η απογευματινή περίοδος αιχμής δεν εμφάνισε κάποια διαφοροποίηση. Κατά τις πρωινές ώρες και στις δύο αρτηρίες ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίστηκε μεγαλύτερος στην κατεύθυνση προς το κέντρο της πόλης, ενώ κατά τις απογευματινές ώρες ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίστηκε μεγαλύτερος στην κατεύθυνση προς τα προάστια. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως εξαιτίας της μεγάλης συμφόρησης η τιμή της μέσης ταχύτητας κίνησης εμφανίστηκε μειωμένη κατά 40%.

Νότια προάστια

Στην περιοχή των νοτίων προαστίων οι οδικές αρτηρίες που εξετάστηκαν ήταν η λεωφόρος Ποσειδώνος, η λεωφόρος Βουλιαγμένης και η λεωφόρος Συγγρού. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε πως κατά τη διάρκεια της απεργίας μεγαλύτερες επιπτώσεις παρουσιάστηκαν και στις τρεις αρτηρίες με κατεύθυνση προς το κέντρο της πόλης. Και για τις τρεις αρτηρίες με κατεύθυνση προς το κέντρο προέκυψε πως η πρωινή περίοδος αιχμής ξεκίνησε 30 λεπτά νωρίτερα, ενώ ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 20%. Κατά την πρωινή περίοδο αιχμής ο χρόνος κατάληψης εμφανίστηκε αυξημένος κατά 15-40%, ενώ η μέση ταχύτητα εμφανίστηκε μειωμένη κατά 40-60%. Τέλος οι επιπτώσεις της απεργίας στις τρεις αρτηρίες κατά τις απογευματινές ώρες ήταν μικρότερες σε σχέση με τις πρωινές.

Δυτικά προάστια

Στην περιοχή των δυτικών προαστίων οι οδικές αρτηρίες που εξετάστηκαν ήταν η λεωφόρος Κηφισού, η λεωφόρος Αθηνών και η Ιερά Οδός. Για τη λεωφόρο Κηφισού με κατεύθυνση προς τα νότια προάστια προέκυψε ότι, η πρωινή περίοδος αιχμής ξεκίνησε κατά 45 λεπτά νωρίτερα με τον κυκλοφοριακό φόρτο να είναι αυξημένος κατά 30%. Κατά την περίοδο που επικρατούσαν

συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε κατά 20%, ο χρόνος κατάληψης αυξήθηκε κατά 30%, ενώ η μέση ταχύτητα κίνησης μειώθηκε κατά 30%. Τέλος η επιρροή της απεργίας κατά τις απογευματινές ώρες ήταν μικρή. Για τη λεωφόρο Κηφισού με κατεύθυνση προς τα βόρεια προάστια ισχύει ό,τι και στην αντίθετη κατεύθυνση. Για τη λεωφόρο Αθηνών και την Ιερά Οδό με κατεύθυνση το κέντρο της πόλης αξίζει να αναφερθεί πως και στις δύο η πρωινή περίοδος αιχμής ξεκίνησε 30-60 λεπτά νωρίτερα και πως ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 15-25%, ενώ για την αντίθετη κατεύθυνση η επιρροή της απεργίας ήταν μικρή.

Κέντρο πόλης

Για το κέντρο της πόλης των Αθηνών οι οδικές αρτηρίες που εξετάστηκαν ήταν η λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας, η λεωφόρος Αλεξάνδρας, η οδός Σταδίου και η οδός Πειραιώς. Για τις λεωφόρους Βασιλίσσης Σοφίας και Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς το κέντρο της πόλης προέκυψε ότι, η πρωινή περίοδος αιχμής ξεκίνησε 60 λεπτά νωρίτερα με τον κυκλοφοριακό φόρτο να είναι αυξημένος κατά 50%. Για την αντίθετη κατεύθυνση δηλαδή αυτή προς τα προάστια η κατάσταση ήταν ίδια με αυτή προς το κέντρο. Για τη Σταδίου η κατάσταση ήταν επίσης ίδια με αυτή των λεωφόρων Βασιλίσσης Σοφίας και Αλεξάνδρας. Τέλος σε ότι αφορά την Πειραιώς από την ανάλυση φάνηκε πως οι επιπτώσεις της απεργίας ήταν σημαντικές καθώς η πρωινή περίοδος αιχμής ξεκίνησε 75 λεπτά νωρίτερα. Κατά την πρωινή περίοδο αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε κατά 50%, ο χρόνος κατάληψης αυξήθηκε κατά 60%, ενώ η μέση ταχύτητα κίνησης μειώθηκε κατά 40%.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται περιληπτικά πληροφορίες που αφορούν τόσο το οδικό δίκτυο όσο και το δίκτυο των μέσων μαζικής μεταφοράς της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών, παρατίθενται τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν και τα οποία χρησιμοποιούνται στο κομμάτι της ανάλυσης και τέλος αναπτύσσεται η μεθοδολογία η οποία θα ακολουθηθεί στην παρούσα διερεύνηση.

3.2 Συγκοινωνιακό Δίκτυο Αττικής

3.2.1 Οδικό δίκτυο

Η ευρύτερη περιοχή των Αθηνών καλύπτει 412 τετραγωνικά χιλιόμετρα σε όλο το Λεκανοπέδιο Αττικής και διαιρείται σε πέντε υποπεριοχές: τα βόρεια προάστια, τα ανατολικά προάστια, τα νότια προάστια, τα δυτικά προάστια και το κέντρο των Αθηνών. Κάθε υποπεριοχή διαθέτει πλήθος σημαντικών οδικών αρτηριών, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν το οδικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών. Οι σημαντικότερες οδικές αρτηρίες των βορείων προαστίων είναι η λεωφόρος Μεσογείων και η λεωφόρος Κηφισίας. Στα ανατολικά προάστια σημαντικές οδικές αρτηρίες είναι η λεωφόρος Κατεχάκη και η λεωφόρος Αλίμου. Στα νότια προάστια ξεχωρίζουν η λεωφόρος Ποσειδώνος, η λεωφόρος Συγγρού και η λεωφόρος Βουλιαγμένης. Στα δυτικά προάστια σημαντικές οδικές αρτηρίες είναι η λεωφόρος Κηφισού, η λεωφόρος Αθηνών, η Ιερά οδός, η λεωφόρος Πέτρου Ράλλη και η λεωφόρος Θηβών. Στο κέντρο της πόλης των Αθηνών οι αρτηρίες που εμφανίζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας, η λεωφόρος Αλεξάνδρας, η οδός Σταδίου, η οδός Πανεπιστημίου και η οδός Πειραιώς. Επιπρόσθετα, στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών υπάρχουν οδικές αρτηρίες που διατρέχουν περισσότερες από μία υποπεριοχές, όπως η Αττική οδός, που διαπερνά τα δυτικά τα βόρεια και τα ανατολικά προάστια και η Περιφερειακή Υμητού, που διαπερνά τα βόρεια και ανατολικά προάστια. Τέλος, υπάρχουν και οδικές αρτηρίες που ενώνουν την ευρύτερη περιοχή των Αθηνών με σημαντικές περιοχές του Λεκανοπεδίου της Αττικής, όπως η λεωφόρος Μαραθώνος.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο, για τις ανάγκες αυτής της εργασίας, να παρατεθούν περιληπτικά ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες για τις προαναφερθείσες οδικές αρτηρίες.

Βόρεια προάστια

Λεωφόρος Μεσογείων

Η λεωφόρος Μεσογείων είναι κύριος οδικός άξονας της Αθήνας, που συνδέει το κέντρο της πρωτεύουσας με τα Μεσόγεια. Έχει μήκος περίπου 8 χιλιομέτρων και είναι μέρος της εθνικής οδού 54. Η λεωφόρος Μεσογείων εξυπηρετείται από πλήθος μέσων μαζικής μεταφοράς, με πιο αξιοσημείωτο τη Γραμμή 3 του μετρό, η οποία διαθέτει τέσσερις σταθμούς επί της λεωφόρου. Με τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, εξυπηρετεί πάνω από 100.000 οχήματα καθημερινά, ενώ συνδέεται με πολλούς κεντρικούς άξονες, όπως τις οδούς Βασιλίσσης Σοφίας, Φειδιππίδου, Κατεχάκη, Αγίας Παρασκευής και Κλεισθένους.

Λεωφόρος Κηφισίας

Η λεωφόρος Κηφισίας αποτελεί κομβικό άξονα μήκους 19 περίπου χιλιομέτρων ανάμεσα στο κέντρο της Αθήνας και την Κηφισιά, γύρω από τον οποίο αναπτύχθηκαν τα βόρεια προάστια τον 20ο αιώνα. Ξεκινά από το 7^ο δημοτικό διαμέρισμα του δήμου της Αθήνας στον κόμβο των Αμπελοκήπων και συγκεκριμένα στη διασταύρωση των λεωφόρων Αλεξάνδρας, Βασιλίσσης Σοφίας και Μεσογείων, στην πλατεία Ευαγγελικής Σχολής. Συμπεριλαμβάνει πλήθος ανισόπεδων

κόμβων όπως, τον κόμβο των Αμπελοκήπων, του Ψυχικού και του Χαλανδρίου, διακλαδίζεται με τη λεωφόρο Σπύρου Λούη στον κόμβο του Πολύδροσου και διέρχεται από τον κυκλικό κόμβο στον Παράδεισο Αμαρουσίου, όπου συνδέεται με την Αττική Οδό. Ο άξονας συνεχίζει προς Μαρούσι για να καταλήξει στην πλατεία Πλατάνου στην Κηφισιά. Εισερχόμενος στην Κηφισιά περιορίζεται σε πρωτεύοντα αστικό δρόμο του οδικού δικτύου της Κηφισιάς και διαχωρίζεται σε δύο οδικούς άξονες, τη λεωφόρο Τατοΐου και τη λεωφόρο Ελευθερίου Βενιζέλου, οι οποίες καταλήγουν στην εθνική οδό Αθηνών-Λαμίας και στη λεωφόρο Θησέως αντίστοιχα.

Ανατολικά προάστια

Λεωφόρος Κατεχάκη

Η λεωφόρος Κατεχάκη είναι μία σημαντική λεωφόρος της Αθήνας, που ξεκινάει από τη λεωφόρο Κηφισιάς και οδηγεί προς τη λεωφόρο Μεσογείων, την περιοχή Παπάγου, την πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου και καταλήγει στην Περιφερειακή Υμηττού. Έχει συνολικό μήκος 9 χιλιόμετρα και διασταυρώνεται με τη λεωφόρο Μεσογείων, την Περιφερειακή Υμηττού, τη λεωφόρο Εθνικής Αντιστάσεως, τη λεωφόρο Αγίου Ιωάννου Καρέα και την οδό Κοκκινοπούλου.

Λεωφόρος Αλίμου

Η λεωφόρος Αλίμου είναι λεωφόρος, που συνδέει τη λεωφόρο Ποσειδώνος με τη λεωφόρο Βουλιαγμένης. Έχει συνολικό μήκος 2,5 χιλιόμετρα και είναι μία από τις σημαντικότερες λεωφόρους στον Άλιμο. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως η λεωφόρος Αλίμου αποτελεί όριο του μεγάλου δακτυλίου των Αθηνών.

Νότια προάστια

Λεωφόρος Ποσειδώνος

Η λεωφόρος Ποσειδώνος, γνωστή και ως Παραλιακή, είναι μια παραθαλάσσια λεωφόρος στα νότια προάστια της Αθήνας. Ξεκινάει από τον Πειραιά, διέρχεται από το Παλαιό Φάληρο, την Καλλιθέα, τον Άλιμο, το Ελληνικό, τη Γλυφάδα και καταλήγει στη Βούλα, όπου μετονομάζεται σε λεωφόρος Κωνσταντίνου Καραμανλή. Από τον Πειραιά έως τη λεωφόρο Συγγρού, είναι τμήμα της εθνικής οδού 56α, ενώ από τη λεωφόρο Συγγρού έως τη Γλυφάδα και τη Βούλα, είναι τμήμα της εθνικής οδού 91. Η λεωφόρος Ποσειδώνος είναι μία από τις μεγαλύτερες λεωφόρους της Αθήνας και για τον λόγο αυτό έχει κίνηση καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και εξυπηρετεί τις παραλίες που βρίσκονται κοντά στο κέντρο.

Λεωφόρος Συγγρού

Η λεωφόρος Ανδρέα Συγγρού είναι μια σύγχρονη λεωφόρος, η οποία συνδέει το κέντρο των Αθηνών με το Φάληρο και την Καλλιθέα στην περιοχή Τζιτζιφιές. Έχει μήκος 5 χιλιομέτρων και ξεκινά από την οδό Αθανασίου Διάκου του δήμου της Αθήνας και καταλήγει στη λεωφόρο Ποσειδώνος του δήμου Παλαιού Φαλήρου. Αξίζει να αναφερθεί πως η λεωφόρος Συγγρού διασταυρώνεται με σημαντικές οδικές αρτηρίες, όπως τις οδούς Καλλιρρόης, Λαγουμιτζή, Λάμπρου Κατσώνη και τη λεωφόρο Αμφιθέας.

Λεωφόρος Βουλιαγμένης

Η λεωφόρος Βουλιαγμένης ή αλλιώς εθνική οδός 80 είναι λεωφόρος της Αθήνας. Είναι ο κύριος οδικός άξονας των νοτίων προαστίων. Το συνολικό μήκος της είναι 15,3 χιλιόμετρα. Ξεκινά από το κέντρο, σχεδόν, της Αθήνας και καταλήγει στις αρχές του δήμου Βουλιαγμένης, που διασυνδέεται με τη λεωφόρο Ποσειδώνος. Η λεωφόρος Βουλιαγμένης δεν έχει ενιαίο σχεδιασμό καθώς ξεκινά με δύο διαφορετικούς δρόμους στο ύψος του Παγκρατίου, για να γίνει ενιαία λεωφόρος στο ύψος του Αγίου Δημητρίου. Διαθέτει τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση

ενώ υπάρχουν παράλληλα και εσωτερικοί δρόμοι για την εξυπηρέτηση της τοπικής κίνησης. Το μεγάλο μειονέκτημα της βρίσκεται στην παρουσία δεκάδων φωτεινών σηματοδοτών ενώ υπάρχουν μόλις δυο ανισόπεδοι κόμβοι σε όλη της την έκταση, στο ύψος της Αργυρούπολης και στην είσοδο του ανατολικού αεροσταθμού του πρώην αεροδρομίου του Ελληνικού.

Δυτικά προάστια

Λεωφόρος Κηφισού

Η λεωφόρος Κηφισού είναι κεντρικός οδικός άξονας των Αθηνών, ο οποίος έχει κατασκευαστεί επί του ποταμού Κηφισού. Το συνολικό μήκος της είναι 14 χιλιόμετρα και ξεκινά από την περιοχή της Κηφισιάς και διατρέχει πλήθος δήμων και συνοικιών της Αττικής, καταλήγοντας στον Φαληρικό όρμο, όπου και συνδέεται με τη λεωφόρο Ποσειδώνος. Είναι μέρος της ευρωπαϊκής οδού 75 και του αυτοκινητοδρόμου 1. Η λεωφόρος Κηφισού είναι σε όλο το μήκος της αυτοκινητόδρομος τριών λωρίδων κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, ενώ διαθέτει παράδρομους, γέφυρες και πλήθος εξόδων, εξυπηρετώντας τις πολυάριθμες επιχειρήσεις που εδρεύουν κατά μήκος της.

Λεωφόρος Πέτρου Ράλλη

Η λεωφόρος Πέτρου Ράλλη, είναι μεγάλος κεντρικός οδικός άξονας που εκτείνεται σε μήκος 7 χιλιομέτρων και συνδέει το Ρουφ και το Βοτανικό στο κέντρο της Αθήνας με τη Νίκαια. Ξεκινάει από την οδό Πειραιώς, διασχίζει τα όρια των δήμων Ταύρου, Αιγάλεω και Ρέντη, και καταλήγει στο κέντρο της Νίκαιας, όπου συνεχίζει έως το Κερατσίνι ως Λεωφόρος Σαλαμίνος.

Ιερά οδός

Η Ιερά οδός είναι ο αρχαιότερος δρόμος της Ελλάδας. Ξεκινά από το σημείο όπου η Παναγή Τσαλδάρη συνεχίζει ως Πειραιώς και καταλήγει στη λεωφόρο Αθηνών στην περιοχή του Χαϊδαρίου. Η Ιερά οδός διασταυρώνεται με σημαντικές λεωφόρους, όπως τη λεωφόρο Κωνσταντινουπόλεως, τη λεωφόρο Κηφισού, τη λεωφόρο Θηβών, τη λεωφόρο Μεγάλου Αλεξάνδρου και τη λεωφόρο Ελευθερίου Βενιζέλου. Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως η Ιερά οδός έχει συνολικό μήκος 7,8 χιλιόμετρα.

Λεωφόρος Αθηνών

Η λεωφόρος Αθηνών είναι κύρια οδική αρτηρία που ξεκινά από το κέντρο της Αθήνας και κατευθύνεται δυτικά, ως την εθνική Οδό Αθηνών-Κορίνθου. Συγκεκριμένα, από την πλατεία Καραϊσκάκη και τον σταθμό του μετρό Μεταξουργείο, ξεκινά με την ονομασία Αχιλλέως. Την ονομασία λεωφόρος Αθηνών την αποκτά από τη διασταύρωσή της με τη λεωφόρο Κωνσταντινουπόλεως και διασχίζει τις περιοχές Αιγάλεω και Χαϊδάρη, φτάνοντας έως το Δαφνί. Από τη μονή Δαφνίου ενώνεται με την Ιερά οδό, μέχρι τα όρια του δήμου Ελευσίνας, απ' όπου ξεκινά η εθνική οδός Αθηνών-Κορίνθου. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως η λεωφόρος Αθηνών αποτελεί μέρος των εθνικών οδών 8 και 8α.

Λεωφόρος Θηβών

Η λεωφόρος Θηβών είναι σημαντικός οδικός άξονας της Αθήνας και συνδέει τον Πειραιά με τα δυτικά και βορειοδυτικά προάστια. Το συνολικό της μήκος είναι 10,8 χιλιόμετρα. Διασχίζει πολλές περιοχές, όπως τον Πειραιά, τη Νίκαια, την περιοχή του Αγίου Ιωάννη Ρέντη, το Αιγάλεω, το Περιστέρι και το Ίλιον. Ξεκινάει από τη συνοικία της Ρετσίνας στον Πειραιά, ως επέκταση της οδού Ρετσίνας, και τερματίζει στην οδό Φυλής στο Καματερό, στο ύψος του Εθνικού Κέντρου Αποκατάστασης.

Κέντρο πόλης

Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας

Η λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας είναι από τις κεντρικότερες λεωφόρους της Αθήνας. Έχει μήκος 2,8 χιλιόμετρα και ξεκινά από την πλατεία Συντάγματος και καταλήγει στη διασταύρωση της λεωφόρου Αλεξάνδρας με τη λεωφόρο Κηφισίας. Αξίζει να αναφερθεί πως η λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας διασταυρώνεται με πολλές σημαντικές οδικές αρτηρίες, όπως τις λεωφόρους Βασιλέως Κωνσταντίνου και Μεσογείων καθώς και με την οδό Ακαδημίας.

Λεωφόρος Αλεξάνδρας

Η λεωφόρος Αλεξάνδρας είναι κεντρικός οδικός άξονας του δήμου της Αθήνας, ο οποίος ενώνει τη λεωφόρο Πατησίων με τη λεωφόρο Κηφισίας, ενώ παράλληλα αποτελεί βόρειο όριο του Αθηναϊκού δακτυλίου. Τοποθετείται ανάμεσα στον Λυκαβηττό και τα Τουρκοβούνια, συνδέοντας ένα μεγάλο αριθμό συνοικιών της Αθήνας, όπως Αμπελόκηποι, Γκύζη, Κουντουριώτικα, Νεάπολη, Μουσείο και Πεδίον του Άρεως. Η λεωφόρος Αλεξάνδρας συνδέεται με πολλές κύριες οδούς, όπως οι οδοί Ιπποκράτους, Τρικούπη και Πανόρμου, ενώ φιλοξενεί και την επιμήκη πλατεία Αργεντινής Δημοκρατίας. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως η λεωφόρος Αλεξάνδρας έχει μήκος περίπου 3 χιλιομέτρων.

Οδός Σταδίου

Η οδός Σταδίου είναι ιστορικός δρόμος στο κέντρο της Αθήνας με συνολικό μήκος 985 μέτρα. Συνδέει την πλατεία Ομονοίας με την πλατεία Συντάγματος με διεύθυνση βορειοδυτική-νοτιοανατολική. Εντάσσεται στο ρυμοτομικό πλέγμα του πολεοδομικού σχεδίου που εφαρμόστηκε βόρεια της παλαιάς πόλης, αναπτυσσόμενη περιμετρικά του ιστορικού κέντρου και παραλλήλως της Ακαδημίας και της Πανεπιστημίου. Σημείο αφετηρίας της Σταδίου είναι η Ομόνοια, ενώ διέρχεται μπροστά από την παλαιά Βουλή και την πλατεία Κλαυθμώνος.

Οδός Πανεπιστημίου

Η οδός Πανεπιστημίου είναι ιστορικός δρόμος στην 1^η δημοτική ενότητα της πόλης της Αθήνας. Εντάσσεται στο ρυμοτομικό πλέγμα του πολεοδομικού σχεδίου που εφαρμόστηκε βόρεια της παλαιάς πόλης, αναπτυσσόμενη περιμετρικά του ιστορικού κέντρου και παραλλήλως της Ακαδημίας και της Σταδίου. Είναι μονής κατεύθυνσης από το 2002, με διεύθυνση από νότο προς βορρά. Διαθέτει έξι λωρίδες κυκλοφορίας, πέντε για την κίνηση των οχημάτων και μία αντίστροφης κυκλοφορίας για τα μέσα μεταφοράς. Τέλος το συνολικό της μήκος ανέρχεται στα 1,2 χιλιόμετρα.

Οδός Πειραιώς

Η οδός Πειραιώς είναι μεγάλος κεντρικός οδικός άξονας που εκτείνεται σε μήκος 10 χιλιομέτρων και συνδέει το κέντρο της Αθήνας με τον Πειραιά. Ξεκινάει από την Ιερά οδό, όπου συνεχίζει ως οδός Παναγή Τσαλδάρη ως την πλατεία Ομονοίας, διασχίζει παράλληλα τις εισόδους των δήμων Ταύρου, Μοσχάτου και Ρέντη, διασταυρώνεται με τη λεωφόρο Κηφισού και συνεχίζει ως λεωφόρος Αθηνών-Πειραιώς, όπου καταλήγει στο κέντρο του Πειραιά μετά από περίπου 2 χιλιόμετρα. Η οδός Πειραιώς αποτελεί την εθνική οδό 56.

Δυτικά, βόρεια και ανατολικά προάστια

Αττική Οδός

Η Αττική οδός είναι ένας σύγχρονος αυτοκινητόδρομος μήκους 70 χιλιομέτρων. Αποτελεί τον περιφερειακό δακτύλιο της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας και τη σπονδυλική στήλη του οδικού δικτύου ολόκληρου του νομού Αττικής. Η Αττική οδός διατρέχει την Αττική από

την Ελευσίνα ως τα Σπάτα, με κύριο αυτοκινητόδρομο τον αυτοκινητόδρομο 6 και δευτερεύοντες τους Α61 (Μαρκόπουλο-Λαύριο), Α62 (Περιφερειακή Υμηττού), Α64 (Κορωπί-Αεροδρόμιο), Α65 (Περιφερειακή λεωφόρος Αιγάλεω), οι οποίοι είναι κλάδοι του Α6. Τέλος, υπάρχει ο τριτεύων αυτοκινητόδρομος Α621, κλάδος του Α62. Το κομμάτι του αυτοκινητοδρόμου Ελευσίνας-Σπάτων ξεκινά λίγο μετά το σταθμό διοδίων της Ελευσίνας και τερματίζει 3 χιλιόμετρα πριν τον διεθνή αερολιμένα Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος».

Βόρεια και ανατολικά προάστια

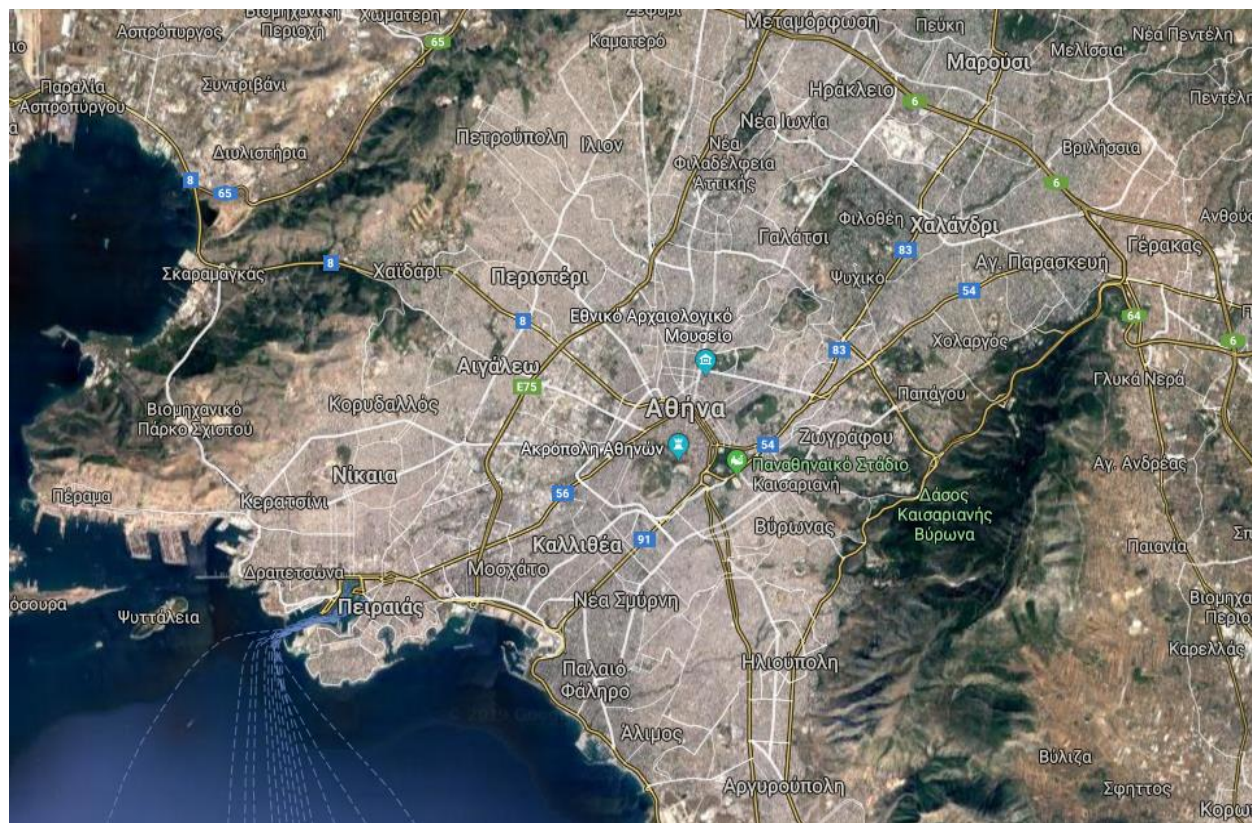
Αυτοκινητόδρομος 62

Ο αυτοκινητόδρομος 62 (Α62), γνωστότερος ως Περιφερειακή Υμηττού, είναι ένας αυτοκινητόδρομος στη βόρεια και ανατολική Αττική. Έχει μήκος 13 χιλιόμετρα και ξεκινάει από τη διασταύρωση με την οδό Αγίου Δημητρίου, κοντά στα Σπάτα, και καταλήγει στον κόμβο της λεωφόρου Κατεχάκη, στον δήμο Παπάγου.

Οδικές αρτηρίες που ενώνουν την ευρύτερη περιοχή των Αθηνών με την υπόλοιπη Αττική

Λεωφόρος Μαραθώνος

Η λεωφόρος Μαραθώνος είναι λεωφόρος η οποία διατρέχει την ανατολική Αττική. Ξεκινάει από τη λεωφόρο Μεσογείων, στον Σταυρό του δήμου Αγίας Παρασκευής και καταλήγει στη Δροσιά Αττικής. Περνάει διαδοχικά από τον Γέρακα, την Παλλήνη, το Πικέρμι, την Ραφήνα, τη Νέα Μάκρη, τον Μαραθώνα, τον Άγιο Στέφανο και την Άνοιξη. Η λεωφόρος Μαραθώνος έχει συνολικό μήκος 45,5 χιλιόμετρα.



Εικόνα 3-1: Οδικό δίκτυο ευρύτερης περιοχής Αθηνών

Πηγή: Google Maps

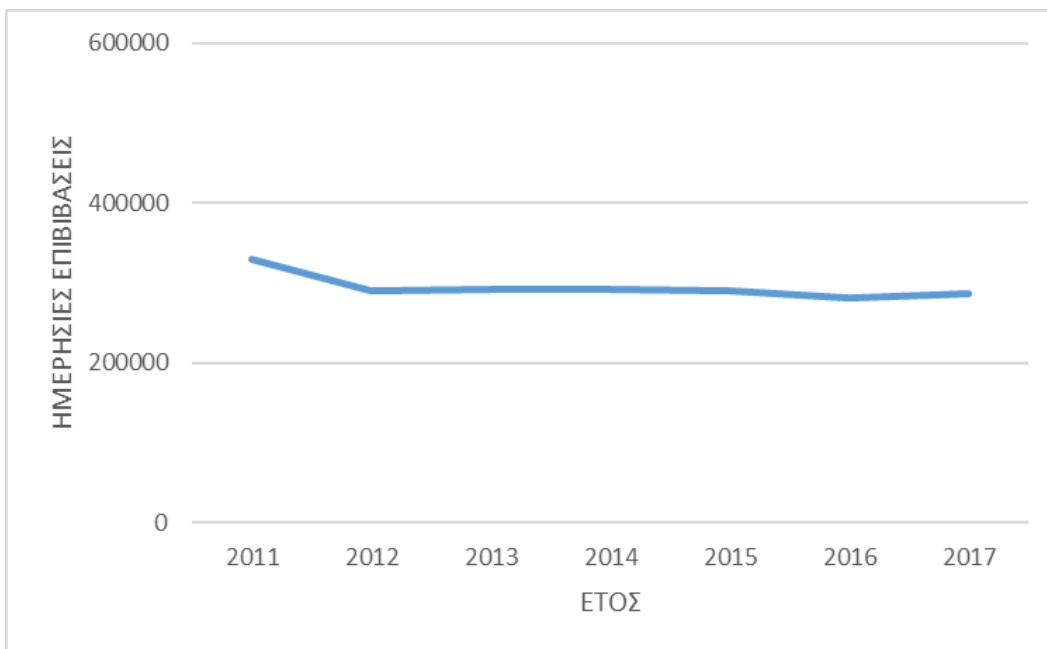
3.2.2 Δίκτυο μέσων μαζικής μεταφοράς

Σύμφωνα με την απογραφή του 2011 που διενεργήθηκε από την Ελληνική Στατιστική Αρχή ο πληθυσμός της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών ανέρχεται στα 3.090.508. Αυτός ο πληθυσμός περιλαμβάνει ανθρώπους κάθε ηλικιακής ομάδας που η καθεμία, για δικούς της λόγους, έχει ανάγκη για μετακίνηση. Οι περισσότεροι άνθρωποι ηλικίας έως 18 χρονών έχουν την ανάγκη να μετακινηθούν από τον τόπο κατοικίας τους προς τον τόπο εκπαίδευσής τους. Άνθρωποι μεγαλύτερων ηλικιών, που παραμένουν όμως στις νεότερες ηλικιακές ομάδες, έχουν την ανάγκη να μετακινηθούν είτε από τον τόπο κατοικίας τους προς τον τόπο ανώτατης εκπαίδευσης τους είτε από τον τόπο κατοικίας τους προς τον τόπο εργασίας τους. Τέλος άνθρωποι όλων των ηλικιακών ομάδων έχουν την ανάγκη να μετακινηθούν από τον τόπο κατοικίας τους προς κάποιον τόπο αναψυχής. Την ανάγκη αυτή για μετακίνηση, του πληθυσμού της Αττικής, την εξυπηρετεί το Σύστημα Αστικών Συγκοινωνιών της Αθήνας το οποίο αποτελείται από μέσα σταθερής τροχιάς και μέσα οδικών μεταφορών. Στα μέσα σταθερής τροχιάς υπάγονται το μετρό, το τραμ και ο προαστιακός, ενώ στα μέσα οδικών μεταφορών υπάγονται τα αστικά λεωφορεία και τα τρόλεϊ. Η λειτουργία του μετρό και του τραμ πραγματοποιείται από τη δημόσια εταιρία ΣΤΑ.ΣΥ. Α.Ε., των λεωφορείων και τρόλεϊ από την Ο.ΣΥ. και του προαστιακού από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ. Ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών της Αθήνας εποπτεύει όλα τα παραπάνω μέσα, πλην του Προαστιακού.

Μετρό

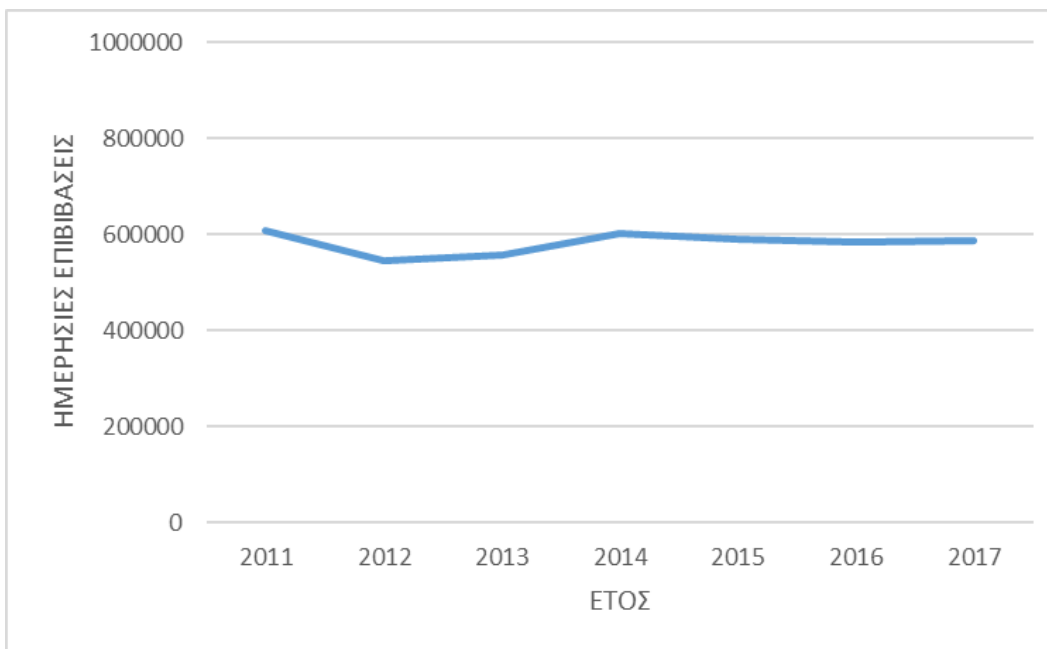
Το μετρό της Αθήνας αποτελείται από 3 γραμμές συνολικού μήκους 72,3 χιλιομέτρων. Η γραμμή 1, γνωστή και ως ΗΣΑΠ/Ηλεκτρικός, ξεκίνησε τη λειτουργία της το 1869. Σήμερα εκτείνεται σε μήκος 25,6 χιλιόμετρα από την Κηφισιά ως τον Πειραιά. Εξυπηρετεί 24 σταθμούς και περίπου 286.000 καθημερινούς επιβάτες, σύμφωνα με την έκθεση του ΟΑΣΑ για το έτος του 2017. Συνδέεται με τη γραμμή 2 στους σταθμούς Αττική και Ομόνοια, με τη γραμμή 3 στο σταθμό Μοναστηράκι και με τον προαστιακό σιδηρόδρομο στους σταθμούς Νερατζιώτισσα και Πειραιάς. Η γραμμή 2 ξεκίνησε τη λειτουργία της το 2000. Σήμερα εκτείνεται σε μήκος 17,5 χιλιομέτρων από την Ανθούπολη ως το Ελληνικό. Εξυπηρετεί 20 σταθμούς. Συνδέεται με τη γραμμή 1 στους σταθμούς Αττική και Ομόνοια, με τη γραμμή 3 στο σταθμό Σύνταγμα, και με τον Προαστιακό σιδηρόδρομο και τον ΟΣΕ στο σταθμό Λαρίσης. Η γραμμή 3 ξεκίνησε τη λειτουργία της το 2000. Σήμερα εκτείνεται σε μήκος 16,4 χιλιομέτρων (και επιπλέον 21,2 χιλιόμετρα μεταξύ Δουκίσσης Πλακεντίας και Αεροδρόμιο). Εξυπηρετεί 17 σταθμούς και επιπλέον 4, τους οποίους μοιράζεται με τον Προαστιακό. Συνδέεται με τη γραμμή 1 στο σταθμό Μοναστηράκι και με τη γραμμή 2 στο σταθμό Σύνταγμα. Οι γραμμές 2 και 3 εξυπηρετούν καθημερινά περίπου 587.000 επιβάτες. Τέλος τα πρώτα δρομολόγια των γραμμών 1, 2 και 3 εκκινούν 5:00 με 5:30 η ώρα το πρωί και τα τελευταία 23:00 με 23:30 η ώρα το βράδυ.

Στο σημείο αυτό παρατίθενται δύο διαγράμματα που αφορούν τις ημερήσιες επιβιβάσεις ανά έτος τόσο της γραμμής 1 όσο και των γραμμών 2 και 3 του μετρό.



Διάγραμμα 3-1: Ημερήσιες επιβιβάσεις ανά έτος της γραμμής 1 του μετρό

Πηγή: ΟΑΣΑ Α.Ε.



Διάγραμμα 3-2: Ημερήσιες επιβιβάσεις ανά έτος των γραμμών 2 και 3 του μετρό

Πηγή: ΟΑΣΑ Α.Ε.

Παρατηρώντας το πρώτο από τα δύο διαγράμματα γίνεται αντιληπτό πως στα πρώτα χρόνια της οικονομικής κρίσης και συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα 2011-2012 οι ημερήσιες επιβιβάσεις της γραμμής 1 του μετρό εμφάνισαν σημαντική πτώση (από 330000 περίπου ημερήσιες επιβιβάσεις το 2011 σε 290000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2012). Τέλος, από το 2012 έως και το 2017 οι ημερήσιες επιβιβάσεις εμφανίζονται σταθερές.

Παρατηρώντας το δεύτερο διάγραμμα γίνεται αντιληπτό πως στα πρώτα χρόνια της οικονομικής κρίσης και συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα 2011-2012 οι ημερήσιες επιβιβάσεις των γραμμών 2 και 3 του μετρό εμφάνισαν σημαντική πτώση (από 610000 περίπου ημερήσιες επιβιβάσεις το 2011 σε 550000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2012). Αντίθετα το χρονικό διάστημα 2012-2014 οι ημερήσιες επιβιβάσεις εμφάνισαν σημαντική αύξηση (Από 550000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2012 σε 600000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2014). Η αύξηση αυτή οφείλεται στους 7 νέους σταθμούς του μετρό, που ξεκίνησαν τη λειτουργία τους το 2013 (6 σταθμοί για τη γραμμή 2 και 1 για τη γραμμή 3). Τέλος, από το 2014 έως και το 2017 οι ημερήσιες επιβιβάσεις εμφανίζονται σταθερές.

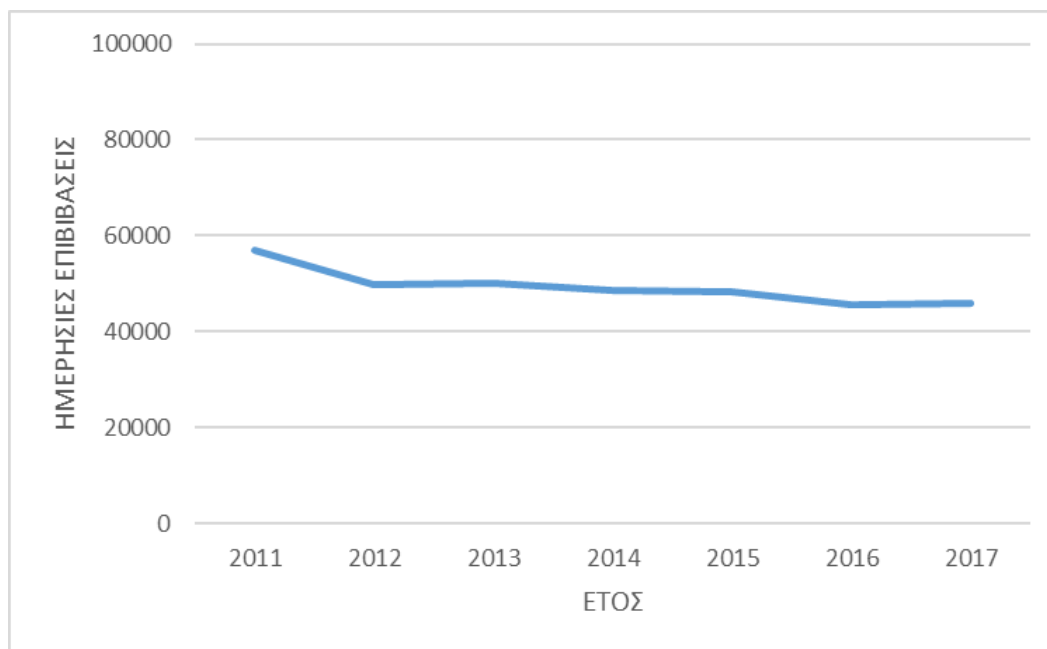
Τραμ

Το σύγχρονο τραμ της Αθήνας ξεκίνησε τη λειτουργία του τον Ιούλιο του 2004. Το δίκτυο του τραμ διαθέτει 48 στάσεις ενώ πραγματοποιούνται 3 διαδρομές:

- Διαδρομή 3: ΣΕΦ – ΑΣΚΛΗΠΙΕΙΟ ΒΟΥΛΑΣ (“Θουκυδίδης”)
- Διαδρομή 4: ΣΥΝΤΑΓΜΑ – ΣΕΦ (“Αριστοτέλης”)
- Διαδρομή 5: ΣΥΝΤΑΓΜΑ – ΑΣΚΛΗΠΙΕΙΟ ΒΟΥΛΑΣ (“Πλάτωνας”)

Τα πρώτα δρομολόγια του τραμ εκκινούν 4:40 με 6:00 το πρωί και τα τελευταία 23:55 με 1:40 το βράδυ. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως το τραμ εξυπηρετεί καθημερινά περίπου 46.000 επιβάτες σύμφωνα με την έκθεση του ΟΑΣΑ για το έτος του 2017.

Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται διάγραμμα που αφορά τις ημερήσιες επιβιβάσεις ανά έτος του τραμ.



Διάγραμμα 3-3: Ημερήσιες επιβιβάσεις ανά έτος του τραμ

Πηγή: ΟΑΣΑ Α.Ε.

Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα γίνεται αντιληπτό πως στα πρώτα χρόνια της οικονομικής κρίσης και συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα 2011-2012 οι ημερήσιες επιβιβάσεις του τραμ εμφάνισαν σημαντική πτώση (από 57000 περίπου ημερήσιες επιβιβάσεις το 2011 σε 50000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2012). Το χρονικό διάστημα 2012-2015 οι ημερήσιες επιβιβάσεις εμφανίστηκαν σταθερές. Τέλος, το χρονικό διάστημα 2015-2017 οι ημερήσιες επιβιβάσεις εμφάνισαν μικρή μείωση (Από 50000 ημερήσιες επιβιβάσεις περίπου το 2015 σε 48000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2017).



Εικόνα 3-2: Δίκτυο μέσω σταθερής τροχιάς

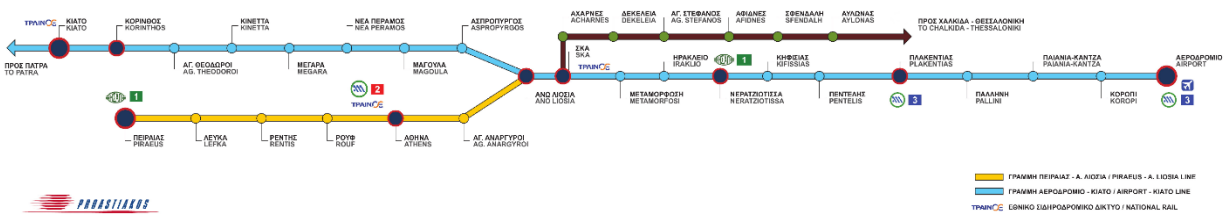
Πηγή: Σταθερές Συγκοινωνίες

Προαστιακός Σιδηρόδρομος

Τα δρομολόγια του προαστιακού σιδηρόδρομου της Αθήνας, που ξεκίνησε τη λειτουργία του το 2004, εκτελούνται στους άξονες Αεροδρόμιο – Κιάτο και Πειραιάς – Χαλκίδα. Σήμερα, εκτελούνται 5 διαφορετικά δρομολόγια:

- Πειραιάς – Αεροδρόμιο – Πειραιάς (1 την ώρα ανά κατεύθυνση)
- Πειραιάς – Κιάτο – Πειραιάς (1 την ώρα ανά κατεύθυνση)
- Άνω Λιόσια – Αεροδρόμιο – Άνω Λιόσια (1 την ώρα ανά κατεύθυνση)
- Άνω Λιόσια – Κορωπί – Άνω Λιόσια (8 δρομολόγια τη μέρα, από Δευτέρα ως Παρασκευή)
- Αθήνα – Χαλκίδα – Αθήνα (1 ανά 1-2 ώρες ανά κατεύθυνση)

Κατά συνέπεια, το τμήμα από Άνω Λιόσια έως Δουκίσσης Πλακεντίας εξυπηρετείται από 2-3 δρομολόγια την ώρα ανά κατεύθυνση, ενώ το τμήμα από Δουκίσσης Πλακεντίας έως Αεροδρόμιο από 4-5 αν υπολογίσουμε σε αυτά και τα 2 δρομολόγια του μετρό. Επιπροσθέτως τα πρώτα δρομολόγια του προαστιακού εκκινούν 5:40 με 6:10 το πρωί, ενώ τα τελευταία δρομολόγια εκκινούν 20:44 με 22:50 το βράδυ.

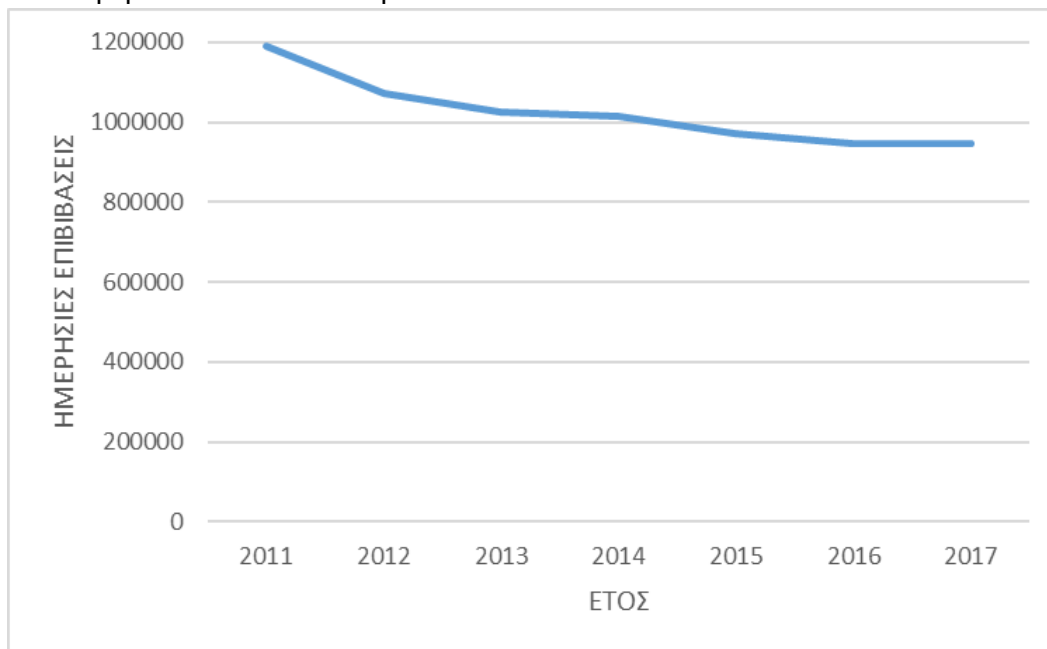


Εικόνα 3-3: Δίκτυο προαστιακού
Πηγή: Σταθερές Συγκοινωνίες

Λεωφορεία και Τρόλεϊ

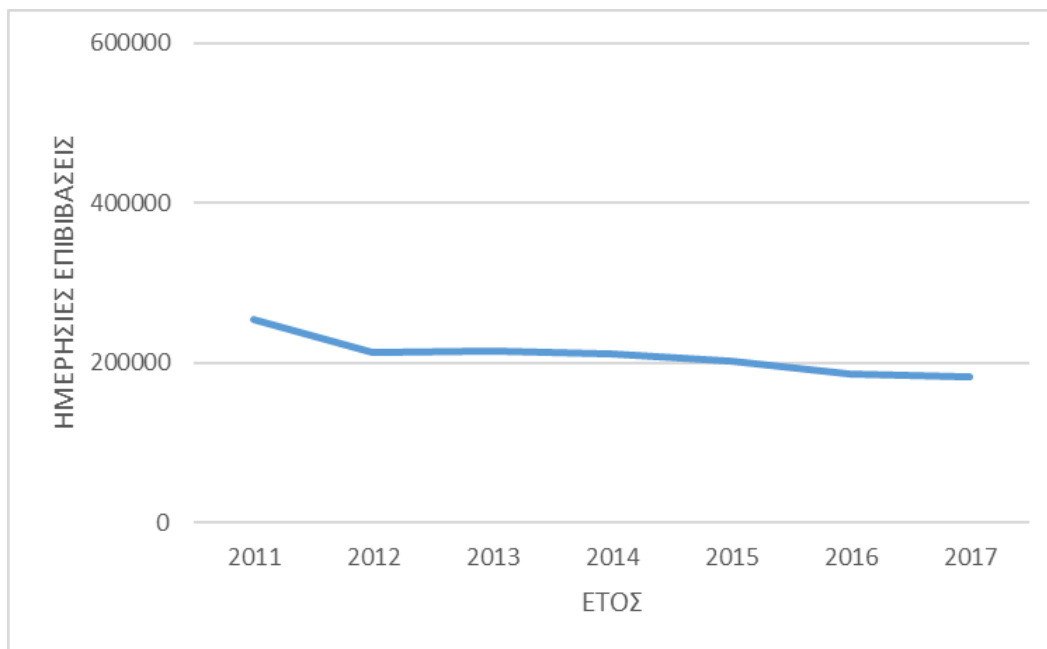
Συνολικά 258 γραμμές αστικών λεωφορείων και 19 γραμμές τρόλεϊ εξυπηρετούν την Αττική. Η μεγαλύτερου μήκους γραμμή είναι η 330. Η γραμμή αυτή καλύπτει πάνω από 42 χιλιόμετρα και έχει 108 στάσεις. Η πιο σύντομη γραμμή είναι η 702. Αυτή η γραμμή καλύπτει 2 χιλιόμετρα και έχει 4 στάσεις. Τα πρώτα δρομολόγια των λεωφορείων και των τρόλεϊ εκκινούν 5:00 με 7:00 η ώρα το πρωί, ενώ τα τελευταία δρομολόγια εκκινούν 23:00 με 00:00 το βράδυ. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως τα λεωφορεία και τα τρόλεϊ της Αττικής εξυπηρετούν καθημερινά περίπου 1.128.000 επιβάτες σύμφωνα με τα στοιχεία του ΟΑΣΑ για το έτος του 2017.

Στο σημείο αυτό παρατίθενται δύο διαγράμματα που αφορούν τις ημερήσιες επιβιβάσεις ανά έτος τόσο των λεωφορείων όσο και των τρόλεϊ.



Διάγραμμα 3-4: Ημερήσιες επιβιβάσεις ανά έτος των λεωφορείων

Πηγή: ΟΑΣΑ Α.Ε.



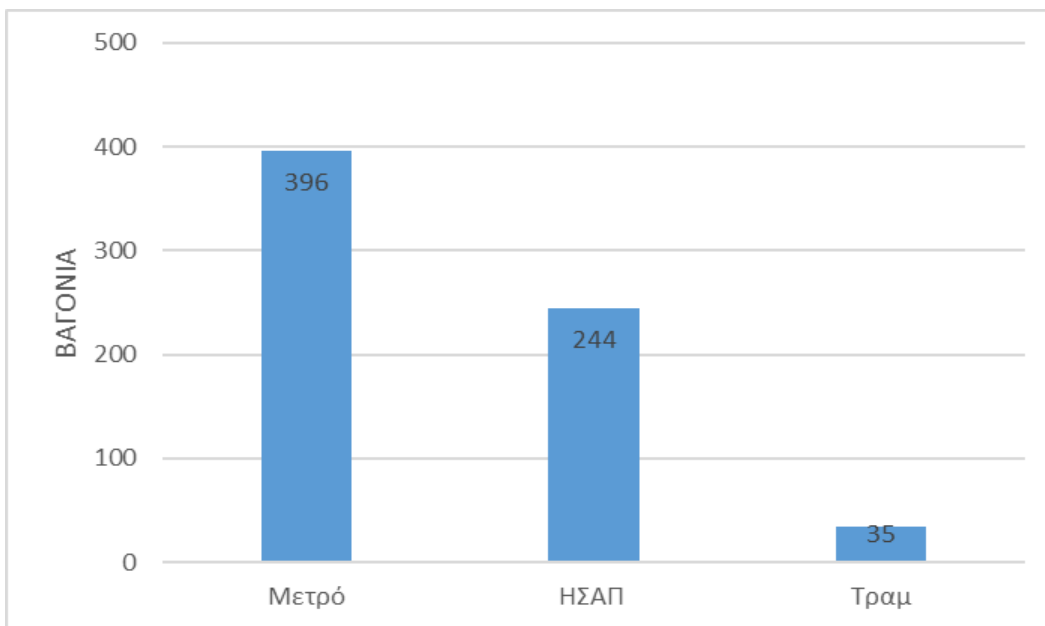
Διάγραμμα 3-5: Ημερήσιες επιβιβάσεις ανά έτος των τρόλεϊ

Πηγή: ΟΑΣΑ Α.Ε.

Παρατηρώντας το πρώτο από τα δύο διαγράμματα γίνεται αντιληπτό πως στα πρώτα χρόνια της οικονομικής κρίσης και συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα 2011-2012 οι ημερήσιες επιβιβάσεις των λεωφορείων εμφάνισαν σημαντική πτώση (από 1200000 περίπου ημερήσιες επιβιβάσεις το 2011 σε 1070000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2012). Τέλος, από το 2012 έως και το 2017 οι ημερήσιες επιβιβάσεις παρουσίασαν μικρή πτώση (από 1070000 περίπου ημερήσιες επιβιβάσεις το 2012 σε 950000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2017).

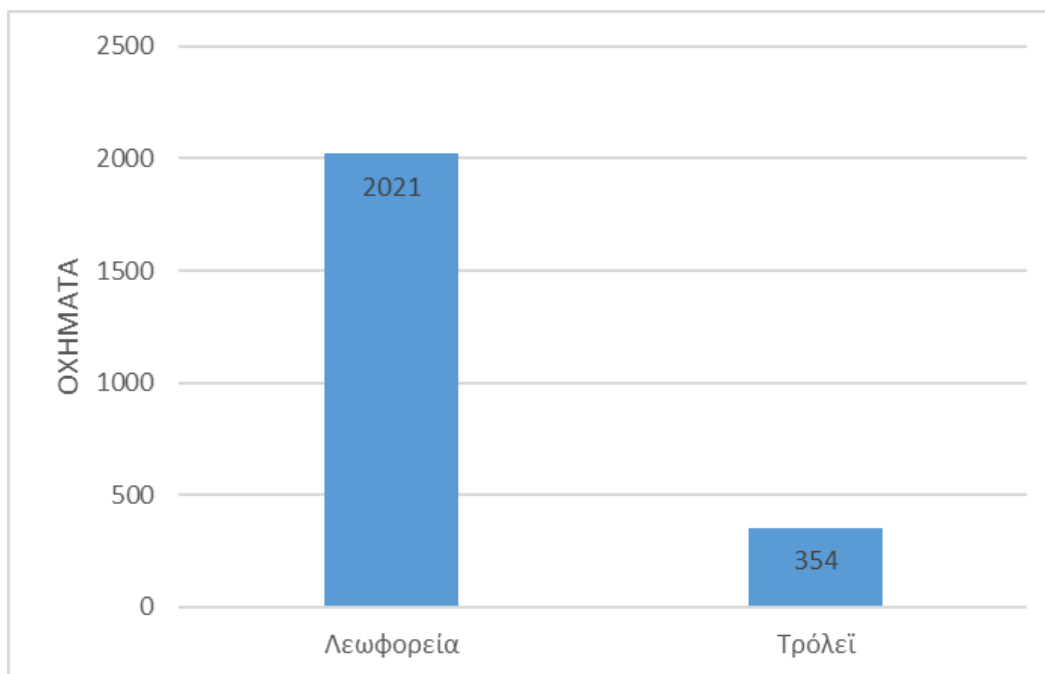
Παρατηρώντας το δεύτερο διάγραμμα γίνεται αντιληπτό πως στα πρώτα χρόνια της οικονομικής κρίσης και συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα 2011-2012 οι ημερήσιες επιβιβάσεις των τρόλεϊ παρουσίασαν σημαντική πτώση (από 260000 περίπου ημερήσιες επιβιβάσεις το 2011 σε 210000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2012). Τέλος, από το 2012 έως και το 2017 οι ημερήσιες επιβιβάσεις παρουσίασαν μικρή πτώση (από 210000 περίπου ημερήσιες επιβιβάσεις το 2012 σε 180000 ημερήσιες επιβιβάσεις το 2017).

Τέλος, παρατίθενται ορισμένα συγκεντρωτικά διαγράμματα που αφορούν τόσο την ημερήσια επιβατική κίνηση όλων των μέσων μαζικής μεταφοράς όσο και τον στόλο οχημάτων που αυτά διαθέτουν.



Διάγραμμα 3-6: Στόλος οχημάτων για το έτος 2017 των μέσων σταθερής τροχιάς

Πηγή: ΟΑΣΑ Α.Ε.

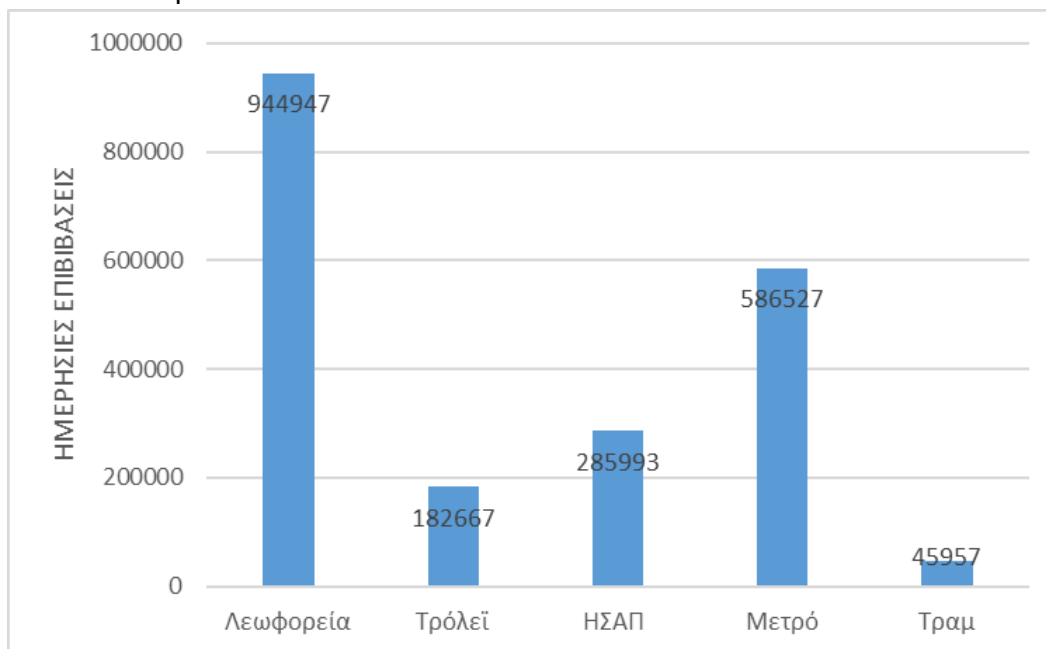


Διάγραμμα 3-7: Στόλος οχημάτων για το έτος 2017 των λεωφορείων και των τρόλεϊ

Πηγή: ΟΑΣΑ Α.Ε.

Παρατηρώντας και τα δύο παραπάνω διαγράμματα προκύπτει το συμπέρασμα πως ο στόλος των οχημάτων των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς είναι ανάλογος των ημερήσιων επιβιβάσεων τους. Τα λεωφορεία διαθέτουν πολλά περισσότερα οχήματα από ότι τα τρόλεϊ (2021 έναντι 354), καθώς εξυπηρετούν σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό γραμμών και εκτενέστερο δίκτυο. Τέλος, το

μετρό και ο ΗΣΑΠ διαθέτουν πολλά περισσότερα βαγόνια από ότι το τραμ, καθώς εξυπηρετούν σημαντικά εκτενέστερο δίκτυο.



Διάγραμμα 3-8: Ημερήσιες επιβιβάσεις για το έτος 2017 των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς

Πηγή: ΟΑΣΑ Α.Ε.

Από το παραπάνω διάγραμμα είναι φανερό πως τα λεωφορεία εμφανίζουν τις περισσότερες ημερήσιες επιβιβάσεις σε σχέση με τα υπόλοιπα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς κάτι που σημαίνει ότι τα λεωφορεία αποτελούν το βασικότερο μέσο του δικτύου των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Το δεύτερο βασικότερο μέσο του δικτύου των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς είναι το μετρό. Καθημερινά και οι τρεις γραμμές του μετρό δέχονται σχεδόν 900000 επιβιβάσεις. Τέλος, όπως προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα τα μέσα με τις λιγότερες ημερήσιες επιβιβάσεις είναι τα τρόλεϊ και το τραμ.

3.3 Συλλογή & Επεξεργασία Δεδομένων

3.3.1 Οδικές αρτηρίες

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο παρουσιάστηκαν σχετικά συνοπτικά οι σημαντικότερες οδικές αρτηρίες της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών. Για την καλύτερη δυνατή διερεύνηση της επίδρασης των απεργιακών κινητοποιήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς στα βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη (κυκλοφοριακός φόρτος, μέση ταχύτητα, χρόνος διαδρομής) κρίνεται ως ιδανικότερο σενάριο η εξέταση όλων των προαναφερθέντων οδικών αρτηριών. Παρόλα αυτά από το σύνολο των παραπάνω οδικών αρτηριών επιλέχθηκαν να εξεταστούν οι αντιπροσωπευτικότερες για κάθε υποπεριοχή της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών. Οι επιλεγείσες οδικές αρτηρίες είναι οι ακόλουθες:

Βόρεια Προάστια

1. Λεωφόρος Κηφισίας
2. Λεωφόρος Μεσογείων

Νότια Προάστια

1. Λεωφόρος Συγγρού
2. Λεωφόρος Βουλιαγμένης

Δυτικά Προάστια

1. Λεωφόρος Κηφισού

Κέντρο Πόλης

1. Λεωφόρος Αλεξάνδρας
2. Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας
3. Οδός Πανεπιστημίου

Δυτικά, Βόρεια και Ανατολικά Προάστια

1. Αττική Οδός

Βόρεια και Ανατολικά Προάστια

1. Περιφερειακά Υμηττού

3.3.2 Θέσεις μέτρησης-Διαδρομές

Όπως προαναφέρθηκε, στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία τα κυκλοφοριακά μεγέθη που εξετάζονται είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος, η μέση ταχύτητα και ο χρόνος διαδρομής. Τόσο ο κυκλοφοριακός φόρτος όσο και η μέση ταχύτητα καταγράφονται από ανιχνευτές κυκλοφορίας, οι οποίοι καταλαμβάνουν μία συγκεκριμένη διατομή της οδού. Αντίθετα ο χρόνος διαδρομής υπολογίζεται για ένα συγκεκριμένο μήκος της οδού με βάση κατάλληλα βαθμονομημένους αλγόριθμους στους οποίους εισάγονται στοιχεία κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας, που συλλέγονται από φωρατές τοποθετημένους σε κατάλληλες θέσεις κατά μήκος της διαδρομής. Για τις ανάγκες της εργασίας το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας και η Αττική Οδός παρέιχαν πρόσβαση σε μία πληθώρα αρχείων ανιχνευτών και διαδρομών. Από το σύνολο των διαθέσιμων θέσεων μέτρησης και διαδρομών επιλέχθηκαν 17 και 7 αντίστοιχα. Τόσο οι θέσεις μέτρησης όσο και οι διαδρομές αφορούν τις οδικές αρτηρίες που επιλέχθηκαν να εξεταστούν. Για τις οδικές αρτηρίες δύο κατευθύνσεων επιλέχθηκαν ανιχνευτές και για τις δύο κατευθύνσεις με διατομές οι οποίες βρίσκονται σε όσο το δυνατόν κοντινότερη απόσταση μεταξύ τους. Οι θέσεις μέτρησης και οι διαδρομές που επελέγησαν παρατίθενται στους πίνακες που ακολουθούν.

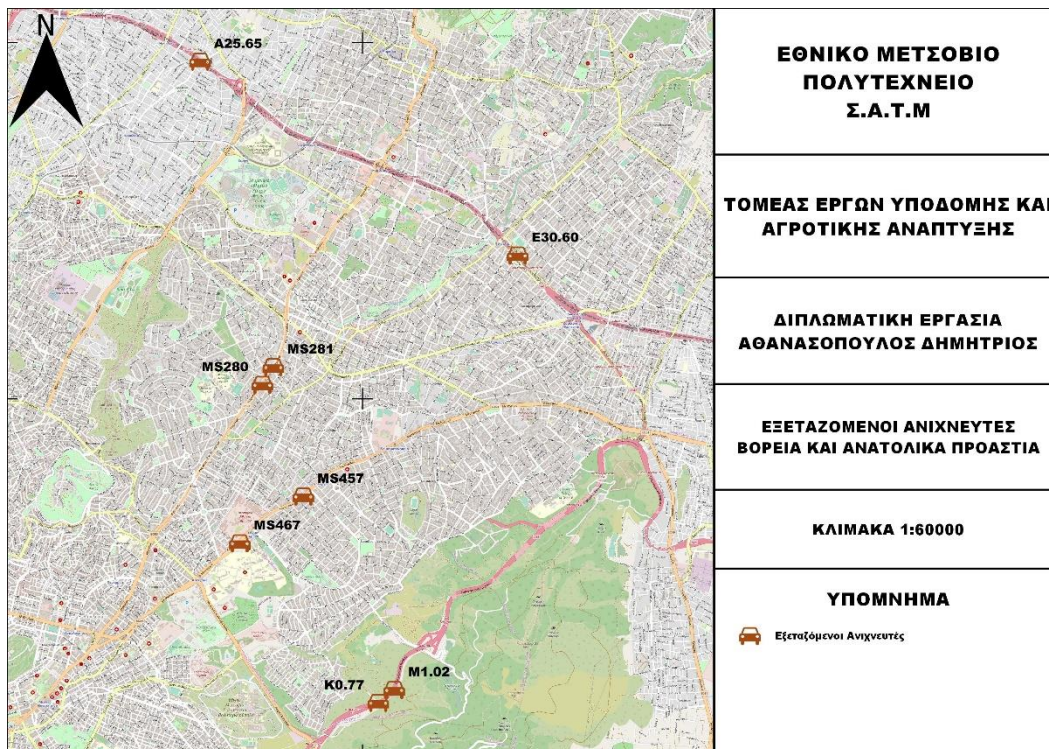
Πίνακας 3-1: Θέσεις μέτρησης

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΟΔΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΣΗΣ
94	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ
96	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ
193	Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΑΛΗΡΟ
213	Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ
280	Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ
281	Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ
369	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ
392	ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ
393	ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΧΙΛΤΟΝ
416	Λ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΑΤΗΣΙΩΝ
418	Λ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ
456	Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ
467	Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
A 25.65	ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ
E 30.60	ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ
K 0.77	ΠΕΡ. ΥΜΗΤΤΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ
M 1.02	ΠΕΡ. ΥΜΗΤΤΟΥ	ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΤΑΥΡΟ

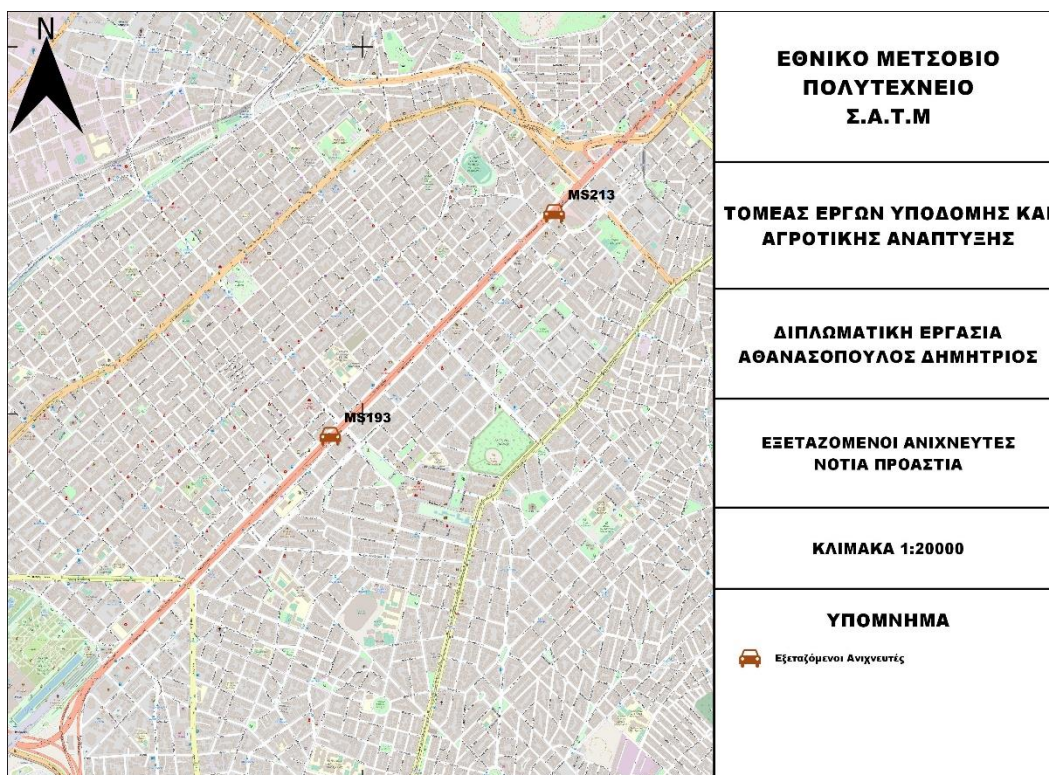
Πίνακας 3-2: Διαδρομές

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΜΗΚΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ (μέτρα)	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ
RO02.2	8170	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΕΩΣ ΕΩΣ ΑΘΗΝΩΝ
RO03.3	9750	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΤΡΕΙΣ ΓΕΦΥΡΕΣ ΕΩΣ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ
RO05.2	9029	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΚΩΝ/ΝΟΥΠΟΛΕΩΣ ΕΩΣ ΑΧΑΡΝΩΝ
RO06.2	10610	Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΙΕΡΑ ΟΔΟ ΕΩΣ ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟ
RO13.1	3055	Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ ΑΠΟ ΠΥΡΡΑΣ ΕΩΣ ΣΥΝΤΑΓΜΑ
RO15.2	8175	Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ-ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ(ΟΛΓΑΣ)-ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ ΕΩΣ ΚΑΛΛΙΠΡΟΗΣ
RO23.2	4785	Λ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ ΑΠΟ ΠΑΤΗΣΙΩΝ ΕΩΣ Λ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ ΜΕΣΩ Λ. ΜΕΣΩΓΕΙΩΝ

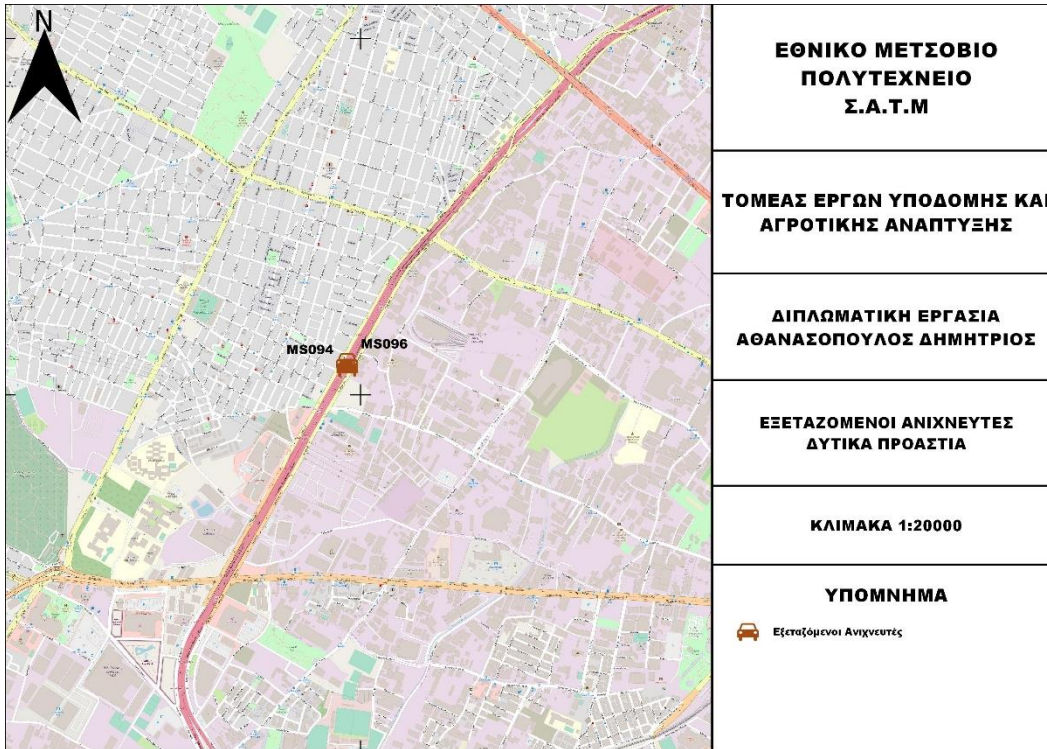
Τέλος, αξίζει να παρουσιαστούν μία σειρά από χάρτες, που προβάλλουν την ακριβή θέση των εξεταζόμενων ανιχνευτών.



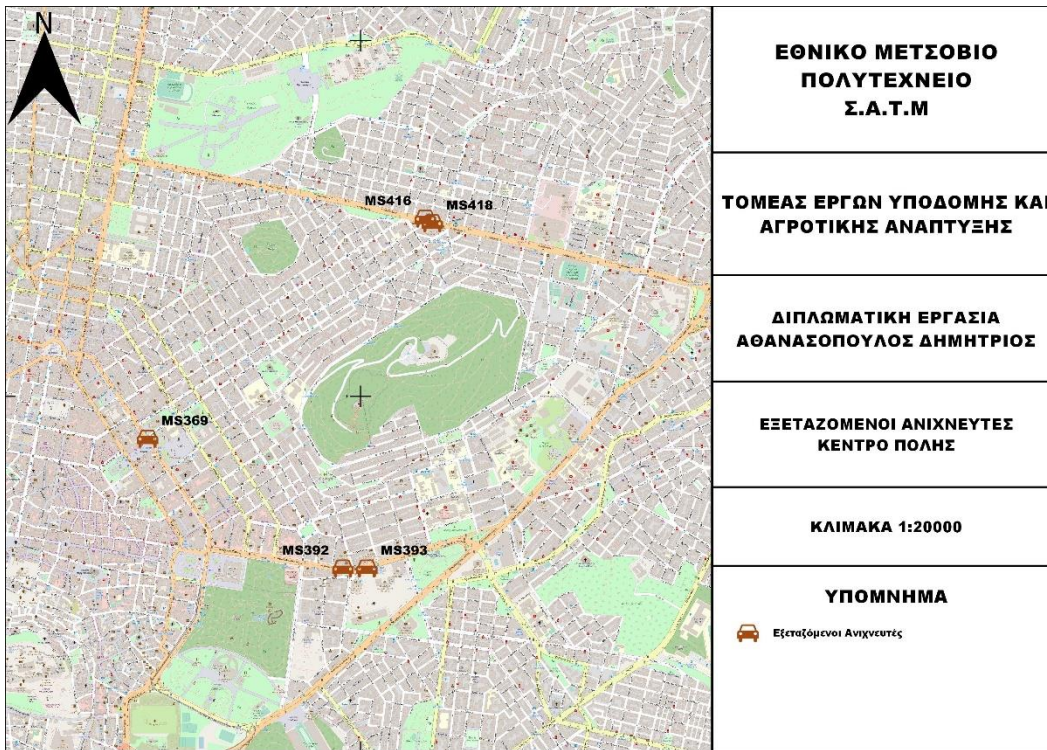
Χάρτης 3-1: Εξεταζόμενοι ανιχνευτές Βορείων και Ανατολικών Προαστίων



Χάρτης 3-2: Εξεταζόμενοι ανιχνευτές Νοτίων Προαστίων



Χάρτης 3-3: Εξεταζόμενοι ανιχνευτές Δυτικών Προαστίων



Χάρτης 3-4: Εξεταζόμενοι ανιχνευτές Κέντρου Πόλης

3.3.3 Ημέρες απεργιών-Τυπικές ημέρες

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία διερευνάται η επίδραση των απεργιακών κινητοποιήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς στα βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη. Στα προηγούμενα δύο υποκεφάλαια προσδιορίστηκαν τόσο οι οδικές αρτηρίες που θα εξεταστούν όσο και οι θέσεις μέτρησης και οι διαδρομές από τις οποίες θα προκύψουν τα δεδομένα που είναι αναγκαία για την ανάλυση. Δύο ακόμα βασικές παράμετροι που προσδιορίστηκαν, για τις ανάγκες αυτής της διερεύνησης, είναι οι ημέρες των απεργιακών κινητοποιήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς καθώς και οι αντίστοιχες τυπικές μέρες, οι οποίες αποτελούν μέρες κατά τις οποίες δεν εκδηλώθηκε κάποια απεργιακή κινητοποίηση από τους εργαζομένους στα μέσα. Για κάθε μία ημέρα απεργίας προσδιορίστηκαν δύο τυπικές μέρες με στόχο την σύγκριση των κυκλοφοριακών μεγεθών μεταξύ της ημέρας της απεργίας και των τυπικών ημερών. Τόσο οι ημέρες των απεργιών όσο και οι τυπικές μέρες παρατίθενται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 3-3: Ημέρες απεργιών

ΜΕΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΜΗΝΑΣ	ΕΤΟΣ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	ΤΡΟΛΕΥ	ΗΣΑΠ	ΜΕΤΡΟ	ΤΡΑΜ	ΟΣΕ-ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ
ΤΡΙΤΗ	2	10	2018		12:00-17:00				
ΠΕΜΠΤΗ	21	6	2018	11:00-17:00					
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	8	6	2018						24ωρη
ΠΕΜΠΤΗ	31	5	2018	24ωρη	24ωρη	Ev-8:00,21:00-Λη	Ev-9:00,21:00-Λη	21:00-Λη	
ΔΕΥΤΕΡΑ	14	5	2018				24ωρη		
ΤΕΤΑΡΤΗ	25	4	2018		12:00-17:00				
ΤΡΙΤΗ	6	3	2018						24ωρη
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	12	1	2018			12:00-15:00	24ωρη	24ωρη	
ΠΕΜΠΤΗ	26	10	2017				24ωρη		
ΤΕΤΑΡΤΗ	8	3	2017					10:00-14:00	
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	3	3	2017			24ωρη	24ωρη	24ωρη	
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	17	2	2017			12:00-15:00	12:00-15:00	12:00-15:00	
ΤΕΤΑΡΤΗ	15	2	2017						5:00-8:00,21:00-00:00
ΤΡΙΤΗ	14	2	2017						5:00-8:00,21:00-00:00
ΤΕΤΑΡΤΗ	30	11	2016			12:00-16:00			
ΚΥΡΙΑΚΗ	27	1	2013	24ωρη	24ωρη				24ωρη
ΣΑΒΒΑΤΟ	26	1	2013	24ωρη	24ωρη				24ωρη
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	25	1	2013	24ωρη				24ωρη	24ωρη
ΠΕΜΠΤΗ	24	1	2013	24ωρη	24ωρη	24ωρη	24ωρη	24ωρη	
ΚΥΡΙΑΚΗ	20	1	2013				24ωρη		
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	18	1	2013			24ωρη	24ωρη	24ωρη	
ΠΕΜΠΤΗ	17	1	2013				24ωρη		
ΠΕΜΠΤΗ	20	12	2012			24ωρη	24ωρη		24ωρη
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	9	11	2012			24ωρη	24ωρη	24ωρη	
ΠΕΜΠΤΗ	8	11	2012			24ωρη	24ωρη	24ωρη	
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	2	11	2012			24ωρη	24ωρη		
ΤΡΙΤΗ	17	7	2012			12:00-16:00			
ΠΕΜΠΤΗ	1	3	2012			24ωρη	24ωρη	24ωρη	
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	14	10	2011	24ωρη	24ωρη	24ωρη	24ωρη	24ωρη	

Πίνακας 3-4: Ημέρες απεργιών-Τυπικές μέρες

ΗΜΕΡΕΣ ΑΠΕΡΓΙΩΝ				ΤΥΠΙΚΕΣ ΜΕΡΕΣ			
ΜΕΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΜΗΝΑΣ	ΕΤΟΣ	ΜΕΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΜΗΝΑΣ	ΕΤΟΣ
ΤΡΙΤΗ	2	10	2018	ΤΡΙΤΗ	25	9	2018
				ΤΡΙΤΗ	9	10	2018
ΠΕΜΠΤΗ	21	6	2018	ΠΕΜΠΤΗ	28	6	2018
				ΠΕΜΠΤΗ	5	7	2018
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	8	6	2018	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	18	5	2018
				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	1	6	2018
ΠΕΜΠΤΗ	31	5	2018	ΠΕΜΠΤΗ	24	5	2018
				ΠΕΜΠΤΗ	7	6	2018
ΔΕΥΤΕΡΑ	14	5	2018	ΔΕΥΤΕΡΑ	7	5	2018
				ΔΕΥΤΕΡΑ	21	5	2018
ΤΕΤΑΡΤΗ	25	4	2018	ΤΕΤΑΡΤΗ	18	4	2018
				ΤΕΤΑΡΤΗ	2	5	2018
ΤΡΙΤΗ	6	3	2018	ΤΕΤΑΡΤΗ	28	2	2018
				ΤΕΤΑΡΤΗ	14	3	2018
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	12	1	2018	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	19	1	2018
				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	26	1	2018
ΠΕΜΠΤΗ	26	10	2017	ΤΕΤΑΡΤΗ	18	10	2017
				ΤΕΤΑΡΤΗ	1	11	2017
ΤΕΤΑΡΤΗ	8	3	2017	ΤΡΙΤΗ	28	2	2017
				ΤΡΙΤΗ	14	3	2017
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	3	3	2017	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	10	2	2017
				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	10	3	2017
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	17	2	2017	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	10	2	2017
				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	10	3	2017
ΤΕΤΑΡΤΗ	15	2	2017	ΤΕΤΑΡΤΗ	8	2	2017
				ΤΕΤΑΡΤΗ	22	2	2017
ΤΡΙΤΗ	14	2	2017	ΤΕΤΑΡΤΗ	8	2	2017
				ΤΕΤΑΡΤΗ	22	2	2017
ΤΕΤΑΡΤΗ	30	11	2016	ΤΕΤΑΡΤΗ	23	11	2016
				ΤΕΤΑΡΤΗ	7	12	2016
ΚΥΡΙΑΚΗ	27	1	2013	ΚΥΡΙΑΚΗ	13	1	2013
				ΚΥΡΙΑΚΗ	3	2	2013
ΣΑΒΒΑΤΟ	26	1	2013	ΣΑΒΒΑΤΟ	12	1	2013
				ΣΑΒΒΑΤΟ	2	2	2013
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	25	1	2013	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	11	1	2013
				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	1	2	2013
ΠΕΜΠΤΗ	24	1	2013	ΠΕΜΠΤΗ	10	1	2013
				ΠΕΜΠΤΗ	7	2	2013
ΚΥΡΙΑΚΗ	20	1	2013	ΚΥΡΙΑΚΗ	13	1	2013
				ΚΥΡΙΑΚΗ	3	2	2013
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	18	1	2013	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	11	1	2013
				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	1	2	2013
ΠΕΜΠΤΗ	17	1	2013	ΠΕΜΠΤΗ	10	1	2013
				ΠΕΜΠΤΗ	7	2	2013
ΠΕΜΠΤΗ	20	12	2012	ΠΕΜΠΤΗ	6	12	2012
				ΠΕΜΠΤΗ	13	12	2012
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	9	11	2012	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	19	10	2012
				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	16	11	2012
ΠΕΜΠΤΗ	8	11	2012	ΠΕΜΠΤΗ	25	10	2012
				ΠΕΜΠΤΗ	15	11	2012
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	2	11	2012	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	19	10	2012
				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	16	11	2012
ΤΡΙΤΗ	17	7	2012	ΤΕΤΑΡΤΗ	11	7	2012
				ΤΕΤΑΡΤΗ	25	7	2012
ΠΕΜΠΤΗ	1	3	2012	ΤΕΤΑΡΤΗ	7	3	2012
				ΤΕΤΑΡΤΗ	14	3	2012
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	14	10	2011	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	7	10	2011
				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	21	10	2011

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί, πως οι μέρες των απεργιών που επελέγησαν και εμφανίζονται στον πρώτο από τους δύο πίνακες, προέκυψαν από ένα σύνολο απεργιών από το 2011 έως το 2018 και είναι καταγεγραμμένες σε συγκεκριμένο ιστότοπο (www.apergia.gr).

Παρατηρώντας τον πρώτο από τους παραπάνω δύο πίνακες γίνεται εμφανές, πως οι ημέρες των απεργιών επελέγησαν σε πλήθος τέτοιο ώστε να εξεταστεί η επίδραση των απεργιών των μέσων μαζικής μεταφοράς στα κυκλοφοριακά μεγέθη με επάρκεια για όλες τις ημέρες της εβδομάδας (Δευτέρα έως Κυριακή). Επιπλέον, γίνεται αντιληπτό πως οι ημέρες των απεργιών που επελέγησαν είναι ημέρες από όλες τις εποχές και σχεδόν από όλους τους μήνες του χρόνου. Επίσης το πλήθος των ημερών που επελέγησαν είναι τέτοιο που επιτρέπει να εξεταστούν όσο το δυνατόν περισσότεροι συνδυασμοί απεργιών από τα μέσα. Τέλος, από τον πρώτο πίνακα προκύπτει ότι επελέγησαν ημέρες τόσο με ολιγόωρες απεργίες όσο και με ολόήμερες. Μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις οι απεργιακές κινητοποιήσεις διήρκησαν περισσότερο από μία ημέρα και κατά συνέπεια επελέγησαν να εξεταστούν όλες οι ημέρες που διήρκησε η απεργία.

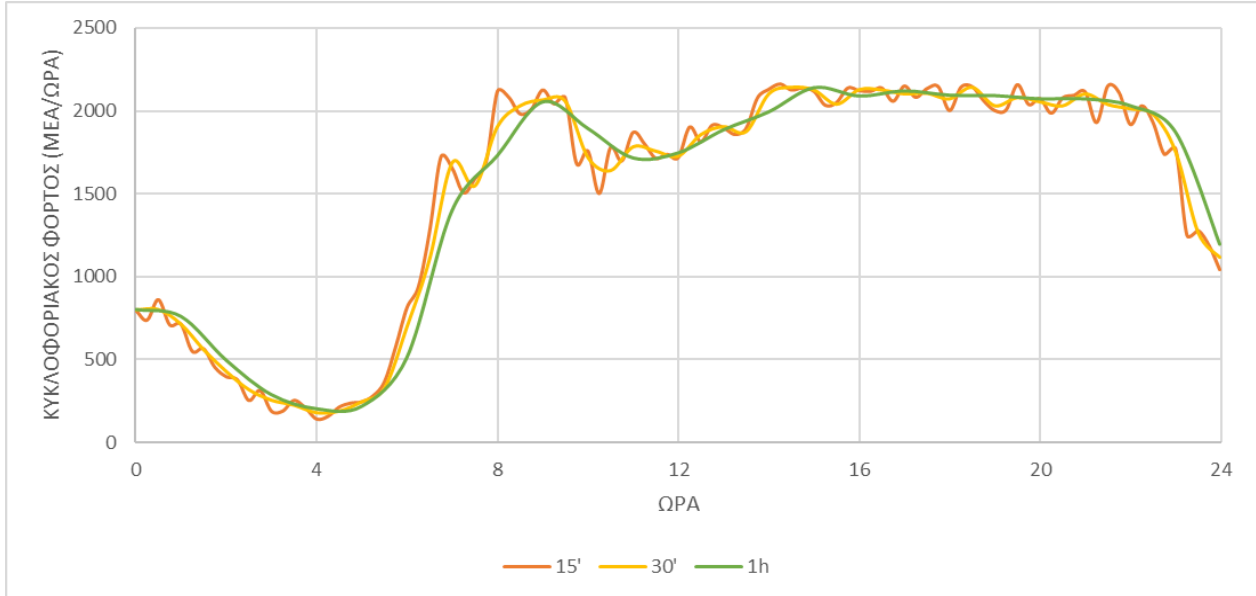
Παρατηρώντας τον δεύτερο πίνακα γίνεται αντιληπτό, από την πλειοψηφία των δεδομένων, πως για κάθε ημέρα απεργίας επελέγησαν δύο τυπικές μέρες κατά τέτοιο τρόπο ώστε η μία να ανήκει στην προηγούμενη εβδομάδα από την εκδήλωση της απεργίας και η δεύτερη να ανήκει στην επόμενη εβδομάδα. Επισημαίνεται ότι οι τυπικές ημέρες αφορούν ημέρες οι οποίες αναμένεται να παρουσιάζουν τυπικά προφίλ κυκλοφορίας. Κατά συνέπεια, ημέρες απεργιών, αργιών ή άλλων γεγονότων (πχ. Μαραθώνιος) που επιφέρουν μεταβολή στις κυκλοφοριακές συνθήκες δεν επιλέχθηκαν ως τυπικές ημέρες. Ως εκ τούτου κατέστη αδύνατη σε ορισμένες περιπτώσεις η επιλογή τυπικών ημερών από την αμέσως επόμενη ή προηγούμενη εβδομάδα. Για τον λόγο αυτό σε κάποιες περιπτώσεις επελέγησαν τυπικές μέρες από τις επόμενες δύο εβδομάδες αφότου εκδηλώθηκε η απεργία και σε άλλες περιπτώσεις επελέγησαν τυπικές μέρες σύμφωνα με τον επικρατέστερο παραπάνω τρόπο με την διαφορά όμως πως οι τυπικές μέρες ανήκαν σε μέρα της εβδομάδος διαφορετική από αυτή που εκδηλώθηκε η απεργία.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί μία σημαντική λεπτομέρεια για τον τρόπο επιλογής των ημερών απεργίας, η οποία δεν είναι δυνατό να εντοπιστεί από την παρατήρηση των παραπάνω πινάκων. Σε πολλές περιπτώσεις κατά την ημέρα της απεργίας οι εργαζόμενοι σε οργανισμούς, που συμμετέχουν σε αυτή, προχωρούν σε κινητοποιήσεις και πορείες, οι οποίες εμποδίζουν την ομαλή κυκλοφορία των οχημάτων στις οδικές αρτηρίες της πόλης. Ο συγκεκριμένος παράγοντας επηρεάζει τα κυκλοφοριακά μεγέθη και υπεισέρχεται χωρίς να είναι ευδιάκριτος στην ανάλυση των δεδομένων. Για τον λόγο αυτό οι ημέρες, στις οποίες εκδηλώθηκε απεργία και ταυτόχρονα υπήρξε κάποια κινητοποίηση ή πορεία, αποκλείστηκαν από τη συγκεκριμένη διερεύνηση.

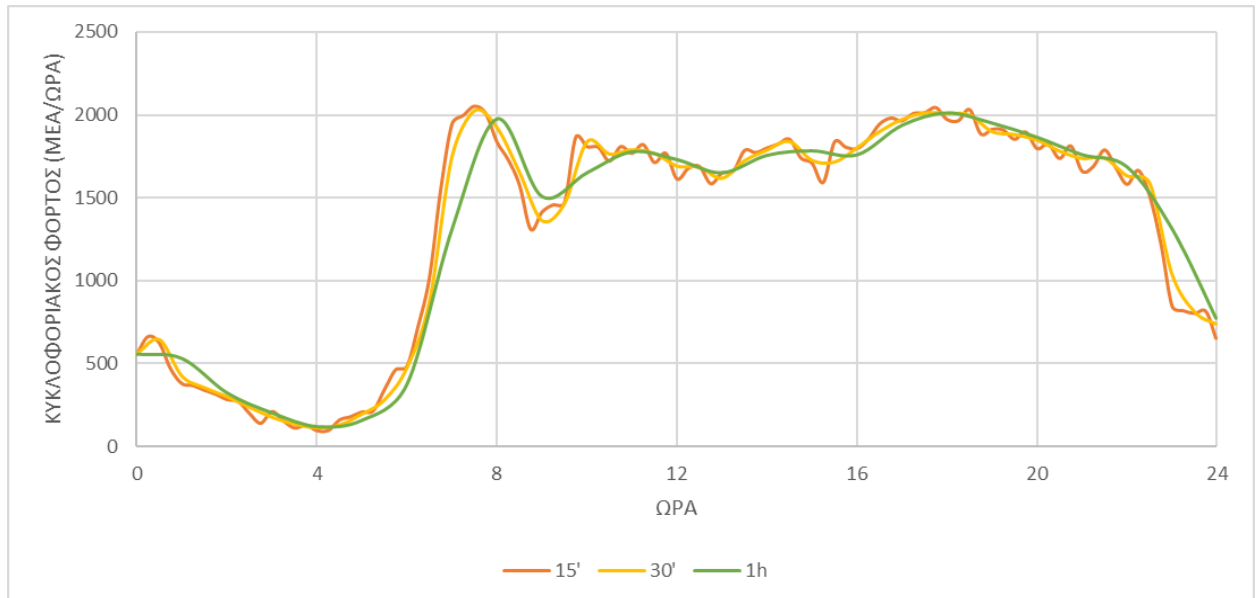
3.3.4 Χρονικό διάστημα μελέτης

Στα προηγούμενα υποκεφάλαια προσδιορίστηκαν τόσο οι θέσεις μέτρησης και οι διαδρομές όσο και οι ημέρες των απεργιών και οι τυπικές ημέρες, που θα εξεταστούν. Από τα αρχεία των ανιχνευτών και των διαδρομών, που παρείχε το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας και η Αττική Οδός, επελέγησαν εκείνα που οι ανιχνευτές και οι διαδρομές, που θα εξεταστούν, έχουν καταγράψει δεδομένα για τις ημέρες των απεργιών και των τυπικών ημερών, που έχουν επιλεγεί. Τα αρχεία που επελέγησαν περιλαμβάνουν δεδομένα ανά 90 δευτερόλεπτα για όλους τους ανιχνευτές και αντίστοιχα όλες τις διαδρομές, που επελέγησαν, για κάθε ημέρα. Όπως γίνεται αντιληπτό η παρουσίαση και η χρήση των δεδομένων αυτών με το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, δηλαδή των 90 δευτερολέπτων, δεν θα οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα, μέσα στο οποίο οι κυκλοφοριακές συνθήκες μπορούν να θεωρηθούν σταθερές, είναι τα 15 λεπτά. Κατά συνέπεια, επιλέγονται ως πιθανά διαστήματα μελέτης τα 15 λεπτά, τα 30 λεπτά και η 1 ώρα για να αναζητηθεί το αντιπροσωπευτικότερο χρονικό διάστημα.

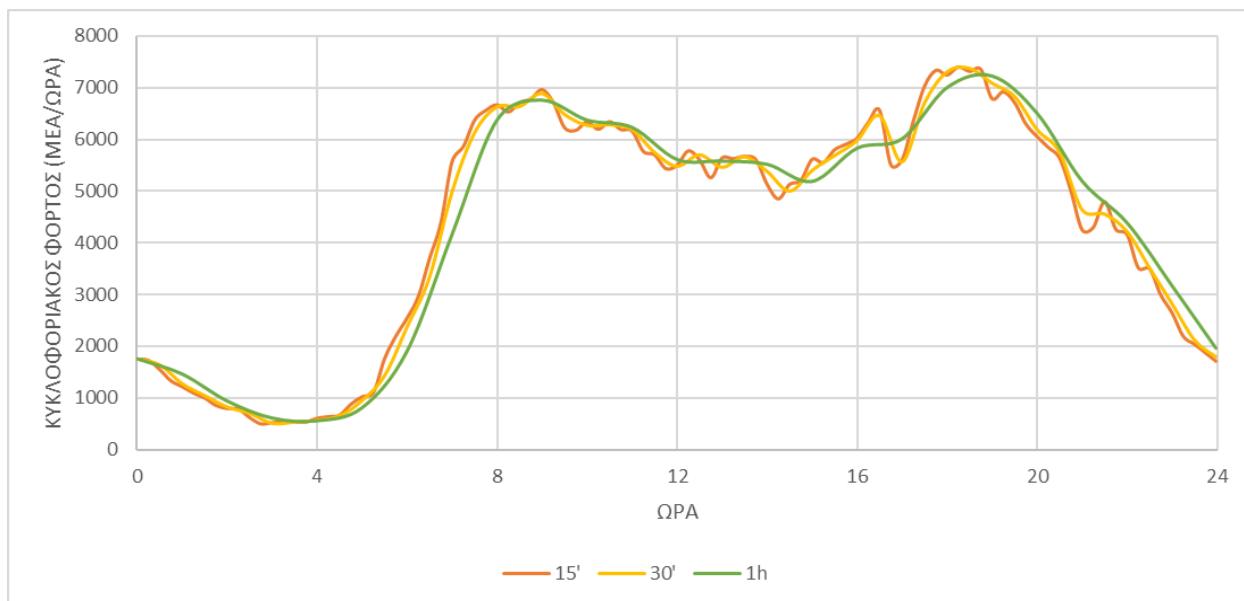
Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμη η παράθεση τριών διαγραμμάτων με στόχο την τελική επιλογή του αντιπροσωπευτικότερου χρονικού διαστήματος.



Διάγραμμα 3-9: Διαγραμματική απεικόνιση φόρτου για διαφορετικά χρονικά διαστήματα στις 31/5/2018 (Ανιχνευτής MS467)



Διάγραμμα 3-10: Διαγραμματική απεικόνιση φόρτου για διαφορετικά χρονικά διαστήματα στις 24/5/2018 (Ανιχνευτής MS456)



Διάγραμμα 3-11: Διαγραμματική απεικόνιση φόρτου για διαφορετικά χρονικά διαστήματα στις 7/6/2018 (Ανιχνευτής MS096)

Τα παραπάνω διαγράμματα δημιουργήθηκαν από δεδομένα τριών διαφορετικών ανιχνευτών και απεικονίζουν την διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου μέσα στην ημέρα με τρία διαφορετικά χρονικά διαστήματα, όσες δηλαδή είναι και οι καμπύλες του κάθε διαγράμματος. Η κόκκινη καμπύλη αναπαριστά την διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου μέσα στην ημέρα με χρονικό διάστημα 15 λεπτών, η κίτρινη καμπύλη αναπαριστά την διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου με χρονικό διάστημα 30 λεπτών και τέλος η πράσινη καμπύλη αναπαριστά την διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου με χρονικό διάστημα μίας ώρας.

Παρατηρώντας τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτουν τα εξής τρία συμπεράσματα:

1. Η πράσινη καμπύλη που αναπαριστά τη διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου με χρονικό διάστημα μίας ώρας δεν εμφανίζει τυχαίες μεταπτώσεις.
2. Η πράσινη καμπύλη σε σχέση με τις άλλες δύο καμπύλες είναι εμφανώς πιο εξομαλυμένη.
3. Η πράσινη καμπύλη παρόλο που είναι πιο εξομαλυμένη σε πολλά τμήματά της ταυτίζεται με τις άλλες δύο και σε όσα τμήματα εμφανίζει αποκλίσεις αυτές είναι πολύ μικρές.

Για τους παραπάνω λόγους επιλέγεται ως χρονικό διάστημα μελέτης αυτό της μίας ώρας.

3.3.5 Επεξεργασία δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας και η Αττική Οδός παρέιχαν πρόσβαση σε αρχεία ανιχνευτών και διαδρομών που είναι προς εξέταση. Τα αρχεία που παρείχε το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας για την περίοδο 2011-2013 είναι της μορφής .xml ενώ για την περίοδο 2016-2018 είναι της μορφής .csv. Τα αρχεία που παρείχε η Αττική Οδός είναι της μορφής .xls. Τόσο τα αρχεία που παρείχε το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας όσο και αυτά της Αττικής Οδού μετατράπηκαν σε αρχεία της μορφής .xlsx με σκοπό να ενοποιηθούν. Εν συνεχεία, όπως προαναφέρθηκε στα αρχεία αυτά έχουν καταγραφεί δεδομένα ανά 90 δευτερόλεπτα. Το χρονικό διάστημα μελέτης που προσδιορίστηκε είναι αυτό της μίας ώρας. Κατά συνέπεια με την χρήση του προγράμματος R πραγματοποιήθηκε επεξεργασία και αναγωγή των δεδομένων στη μία ώρα. Με τη μετατροπή των αρχείων σε μορφή .xlsx και με την αναγωγή των δεδομένων στη μία ώρα πραγματοποιήθηκε ενοποίηση των αρχείων των ανιχνευτών και

ενοποίηση των αρχείων των διαδρομών. Στο νέο αρχείο που προέκυψε από τα αρχεία των ανιχνευτών περιέχεται πληροφορία φόρτου και ταχύτητας ανά ανιχνευτή, ανά ημέρα και ανά ώρα, ενώ στο νέο αρχείο που προέκυψε από τα αρχεία των διαδρομών περιέχεται πληροφορία χρόνου διαδρομής ανά διαδρομή, ανά ημέρα και ανά ώρα. Στις εικόνες που ακολουθούν προβάλλεται η μορφή με την οποία είναι καταγεγραμμένα τα δεδομένα στα δύο προαναφερθέντα αρχεία.

ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΦΟΡΤΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ
MS094	07-10-11	0	1976	90
MS094	07-10-11	1	1117	93
MS094	07-10-11	2	697	95
MS094	07-10-11	3	598	93
MS094	07-10-11	4	752	89
MS094	07-10-11	5	1815	87
MS094	07-10-11	6	3759	80
MS094	07-10-11	7	5908	76
MS094	07-10-11	8	6247	75
MS094	07-10-11	9	5365	79
MS094	07-10-11	10	5189	79
MS094	07-10-11	11	5189	77
MS094	07-10-11	12	5069	76
MS094	07-10-11	13	5371	72
MS094	07-10-11	14	5796	65
MS094	07-10-11	15	4979	28
MS094	07-10-11	16	5703	28
MS094	07-10-11	17	6218	66
MS094	07-10-11	18	5940	69
MS094	07-10-11	19	5513	69
MS094	07-10-11	20	5411	74
MS094	07-10-11	21	5135	78
MS094	07-10-11	22	3077	85
MS094	07-10-11	23	2304	89

Εικόνα 3-4: Αρχείο ανιχνευτών

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ
RO02.2	01-03-12	0	340
RO02.2	01-03-12	1	345
RO02.2	01-03-12	2	347
RO02.2	01-03-12	3	345
RO02.2	01-03-12	4	358
RO02.2	01-03-12	5	368
RO02.2	01-03-12	6	390
RO02.2	01-03-12	7	623
RO02.2	01-03-12	8	1440
RO02.2	01-03-12	9	1437
RO02.2	01-03-12	10	807
RO02.2	01-03-12	11	510
RO02.2	01-03-12	12	412
RO02.2	01-03-12	13	393
RO02.2	01-03-12	14	423
RO02.2	01-03-12	15	519
RO02.2	01-03-12	16	841
RO02.2	01-03-12	17	901
RO02.2	01-03-12	18	496
RO02.2	01-03-12	19	424
RO02.2	01-03-12	20	396
RO02.2	01-03-12	21	378
RO02.2	01-03-12	22	348
RO02.2	01-03-12	23	339

Εικόνα 3-5: Αρχείο διαδρομών

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως για αδιευκρίνιστους λόγους στα αρχεία τόσο των ανιχνευτών όσο και των διαδρομών είχαν καταγραφεί και εσφαλμένες τιμές στα δεδομένα φόρτου, ταχύτητας και χρόνου διαδρομής τα οποία εντοπίστηκαν και διεγράφησαν στο στάδιο πριν την αναγωγή των δεδομένων στη μία ώρα. Στις εικόνες που ακολουθούν παρατίθενται ενδεικτικά ορισμένες καταγεγραμμένες εσφαλμένες τιμές.

ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΦΟΡΤΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ
MS094	01.03.2017	3:57:00	440	66
MS094	01.03.2017	3:58:30	400	71
MS094	01.03.2017	4:00:00	360	77
MS094	01.03.2017	4:01:30	-1	-1
MS094	01.03.2017	4:03:00	400	70
MS094	01.03.2017	4:04:30	560	67
MS094	01.03.2017	4:06:00	480	61
MS094	01.03.2017	4:07:30	480	69
MS094	01.03.2017	4:09:00	720	72

Εικόνα 3-6: Εσφαλμένες τιμές φόρτου και ταχύτητας σε αρχεία της περιόδου 2016-2018

ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΦΟΡΤΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ
MS094	2011.10.14	12:30:00	5640	74
MS094	2011.10.14	12:31:30	5160	71
MS094	2011.10.14	12:33:00	5660	67
MS094	2011.10.14	12:34:30	5400	74
MS094	2011.10.14	12:36:00	5200	75
MS094	2011.10.14	12:38:25	99999	99999
MS094	2011.10.14	12:39:00	99999	99999
MS094	2011.10.14	12:40:30	5320	71
MS094	2011.10.14	12:42:00	4160	75
MS094	2011.10.14	12:43:31	99999	99999
MS094	2011.10.14	12:45:00	99999	99999
MS094	2011.10.14	12:46:30	5640	73
MS094	2011.10.14	12:48:00	5240	71
MS094	2011.10.14	12:49:30	5720	71
MS094	2011.10.14	12:51:00	5320	74

Εικόνα 3-7: Εσφαλμένες τιμές φόρτου και ταχύτητας σε αρχεία της περιόδου 2011-2013

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΧΡΟΝΟΣ/ΜΗΚΟΣ	ΜΗΚΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ
RO02.2	01.03.2017	7:51:00	0.18	8170	1441
RO02.2	01.03.2017	7:52:30	0.18	8170	1466
RO02.2	01.03.2017	7:54:00	0.18	8170	1458
RO02.2	01.03.2017	7:55:30	0.18	8170	1432
RO02.2	01.03.2017	7:57:00	0.17	8170	1415
RO02.2	01.03.2017	7:57:51	-1	8170	-8170
RO02.2	01.03.2017	7:58:51	-1	8170	-8170
RO02.2	01.03.2017	8:00:00	0.17	8170	1376
RO02.2	01.03.2017	8:01:30	0.16	8170	1310
RO02.2	01.03.2017	8:03:00	0.16	8170	1329
RO02.2	01.03.2017	8:03:51	-1	8170	-8170
RO02.2	01.03.2017	8:04:51	-1	8170	-8170
RO02.2	01.03.2017	8:06:00	0.16	8170	1346
RO02.2	01.03.2017	8:07:30	0.16	8170	1274
RO02.2	01.03.2017	8:09:00	0.16	8170	1269
RO02.2	01.03.2017	8:09:52	-1	8170	-8170
RO02.2	01.03.2017	8:10:52	-1	8170	-8170
RO02.2	01.03.2017	8:12:00	0.15	8170	1201

Εικόνα 3-8: Εσφαλμένες τιμές χρόνου διαδρομής σε αρχεία της περιόδου 2016-2018

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ
RO02.2	2012.07.11	8:50:00	841
RO02.2	2012.07.11	8:51:00	841
RO02.2	2012.07.11	8:52:00	769
RO02.2	2012.07.11	8:53:00	767
RO02.2	2012.07.11	8:54:00	772
RO02.2	2012.07.11	8:55:00	723
RO02.2	2012.07.11	8:56:00	0.1
RO02.2	2012.07.11	8:57:00	0.1
RO02.2	2012.07.11	8:58:00	843
RO02.2	2012.07.11	8:59:00	0.1
RO02.2	2012.07.11	9:00:01	0.1
RO02.2	2012.07.11	9:01:58	0.1
RO02.2	2012.07.11	9:02:00	0.1
RO02.2	2012.07.11	9:03:02	700
RO02.2	2012.07.11	9:04:00	660
RO02.2	2012.07.11	9:05:00	665

Εικόνα 3-9: Εσφαλμένες τιμές χρόνου διαδρομής σε αρχεία της περιόδου 2011-2013

3.3.6 Υπολογισμός κυκλοφοριακής ικανότητας

Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας κρίθηκε σκόπιμο να υπολογιστεί η κυκλοφοριακή ικανότητα στη διατομή που καταλαμβάνει καθένας από τους εξεταζόμενους ανιχνευτές, σε κάθε εξεταζόμενη οδική αρτηρία. Για τους ανιχνευτές που βρίσκονται ανάντη φωτεινού σηματοδότη η κυκλοφοριακή ικανότητα προέκυψε ύστερα από τον υπολογισμό της ροής κορεσμού, με βάση το HCM 2000, καθώς και από τον υπολογισμό του λόγου του χρόνου ενεργού πρασίνου προς την διάρκεια του κύκλου της φωτεινής σηματοδότησης, ενώ για τους ανιχνευτές που βρίσκονται σε ελεύθερη λεωφόρο η κυκλοφοριακή ικανότητα πάρθηκε ίση με την ροή κορεσμού. Οι ανιχνευτές που βρίσκονται ανάντη φωτεινού σηματοδότη είναι οι 280 και 281 της Λεωφόρου Κηφισίας, ο 369 της Οδού Πανεπιστημίου, οι 392 και 393 της Λεωφόρου Βασιλίσσης Σοφίας, οι 416 και 418 της Λεωφόρου Αλεξάνδρας και οι 456 και 467 της Λεωφόρου Μεσογείων. Αντίθετα οι ανιχνευτές που βρίσκονται σε ελεύθερη λεωφόρο είναι οι 94 και 96 της Λεωφόρου Κηφισού, οι 193 και 213 της Λεωφόρου Συγγρού, οι Α 25.65 και Ε 30.60 της Αττικής Οδού και οι Κ 0.77 και Μ 1.02 της Περιφερειακής Υμηττού.

Όπως προαναφέρθηκε για τους ανιχνευτές που βρίσκονται ανάντη φωτεινού σηματοδότη η ροή κορεσμού υπολογίζεται, με βάση το HCM 2000, από τη σχέση:

$$s = s_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{RT} \cdot f_{LT}$$

Όπου

s_0 : Ιδανική ροή κορεσμού (1900)

N: Αριθμός λωρίδων που εξυπηρετούν το συγκεκριμένο ρεύμα

f_w : Πλάτος λωρίδας

f_{HV} : Παρουσία βαρέων οχημάτων

f_g : Κατά μήκος κλίση

f_p : Παρουσία σταθμευμένων οχημάτων

f_{bb} : Στάση λεωφορείων

f_a : Τύπος περιοχής

f_{RT} : Στρέφουσες κινήσεις δεξιά

f_{LT} : Στρέφουσες κινήσεις αριστερά

Για κάθε διατομή έγιναν οι απαραίτητες παραδοχές με σκοπό τον υπολογισμό της ροής κορεσμού.

1. Το πλάτος λωρίδας μετρήθηκε με την χρήση του Google Earth.
2. Για τα βαρέα οχήματα θεωρήθηκε πως αυτά αντιστοιχούν στο 8% των συνολικών οχημάτων που διέρχονται από κάθε διατομή.
3. Η κατά μήκος κλίση μετρήθηκε με την χρήση του Google Earth.
4. Για τις εξεταζόμενες οδικές αρτηρίες θεωρήθηκε πως απαγορεύεται η στάθμευση σε αυτές λόγω έλλειψης πληροφορίας.
5. Για τον συντελεστή προσαρμογής λόγω στάσεων της δημόσιας συγκοινωνίας θεωρήθηκε, πως μέσα στο χρονικό διάστημα της μίας ώρας μία γραμμή λεωφορείου ή τρόλεϊ διέρχεται από μία εξεταζόμενη διατομή τουλάχιστον δύο φορές.
6. Τέλος για τον συντελεστή προσαρμογής λόγω τύπου περιοχής θεωρήθηκε, πως όλες οι οδικές αρτηρίες βρίσκονται στο κέντρο της πόλης ανήκουν σε κεντρική εμπορική περιοχή, ενώ όλες οι υπόλοιπες οδικές αρτηρίες ανήκουν άλλου είδους περιοχή.

Τέλος το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας παρείχε την απαραίτητη πληροφορία σχετικά με τον χρόνο ενεργού πρασίνου και τη διάρκεια του κύκλου σηματοδότησης για τον κόμβο κατάντη της κάθε εξεταζόμενης διατομής με σκοπό τον υπολογισμό της κυκλοφοριακής ικανότητας της κάθε διατομής από τη σχέση:

$$c_i = s_i \cdot \frac{g_i}{C}$$

Όπου

c_i : Η κυκλοφοριακή ικανότητα (ΜΕΑ/ώρα πρασίνου)

s_i : Η ροή κορεσμού (ΜΕΑ/ώρα πρασίνου)

g_i : Ο χρόνος του ενεργού πρασίνου (Δευτερόλεπτα)

C : Η διάρκεια του κύκλου της φωτεινής σηματοδότησης (Δευτερόλεπτα)

Σύμφωνα με την Αττική Οδό η κυκλοφοριακή ικανότητα τόσο για την Αττική Οδό όσο και για την Περιφερειακή Υμηττού ισούται με 2000 ΜΕΑ ανά ώρα για μία λωρίδα. Σε ότι αφορά τη Λεωφόρο Κηφισού και τη Λεωφόρο Συγγρού έγινε η παραδοχή πως η κυκλοφοριακή ικανότητα για μία λωρίδα είναι κατά τι μικρότερη από αυτή της Αττικής Οδού και της Περιφερειακής Υμηττού με αποδεχόμενη τιμή τα 1900 ΜΕΑ ανά ώρα για μία λωρίδα. Κατά συνέπεια προέκυψε, ότι τόσο για την Αττική Οδό όσο και για την Περιφερειακή Υμηττού η κυκλοφοριακή ικανότητα ισούται με 6000 ΜΕΑ ανά ώρα λαμβάνοντας υπόψη ότι και οι δύο αυτές οδικές αρτηρίες διαθέτουν 3 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, ενώ για τις Λεωφόρους Κηφισού και Συγγρού προέκυψε, ότι η κυκλοφοριακή ικανότητα ισούται με 7600 ΜΕΑ ανά ώρα καθώς οι δύο αυτές οδικές αρτηρίες διαθέτουν 4 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρατίθενται σημαντικά στοιχεία για κάθε εξεταζόμενη διατομή καθώς και η κυκλοφοριακή της ικανότητα όπως αυτή υπολογίστηκε.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΥΚΛΟΥ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ
94	4	-	-	7600
96	4	-	-	7600
193	4	-	-	7600
213	4	-	-	7600
280	3	85	120	3547
281	3	79	120	3476
369	4	57	90	4114
392	2	57	90	1904
393	2	53	90	1739
416	2	40	90	1421
418	2	38	90	1358
456	2	77	120	2274
467	2	74	120	2204
A 25.65	3	-	-	6000
E 30.60	3	-	-	6000
K 0.77	3	-	-	6000
M 1.02	3	-	-	6000

Εικόνα 3-10: Η κυκλοφοριακή ικανότητα κάθε διαδρομής

Κλείνοντας, είναι απαραίτητο να τονιστεί πως η ροή κορεσμού υπολογίστηκε σύμφωνα με την μέθοδο των ΗΠΑ (HCM, 2000) και κατά συνέπεια η κυκλοφοριακή ικανότητα που υπολογίστηκε, για τις ελληνικές οδικές αρτηρίες, ενδέχεται να μην είναι ακριβής και να απέχει από την πραγματική.

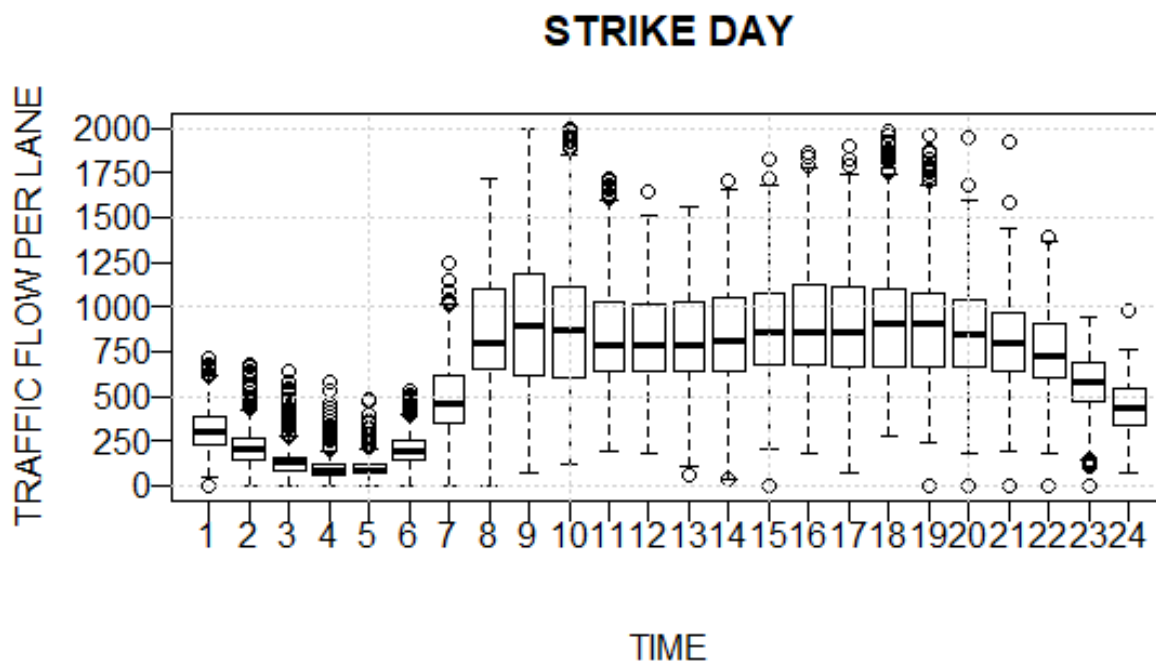
3.4 Ανάλυση Δεδομένων

3.4.1 Ανάλυση κυκλοφοριακής ροής

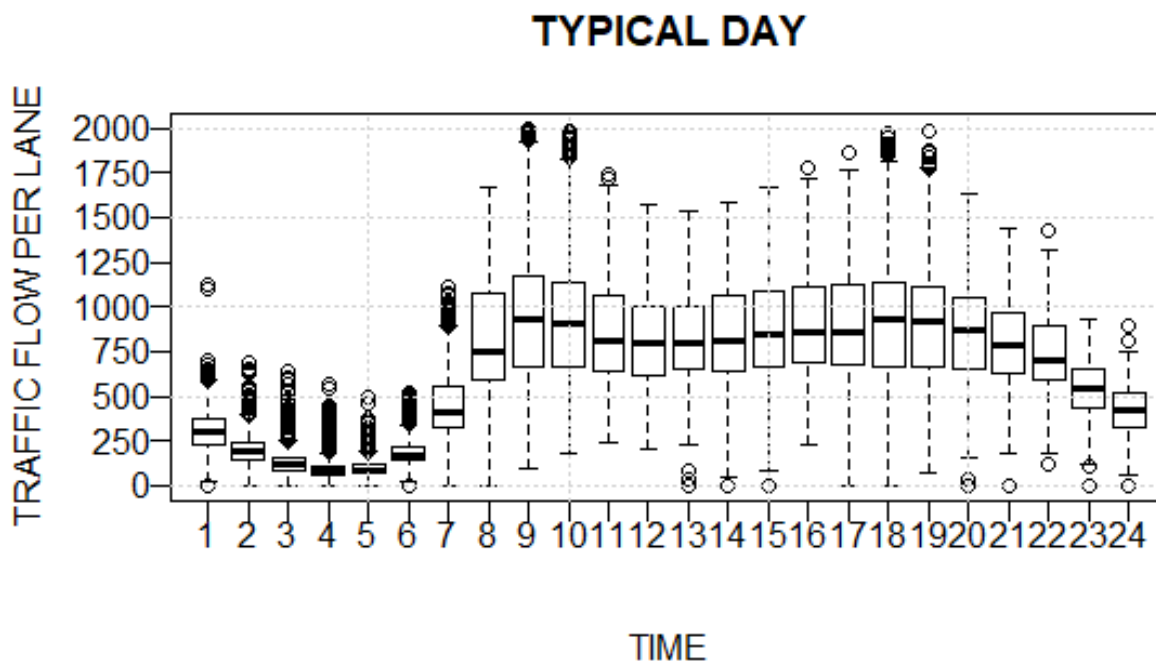
Στα υποκεφάλαια που προηγήθηκαν προσδιορίστηκαν τόσο οι οδικές αρτηρίες, που θα εξεταστούν στην παρούσα διπλωματική εργασία όσο και οι ημέρες, για τις οποίες θα εξεταστούν. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε επεξεργασία αρχείων ανιχνευτών, που αφορούν τα κυκλοφοριακά μεγέθη. Με την χρήση αυτών των αρχείων, που περιέχουν δεδομένα φόρτου και ταχύτητας, στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο παρουσιάζονται συγκεντρωτικά διαγράμματα για όλο το οδικό δίκτυο που εξετάζεται και επιπλέον πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ των δεδομένων φόρτου και ταχύτητας για μία ημέρα απεργίας και των αντίστοιχων δεδομένων των τυπικών της ημερών, για τρεις σημαντικές οδικές αρτηρίες.

Αρχικά, με τη χρήση του προγράμματος R δημιουργήθηκαν θηκογράμματα (box-plots), στα οποία παρουσιάζονται ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα και η ωριαία μέση ταχύτητα του εξεταζόμενου οδικού δικτύου τόσο για τις ημέρες των απεργιών όσο και για τις τυπικές ημέρες. Επιπλέον με τη χρήση αρχείου Excel δημιουργήθηκαν διαγράμματα, που απεικονίζουν τον μέσο κυκλοφοριακό φόρτο ανά λωρίδα και τη μέση ταχύτητα κάθε οδικής αρτηρίας τόσο για τις ημέρες των απεργιών όσο και για τις τυπικές ημέρες.

Στο σημείο αυτό παρατίθενται τα θηκογράμματα, που δημιουργήθηκαν.



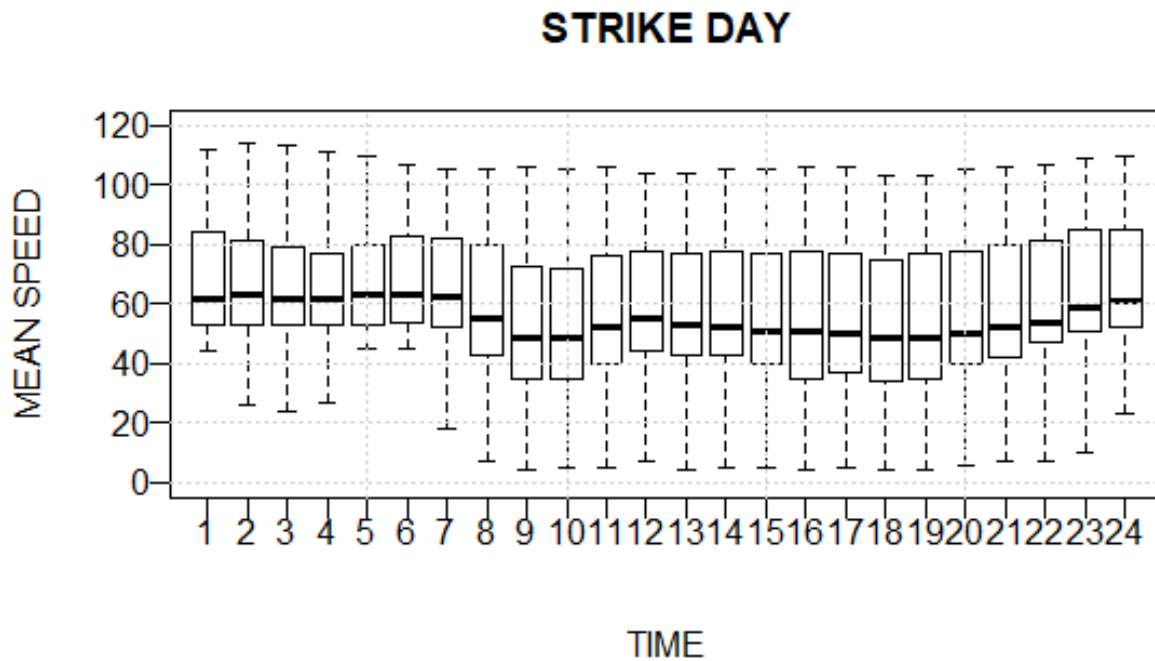
Διάγραμμα 3-12: Ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος την ημέρα της απεργίας



Διάγραμμα 3-13: Ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος την τυπική ημέρα

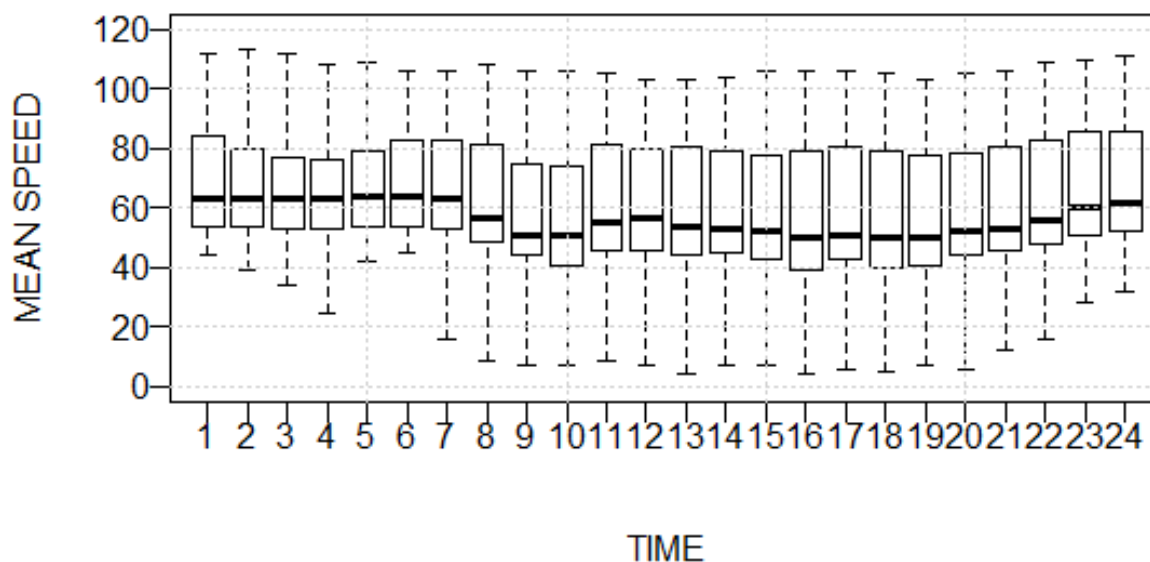
Από τα παραπάνω θηκογράμματα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Κατά τις πρώτες ώρες της πρωινής περιόδου αιχμής και συγκεκριμένα στο χρονικό διάστημα 6:00-8:00 η μέση τιμή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου για τις ημέρες απεργίας είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη μέση τιμή για τις τυπικές ημέρες.
- Στο χρονικό διάστημα 8:00-10:00 παρόλο που η μέση τιμή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου για τις ημέρες απεργίας είναι ελαφρώς μικρότερη από την αντίστοιχη μέση τιμή για τις τυπικές ημέρες, οι μέγιστες τιμές του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου για τις ημέρες απεργίας εμφανίζονται σημαντικά μεγαλύτερες από αυτές των τυπικών ημερών.
- Κατά την μεσημεριανή περίοδο αιχμής και συγκεκριμένα στο χρονικό διάστημα 13:00-15:00 η μέση τιμή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου για τις ημέρες απεργίας σχεδόν ταυτίζεται με την αντίστοιχη μέση τιμή για τις τυπικές ημέρες, αντίθετα οι μέγιστες τιμές του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου για τις ημέρες απεργίας είναι αρκετά μεγαλύτερες από αυτές των τυπικών ημερών.
- Στο χρονικό διάστημα 15:00-16:00 η μέση τιμή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου για τις ημέρες απεργίας είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των τυπικών ημερών.
- Τέλος, κατά την απογευματινή περίοδο αιχμής και συγκεκριμένα στο χρονικό διάστημα 16:00-21:00 το μόνο που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τα παραπάνω θηκογράμματα είναι οι ελάχιστες τιμές του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών που είναι σημαντικά μικρότερες από τις αντίστοιχες των ημερών απεργίας.



Διάγραμμα 3-14: Ωριαία μέση ταχύτητα την ημέρα της απεργίας

TYPICAL DAY

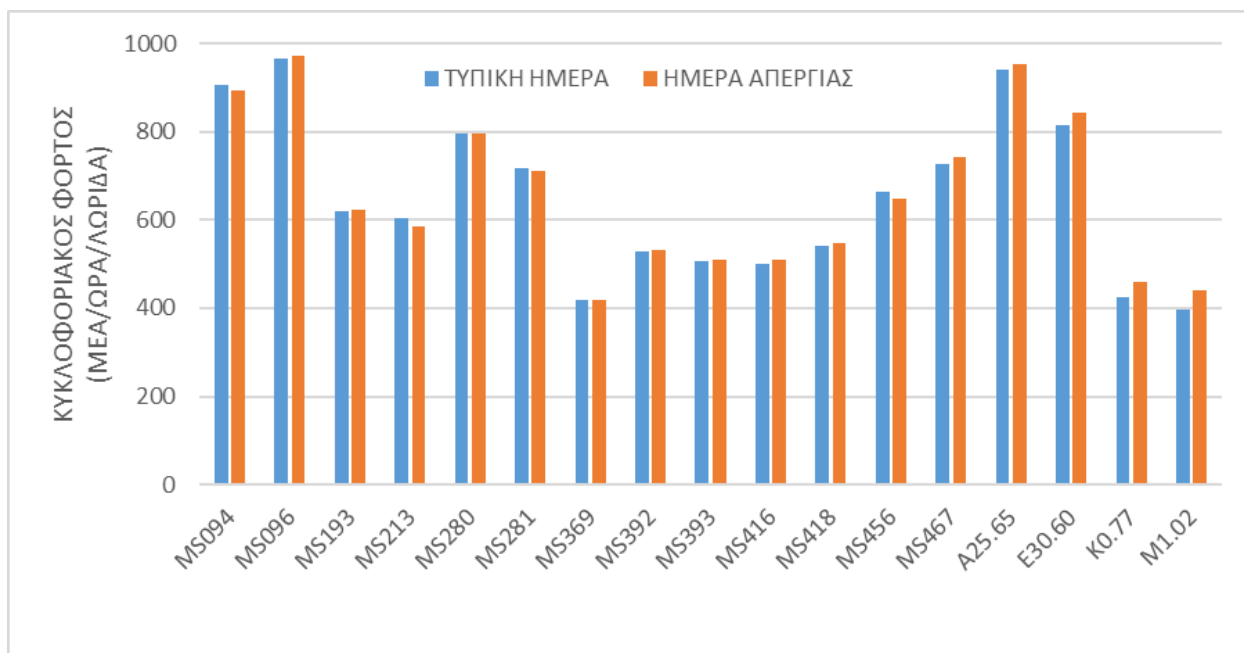


Διάγραμμα 3-15: Ωριαία μέση ταχύτητα την τυπική ημέρα

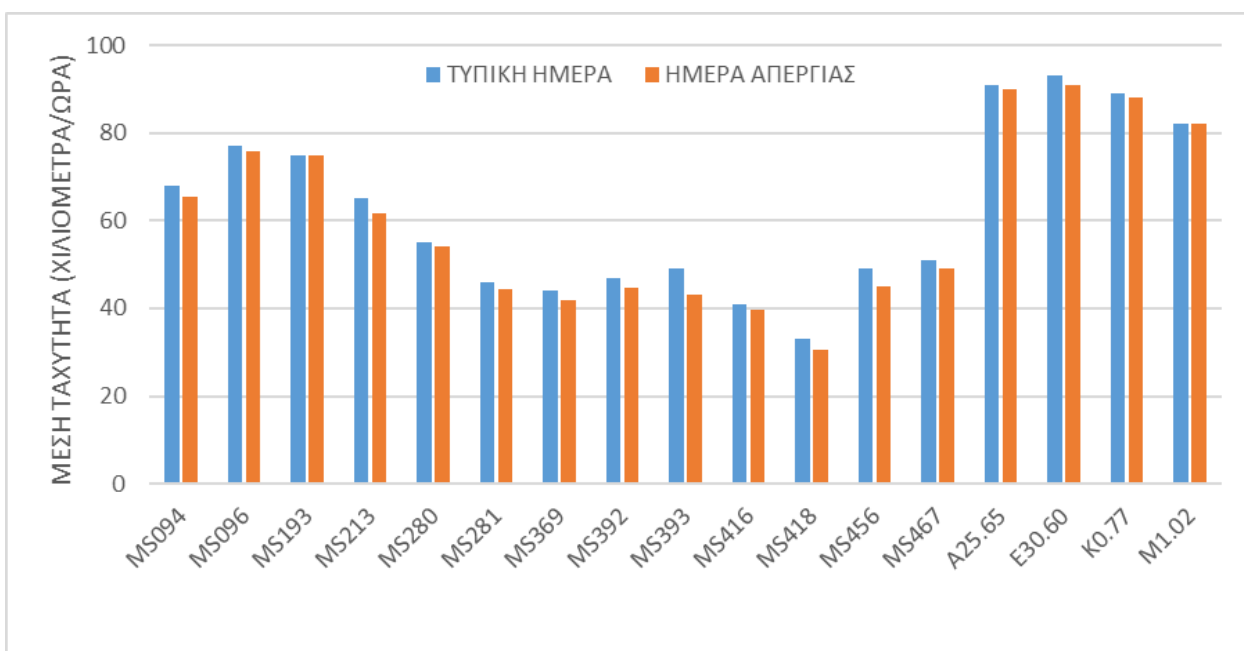
Από τα παραπάνω θηκογράμματα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Καθ' όλη τη διάρκεια της πρωινής περιόδου αιχμής και συγκεκριμένα στο χρονικό διάστημα 7:00-10:00 τόσο η μέση τιμή της ταχύτητας όσο και οι ελάχιστες τιμές της για τις ημέρες απεργίας είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες των τυπικών ημερών.
- Κατά τη διάρκεια της μεσημεριανής περιόδου αιχμής και συγκεκριμένα στο χρονικό διάστημα 14:00-16:00 τόσο η μέση τιμή της ταχύτητας όσο και οι ελάχιστες τιμές της για τις ημέρες απεργίας είναι ελαφρώς χαμηλότερες από τις αντίστοιχες των τυπικών ημερών.
- Κατά τις πρώτες ώρες της απογευματινής περιόδου αιχμής και συγκεκριμένα τη χρονική περίοδο 16:00-19:00 η μέση τιμή της ταχύτητας τις ημέρες απεργίας δείχνει να ταυτίζεται με τη μέση τιμή της ταχύτητας των τυπικών ημερών, αντίθετα οι ελάχιστες τιμές της ταχύτητας για τις ημέρες απεργίας είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες των τυπικών ημερών.
- Τέλος για τη χρονική περίοδο 19:00-21:00 τόσο η μέση τιμή της ταχύτητας όσο και οι ελάχιστες τιμές της για τις ημέρες απεργίας είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες των τυπικών ημερών.

Στο σημείο αυτό παρατίθενται τα διαγράμματα στα οποία απεικονίζονται ο μέσος κυκλοφοριακός φόρτος και η μέση ταχύτητα τόσο για τις ημέρες των απεργιών όσο και για τις τυπικές ημέρες των 17 θέσεων μέτρησης, που εξετάζονται στην παρούσα εργασία.



Διάγραμμα 3-16: Κυκλοφοριακός φόρτος για τις 17 θέσεις μέτρησης



Διάγραμμα 3-17: Μέση ταχύτητα για τις 17 θέσεις μέτρησης

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Σε 13 από τις 17 θέσεις μέτρησης ο μέσος κυκλοφοριακός φόρτος για τις ημέρες των απεργιών προέκυψε μεγαλύτερος από τον μέσο κυκλοφοριακό φόρτο των τυπικών ημερών, όπως και αναμενόταν. Στις υπόλοιπες 4 θέσεις μέτρησης ο μέσος κυκλοφοριακός φόρτος των τυπικών ημερών προέκυψε ελάχιστα μεγαλύτερος από αυτόν των ημερών απεργίας. Αξίζει να σημειωθεί πως και οι 4 θέσεις μέτρησης βρίσκονται σε οδική αρτηρία με κατεύθυνση το κέντρο της πόλης και κατά συνέπεια είναι λογικό ο μέσος κυκλοφοριακός

φόρτος για τις ημέρες των απεργιών να εμφανίζεται χαμηλότερος από αυτόν των τυπικών ημερών καθώς σε ημέρα απεργίας υπάρχει αυξημένη ζήτηση και πολλές οδικές αρτηρίες βρίσκονται σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης.

- Τέλος και για τις 17 θέσεις μέτρησης, η μέση ταχύτητα για τις ημέρες των απεργιών προέκυψε αισθητά μικρότερη από την αντίστοιχη των τυπικών ημερών, όπως και αναμενόταν.

Τέλος, για τη σύγκριση μεταξύ των κυκλοφοριακών δεδομένων μίας ημέρας απεργίας και των αντίστοιχων δεδομένων των τυπικών της ημερών, επελέγησαν τρεις αντιπροσωπευτικοί ανιχνευτές κυκλοφορίας, που είναι η εξής:

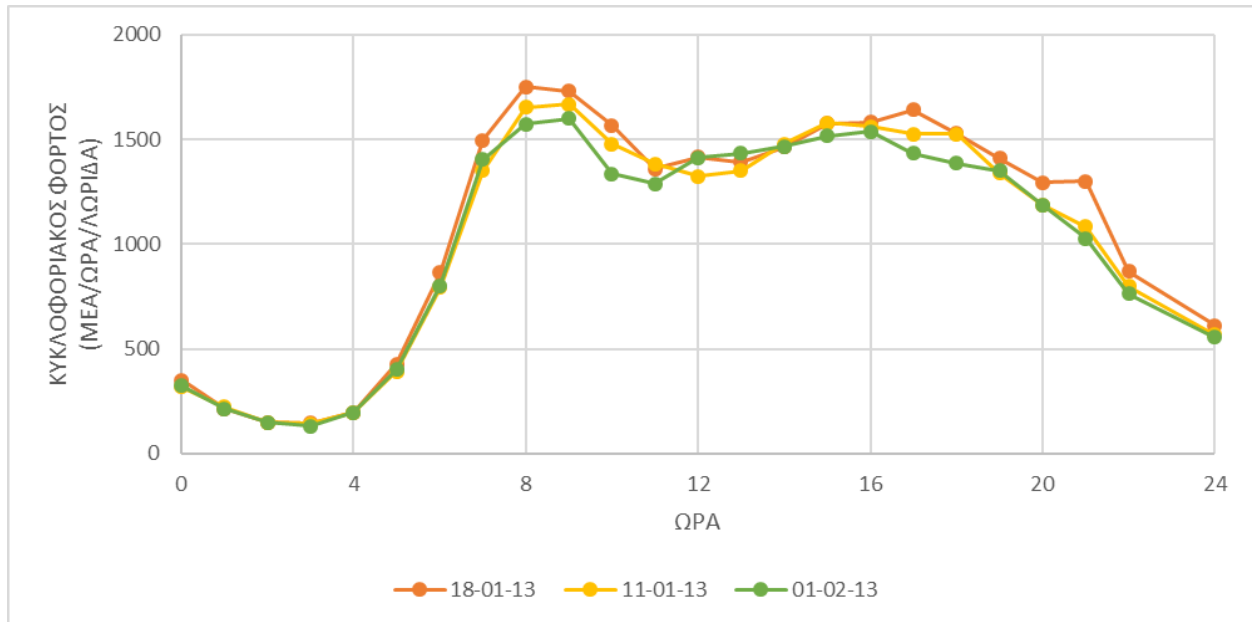
- Ο ανιχνευτής 96, ο οποίος βρίσκεται στη Λεωφόρο Κηφισού στο ρεύμα προς Πειραιά στο ύψος της οδού Ορφέως.
- Ο ανιχνευτής 280, ο οποίος βρίσκεται στη Λεωφόρο Κηφισίας στο ρεύμα προς Κηφισιά στο ύψος της οδού Αγίας Φιλοθέης.
- Ο ανιχνευτής A 25.65, ο οποίος βρίσκεται στην Αττική Οδό στο ρεύμα προς Κέντρο στο ύψος της οδού Πράσινου Λόφου.

Εν συνεχεία, επελέγησαν δύο αντιπροσωπευτικές ημέρες, στις οποίες εκδηλώθηκε απεργία σε κάποια από τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς και είναι οι εξής:

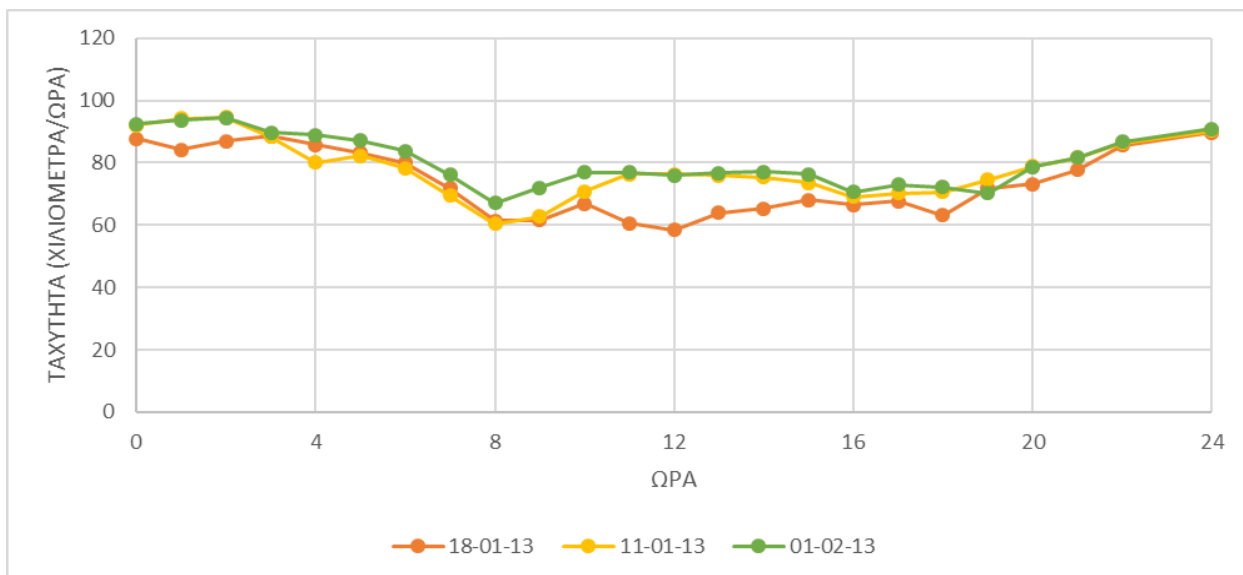
- Η 14/10/2011 κατά την οποία πραγματοποιήθηκε εικοσιτετράωρη απεργία στα λεωφορεία, τα τρόλεϊ, των ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, το μετρό και το τραμ.
- Η 18/1/2013 κατά την οποία πραγματοποιήθηκε εικοσιτετράωρη απεργία στον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, το μετρό και το τραμ.

Τέλος, δημιουργήθηκαν διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας, με τα οποία γίνεται δυνατή η σύγκριση των κυκλοφοριακών μεγεθών, μεταξύ της ημέρας της απεργίας και των τυπικών της ημερών, καθώς και η εξαγωγή συμπερασμάτων.

Στο σημείο αυτό παρατίθενται τα διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας για κάθε ανιχνευτή.



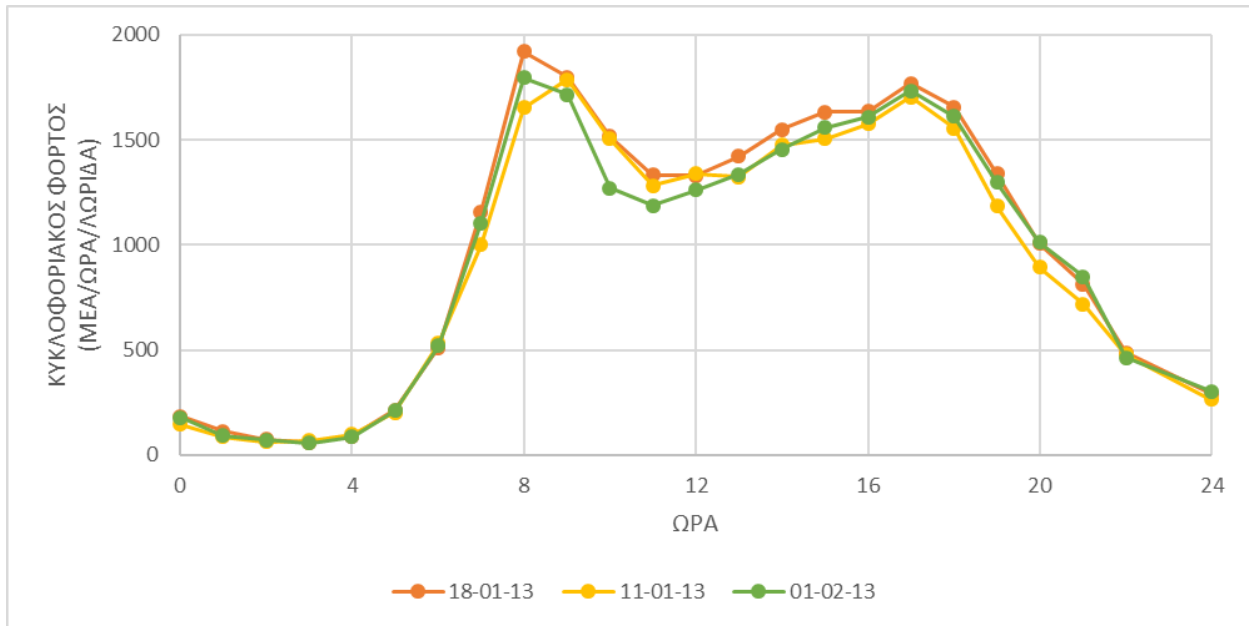
Διάγραμμα 3-18: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου της Λεωφόρου Κηφισού με κατεύθυνση Πειραιά (Ανιχνευτής MS096)



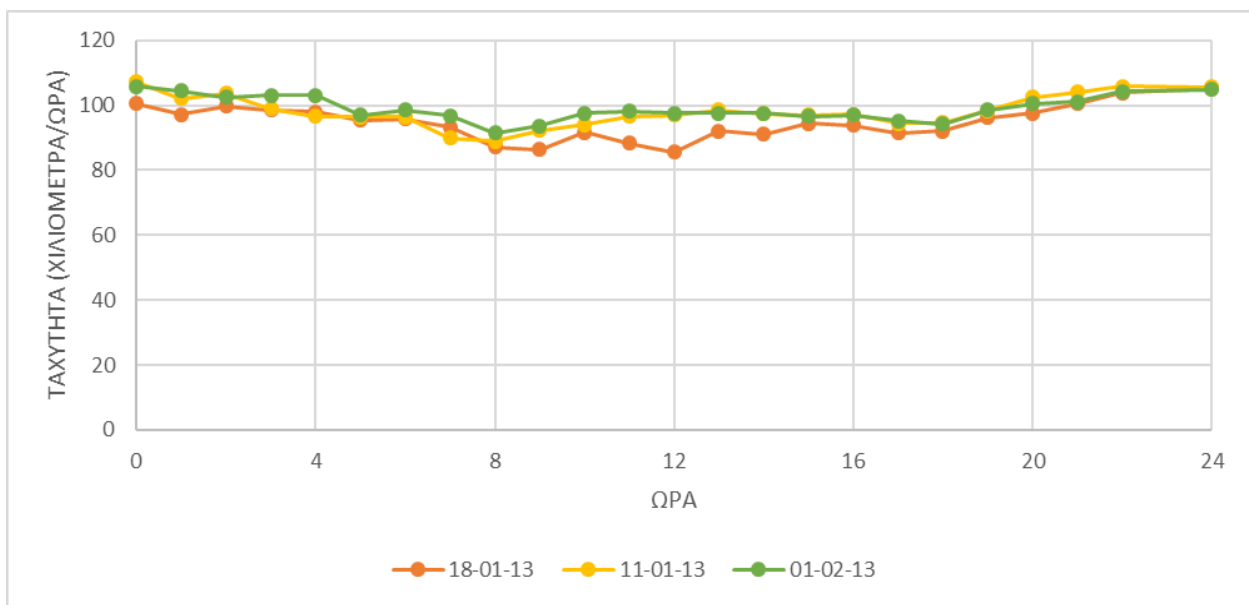
Διάγραμμα 3-19: Σύγκριση ταχυτήτων της Λεωφόρου Κηφισού με κατεύθυνση Πειραιά (Ανιχνευτής MS096)

Παρατηρώντας τα διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας του ανιχνευτή 96, ο οποίος βρίσκεται επί της Λεωφόρου Κηφισού, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Κατά την ημέρα της απεργίας, ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος τόσο κατά τη διάρκεια της πρωινής περιόδου αιχμής όσο και κατά τη διάρκεια της απογευματινής είναι υψηλότερος σε σχέση με τους φόρτους των δύο τυπικών ημερών.
- Για την χρονική περίοδο 00:00-5:00, ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος που καταγράφηκε την ημέρα της απεργίας σχεδόν ταυτίζεται με τους ωριαίους κυκλοφοριακούς φόρτους των τυπικών ημερών.
- Για τις περισσότερες ώρες της ημέρας που πραγματοποιήθηκε η απεργία, οι ταχύτητες εμφανίζονται συνεχώς χαμηλότερες σε σχέση με αυτές που καταγράφηκαν στις δύο τυπικές ημέρες.
- Την ημέρα που εκδηλώθηκε η απεργία, κατά την πρωινή περίοδο αιχμής, όσο ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος αυξανόταν η ταχύτητα συνεχώς μειωνόταν έως το χρονικό διάστημα 8:00-9:00 στο οποίο ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος έφτασε στη μέγιστη τιμή του και η ταχύτητα στην ελάχιστη της. Στην συνέχεια και έως το χρονικό διάστημα 10:00-11:00 ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος μειωνόταν ενώ η ταχύτητα είχε μία μικρή αυξητική τάση.
- Τέλος, την ημέρα που πραγματοποιήθηκε η απεργία για το χρονικό διάστημα 10:00-11:00 καθώς και για το χρονικό διάστημα 17:00-18:00 παρατηρήθηκε, πως η συγκεκριμένη διατομή του ανιχνευτή 96 βρισκόταν σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης και αυτό γιατί από τα διαγράμματα παρατηρείται ταυτόχρονη μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας. Η ταυτόχρονη μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας σε χρονικές περιόδους αυξημένης ζήτησης μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι συνθήκες κυκλοφορίας έχουν δυσχεράνει και πως έχει επέλθει κυκλοφοριακή συμφόρηση στη συγκεκριμένη διατομή. Κατά συνέπεια, στη συγκεκριμένη περίπτωση μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου δεν υποδηλώνει μείωση της ζήτησης αλλά αύξησή της στην ημέρα της απεργίας.



Διάγραμμα 3-20: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου της Αττικής Οδού με κατεύθυνση Κέντρο (Ανιχνευτής A 25.65)

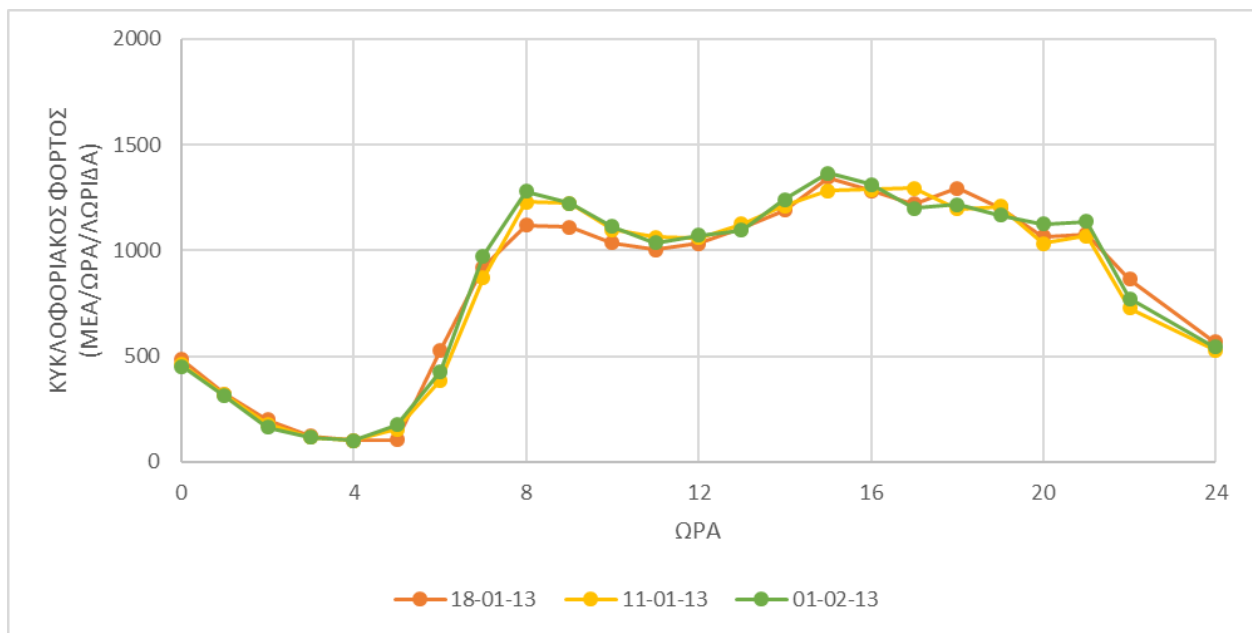


Διάγραμμα 3-21: Σύγκριση ταχυτήτων της Αττικής Οδού με κατεύθυνση Κέντρο (Ανιχνευτής A 25.65)

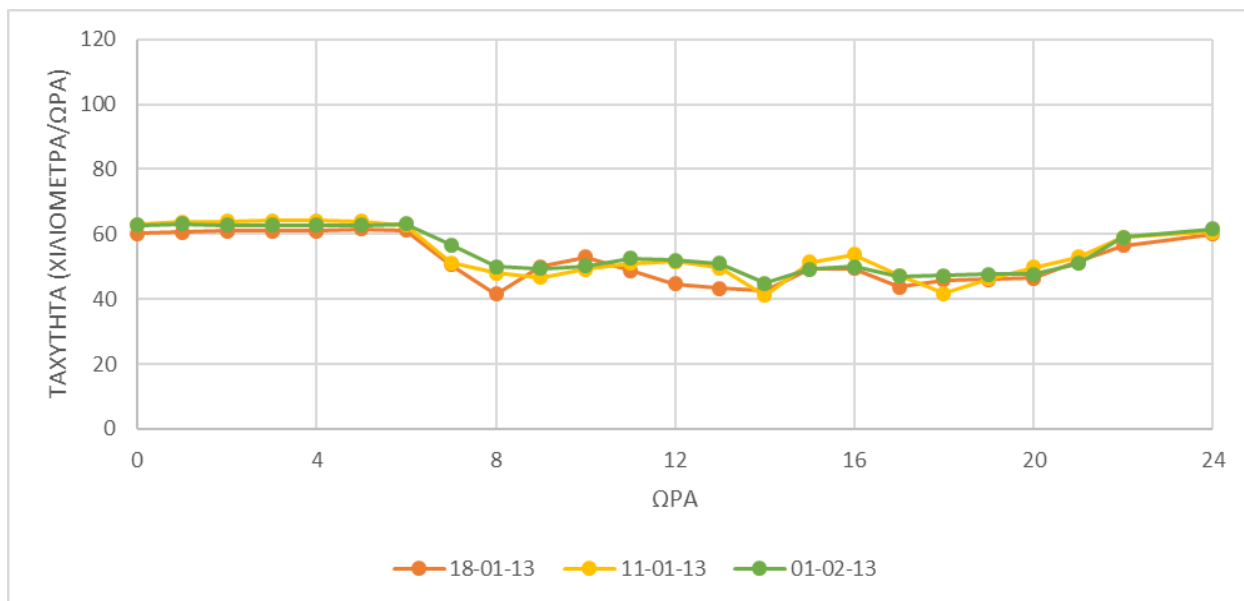
Παρατηρώντας τα διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας του ανιχνευτή A 25.65, ο οποίος βρίσκεται επί της Αττικής Οδού, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Την ημέρα της απεργίας, ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος τόσο κατά τη διάρκεια της πρωινής περιόδου αιχμής όσο και κατά τη διάρκεια της απογευματινής αιχμής είναι υψηλότερος σε σχέση με τους φόρτους των δύο τυπικών ημερών.

- Για τη χρονική περίοδο 00:00-6:00, ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος που καταγράφηκε την ημέρα της απεργίας σχεδόν ταυτίζεται με τους ωριαίους κυκλοφοριακούς φόρτους των τυπικών ημερών.
- Για τις περισσότερες ώρες της ημέρας που πραγματοποιήθηκε η απεργία, οι ταχύτητες εμφανίζονται συνεχώς χαμηλότερες σε σχέση με αυτές που καταγράφηκαν στις δύο τυπικές ημέρες.
- Την ημέρα που εκδηλώθηκε η απεργία, κατά την πρωινή περίοδο αιχμής, όσο ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος αυξανόταν η ταχύτητα συνεχώς μειωνόταν έως το χρονικό διάστημα 7:00-8:00 στο οποίο ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος έφτασε στη μέγιστη τιμή του και η ταχύτητα στην ελάχιστη της.
- Τέλος, την ημέρα που πραγματοποιήθηκε η απεργία για το χρονικό διάστημα 8:00-9:00 παρατηρήθηκε, πως η συγκεκριμένη διατομή του ανιχνευτή A 25.64 βρισκόταν σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης και αυτό γιατί από τα διαγράμματα παρατηρείται ταυτόχρονη μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας. Η ταυτόχρονη μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας σε χρονικές περιόδους αυξημένης ζήτησης μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι συνθήκες κυκλοφορίας έχουν δυσχεράνει και πως έχει επέλθει κυκλοφοριακή συμφόρηση στη συγκεκριμένη διατομή. Κατά συνέπεια, στη συγκεκριμένη περίπτωση μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου δεν υποδηλώνει μείωση της ζήτησης αλλά αύξησή της στην ημέρα της απεργίας.



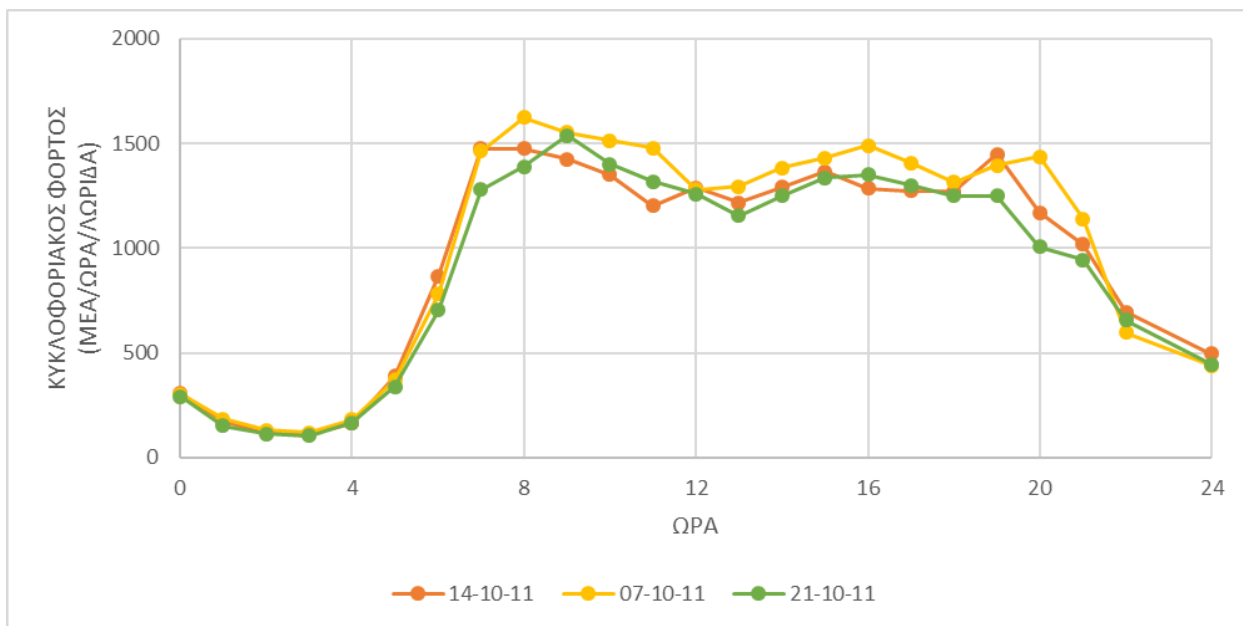
Διάγραμμα 3-22: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου της Λεωφόρου Κηφισίας με κατεύθυνση Κηφισιά (Ανιχνευτής MS280)



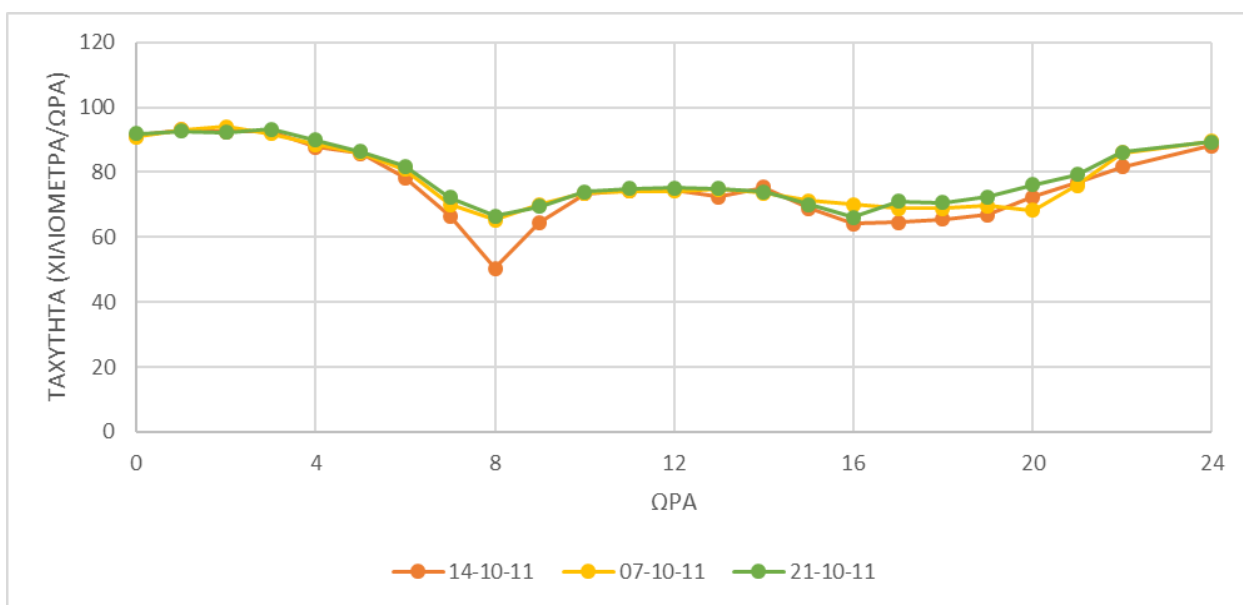
Διάγραμμα 3-23: Σύγκριση ταχυτήτων της Λεωφόρου Κηφισίας με κατεύθυνση Κηφισιά (Ανιχνευτής MS280)

Παρατηρώντας τα διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας του ανιχνευτή 280, ο οποίος βρίσκεται επί της Λεωφόρου Κηφισίας, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Για τη χρονική περίοδο 00:00-4:00 της ημέρας, που εκδηλώθηκε η απεργία, ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος σχεδόν ταυτίζεται με τους φόρτους των δύο τυπικών ημερών.
- Για τις περισσότερες ώρες της ημέρας, που εκδηλώθηκε η απεργία οι ταχύτητες που κατεγράφησαν είναι χαμηλότερες από τις αντίστοιχες των δύο τυπικών ημερών.
- Τέλος, κατά την πρωινή περίοδο αιχμής και συγκεκριμένα στο χρονικό διάστημα 7:00-8:00, ενώ τις τυπικές μέρες οι ωριαίοι κυκλοφοριακοί φόρτοι προσεγγίζουν την κυκλοφοριακή ικανότητα, ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος που καταγράφηκε την ημέρα της απεργίας είναι πολύ χαμηλότερος και αυτό γιατί η ζήτηση τη συγκεκριμένη στιγμή είναι αυξημένη και οι συνθήκες κυκλοφορίας έχουν δυσχεράνει.



Διάγραμμα 3-24: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου της Λεωφόρου Κηφισού με κατεύθυνση Πειραιά (Ανιχνευτής MS096)



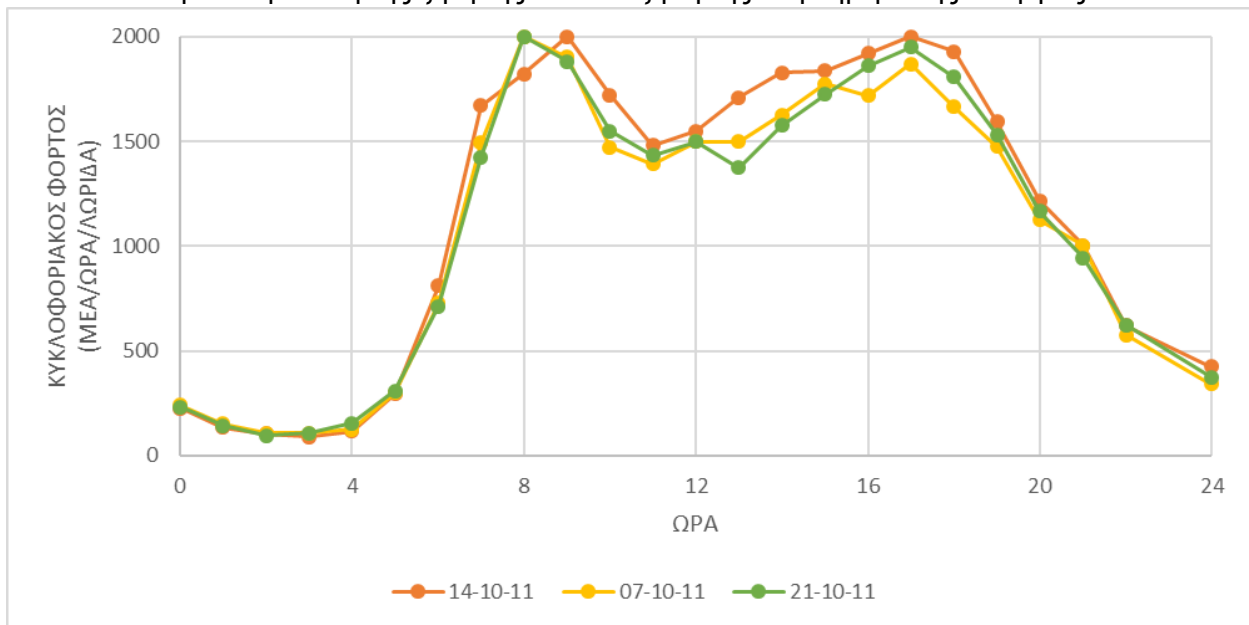
Διάγραμμα 3-25: Σύγκριση ταχυτήτων της Λεωφόρου Κηφισού με κατεύθυνση Πειραιά (Ανιχνευτής MS096)

Παρατηρώντας τα διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας του ανιχνευτή 96, ο οποίος βρίσκεται επί της Λεωφόρου Κηφισού, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

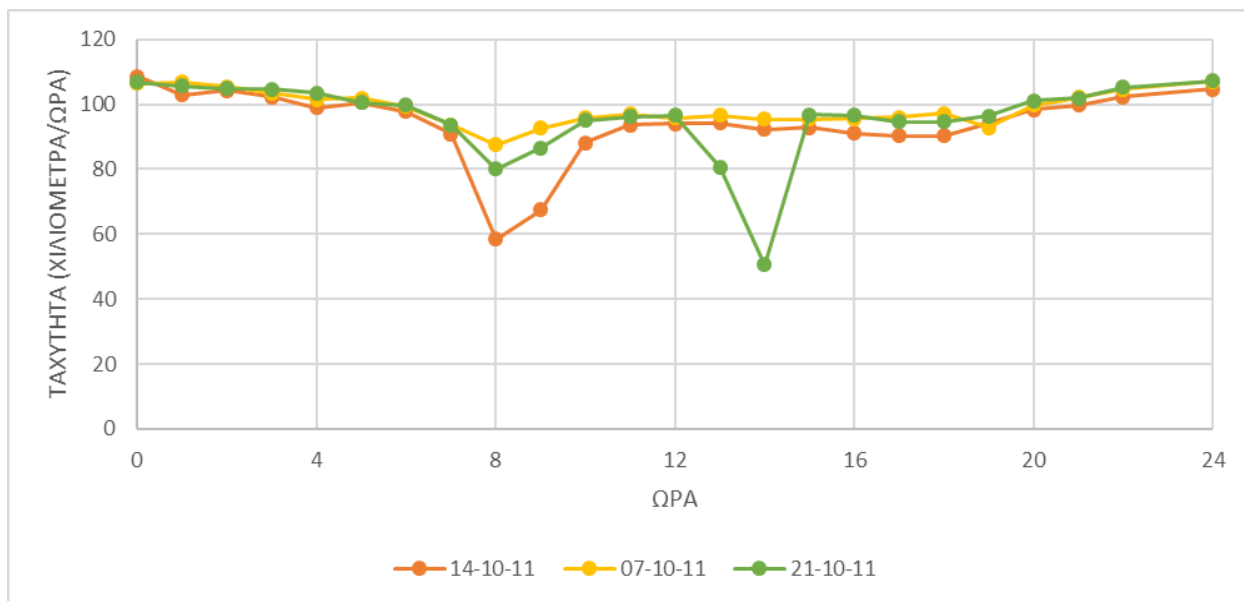
- Την ημέρα της απεργίας ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος που καταγράφηκε τόσο στην αρχή της πρωινής περιόδου αιχμής όσο και στην αρχή της απογευματινής είναι υψηλότερος από τους φόρτους που καταγράφηκαν τις δύο τυπικές ημέρες.
- Οι ταχύτητες που κατεγράφησαν την ημέρα που πραγματοποιήθηκε η απεργία είναι σχεδόν για όλη τη διάρκεια της ημέρας χαμηλότερες από τις αντίστοιχες των δύο τυπικών ημερών, με εξαίρεση τη χρονική περίοδο 00:00-3:00 όπου οι ταχύτητες και για τις τρεις

ημέρες ταυτίζονται και προσεγγίζουν την ταχύτητα ελεύθερης ροής καθώς τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος και για τις τρεις ημέρες είναι πολύ χαμηλός.

- Την ημέρα της απεργίας ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος κατά την έναρξη της πρωινής περιόδου αιχμής συνεχώς αυξάνεται έως τις 7:00 η ώρα όπου φτάνει στο μέγιστό του, αντίθετα η ταχύτητα συνεχώς μειώνεται. Στο χρονικό διάστημα 7:00-8:00 και ενώ για τη μία τυπική μέρα ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος προσέγγισε την κυκλοφοριακή ικανότητα, ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος που καταγράφηκε για την ημέρα της απεργίας ήταν αρκετά χαμηλότερος και την ίδια στιγμή η ταχύτητα έφτασε στη χαμηλότερη τιμή της.
- Τέλος, την ημέρα που πραγματοποιήθηκε η απεργία για το χρονικό διάστημα 7:00-8:00 παρατηρήθηκε, πως η συγκεκριμένη διατομή του ανιχνευτή 96 βρισκόταν σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης και αυτό γιατί από τα διαγράμματα παρατηρείται ταυτόχρονη μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας. Η ταυτόχρονη μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας σε χρονικές περιόδους αυξημένης ζήτησης μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι συνθήκες κυκλοφορίας έχουν δυσχεράνει και πως έχει επέλθει κυκλοφοριακή συμφόρηση στην συγκεκριμένη διατομή. Κατά συνέπεια, στη συγκεκριμένη περίπτωση μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου δεν υποδηλώνει μείωση της ζήτησης αλλά αύξησή της στην ημέρα της απεργίας.



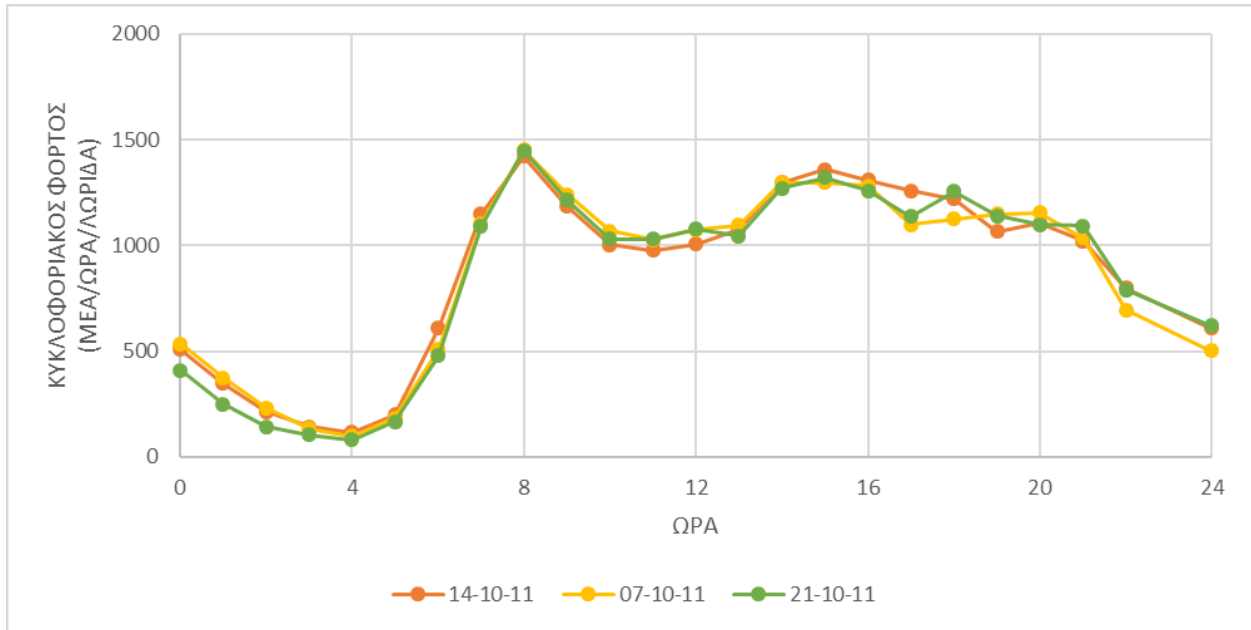
Διάγραμμα 3-26: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου της Αττικής Οδού με κατεύθυνση Κέντρο (Ανιχνευτής Α 25.65)



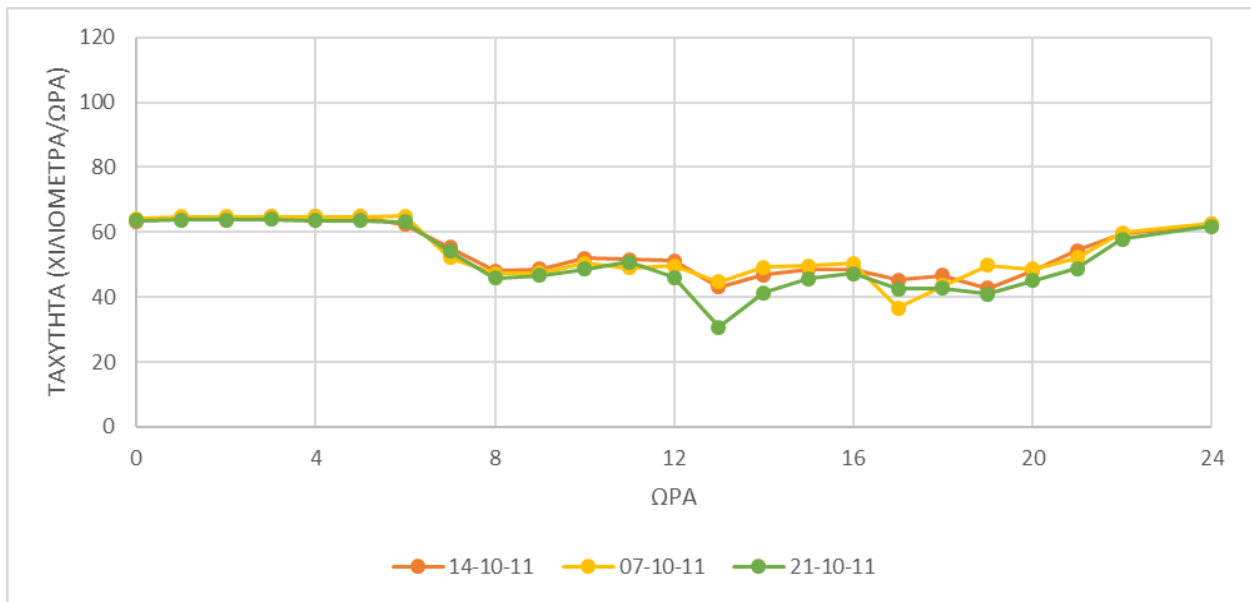
Διάγραμμα 3-27: Σύγκριση ταχυτήτων της Αττικής Οδού με κατεύθυνση Κέντρο (Ανιχνευτής Α 25.65)

Παρατηρώντας τα διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας του ανιχνευτή Α 25.65, ο οποίος βρίσκεται επί της Αττικής Οδού, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος που καταγράφηκε την ημέρα της απεργίας είναι υψηλότερος σχεδόν σε όλη τη διάρκεια της ημέρας από τους φόρτους που καταγράφηκαν τις δύο τυπικές ημέρες. Οι ωριαίοι κυκλοφοριακοί φόρτοι και των τριών ημερών ταυτίζονται για τη χρονική περίοδο 23:00-4:00.
- Οι ταχύτητες που καταγράφησαν την ημέρα που πραγματοποιήθηκε η απεργία είναι καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας χαμηλότερες από τις αντίστοιχες των δύο τυπικών ημερών, με εξαίρεση τη χρονική περίοδο 13:00-14:00 όπου οι ταχύτητες που καταγράφησαν στις 21/10/11 είναι χαμηλότερες. Οι χαμηλές ταχύτητες που καταγράφησαν την τυπική ημέρα ίσως να οφείλονται σε κάποιο συμβάν (π.χ. τροχαίο ατύχημα), χωρίς όμως να υπάρχει η απαραίτητη πληροφορία για να διαπιστωθεί κάτι τέτοιο.
- Τέλος, την ημέρα της απεργίας από το χρονικό διάστημα 6:00-7:00 ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται συνεχώς μέχρι και το χρονικό διάστημα 9:00-10:00 στο οποίο φτάνει στη μέγιστη τιμή του, όμως τη χρονική περίοδο 7:00-8:00 ο ρυθμός αύξησης του φόρτου είναι πολύ μικρός και η ταχύτητα στο χρονικό διάστημα 8:00-9:00 φτάνει στην ελάχιστη τιμή της. Τις τυπικές ημέρες ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίζει τη μέγιστη τιμή του στο χρονικό διάστημα 7:00-8:00 και όχι στο διάστημα 8:00-9:00. Η εικόνα του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας (σχετικά μικρός κυκλοφοριακός φόρτος στην περίοδο αιχμής 8:00-9:00 με ταυτόχρονη μικρή τιμή της μέσης ταχύτητας) υποδεικνύουν την εμφάνιση κάποιου συμβάντος κατά την ημέρα της απεργίας.



Διάγραμμα 3-28: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου της Λεωφόρου Κηφισίας με κατεύθυνση Κηφισιά (Ανιχνευτής MS280)



Διάγραμμα 3-29: Σύγκριση ταχυτήτων της Λεωφόρου Κηφισίας με κατεύθυνση Κηφισιά (Ανιχνευτής MS280)

Παρατηρώντας τα διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας του ανιχνευτή 280, ο οποίος βρίσκεται επί της Λεωφόρου Κηφισίας, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος που καταγράφηκε την ημέρα της απεργίας είναι μεγαλύτερος από τους φόρτους που καταγράφηκαν τις δύο τυπικές ημέρες μόνο κατά την έναρξη των δύο περιόδων αιχμής.
- Για το χρονικό διάστημα 23:00-5:00 οι ταχύτητες που καταγράφησαν και για τις τρεις ημέρες σχεδόν ταυτίζονται.

- Επιπλέον για το χρονικό διάστημα 00:00-5:00 και για τις τρεις ημέρες οι ταχύτητες που κατεγράφησαν προσεγγίζουν την ταχύτητα ελεύθερης ροής καθώς οι ωριαίοι κυκλοφοριακοί φόρτοι στο συγκεκριμένο διάστημα είναι πολύ χαμηλοί.
- Τέλος, την ημέρα που πραγματοποιήθηκε η απεργία για το χρονικό διάστημα 15:00-17:00 παρατηρήθηκε, πως η συγκεκριμένη διατομή του ανιχνευτή 280 βρισκόταν σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης και αυτό γιατί από τα διαγράμματα παρατηρείται ταυτόχρονη μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας. Η ταυτόχρονη μείωση του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας σε χρονικές περιόδους αυξημένης ζήτησης μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι συνθήκες κυκλοφορίας έχουν δυσχεράνει και πως έχει επέλθει κυκλοφοριακή συμφόρηση στην συγκεκριμένη διατομή.

Κλείνοντας το συγκεκριμένο υποκεφάλαιο, κρίνεται σκόπιμο να παρατεθούν ορισμένα συγκεντρωτικά συμπεράσματα για τις οδικές αρτηρίες που εξετάστηκαν.

Λεωφόρος Κηφισού-Κατεύθυνση προς Πειραιά

Κατά τις δύο ημέρες των απεργιών, σχεδόν μία ώρα πριν από την έναρξη της πρωινής περιόδου αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 9-17% σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο των αντίστοιχων τυπικών ημερών, ενώ η μέση ταχύτητα βρέθηκε μειωμένη κατά 1,5-4% σε σχέση με τη μέση ταχύτητα των αντίστοιχων τυπικών ημερών. Κατά την πρωινή περίοδο αιχμής, ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίστηκε αυξημένος κατά 6-11%, ενώ η μέση ταχύτητα βρέθηκε μειωμένη κατά 4-10%. Επιπλέον, κατά τη μεσημεριανή περίοδο αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 2%, ενώ η μέση ταχύτητα ήταν μειωμένη κατά 5%. Τέλος, κατά την απογευματινή περίοδο αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος βρέθηκε αυξημένος κατά 5-10%, ενώ η μέση ταχύτητα εμφανίστηκε μειωμένη κατά 5-8%.

Αττική Οδός-Κατεύθυνση προς Κέντρο

Κατά τις δύο ημέρες των απεργιών, σχεδόν μία ώρα πριν από την έναρξη της πρωινής περιόδου αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 12% σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο των αντίστοιχων τυπικών ημερών, ενώ η μέση ταχύτητα βρέθηκε μειωμένη κατά 2% σε σχέση με τη μέση ταχύτητα των αντίστοιχων τυπικών ημερών. Κατά την πρωινή περίοδο αιχμής, ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίστηκε αυξημένος κατά 10-15%, ενώ η μέση ταχύτητα βρέθηκε μειωμένη κατά 4-8%. Επιπλέον, κατά τη μεσημεριανή περίοδο αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 3-7%, ενώ η μέση ταχύτητα ήταν μειωμένη κατά 2-6%. Τέλος, κατά την απογευματινή περίοδο αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος βρέθηκε αυξημένος κατά 5-8%, ενώ η μέση ταχύτητα εμφανίστηκε μειωμένη κατά 2-6%.

Λεωφόρος Κηφισίας-Κατεύθυνση προς Κηφισιά

Κατά τις δύο ημέρες των απεργιών, σχεδόν μία ώρα πριν από την έναρξη της πρωινής περιόδου αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 25-30% σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο των αντίστοιχων τυπικών ημερών, ενώ η μέση ταχύτητα βρέθηκε μειωμένη κατά 2-3% σε σχέση με τη μέση ταχύτητα των αντίστοιχων τυπικών ημερών. Κατά την πρωινή περίοδο αιχμής, ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίστηκε μειωμένος κατά 5-10%, ενώ η μέση ταχύτητα βρέθηκε μειωμένη κατά 4-6%. Επιπλέον, κατά τη μεσημεριανή περίοδο αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν αυξημένος κατά 4%, ενώ η μέση ταχύτητα ήταν μειωμένη κατά 2%. Τέλος, κατά την απογευματινή περίοδο αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος βρέθηκε αυξημένος κατά 2-6%, ενώ η μέση ταχύτητα εμφανίστηκε μειωμένη κατά 2-5%.

3.4.2 Στατιστική ανάλυση

Η Έννοια της παλινδρόμησης

Η παλινδρόμηση είναι εκείνη η στατιστική τεχνική μοντελοποίησης για την έρευνα της συσχέτισης μεταξύ μίας εξαρτώμενης μεταβλητής και μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών (Κόκκινος, 2011). Στην ελληνική βιβλιογραφία ο όρος παλινδρόμηση ορίζεται ως η «συναγωγή σχέσεων από τα δεδομένα» (Ζαχαροπούλου, 1998). Για την ανάδειξη της σχέσης μεταξύ μίας εξαρτημένης μεταβλητής και ενός ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών, η μέθοδος της ανάλυσης παλινδρόμησης συμπεριλαμβανομένης και των τεχνικών για την μοντελοποίηση και την ανάλυση των μεταβλητών, βοηθά τον ερευνητή να εξετάσει την επίδραση της εξαρτημένης μεταβλητής όταν κάποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές παραμένουν σταθερές ενώ άλλες μεταβάλλονται.

Η Μέθοδος της παλινδρόμησης

Η μέθοδος παλινδρόμησης είναι μία διαδικασία που εφαρμόζεται για την ανάλυση των σχέσεων μεταξύ μίας εξαρτημένης μεταβλητής και μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Έτσι, χρησιμοποιείται για να κατανοηθεί ποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές αλληλοσυσχετίζονται με την εξαρτημένη μεταβλητή, να διερευνηθεί η ποικιλομορφία των πιθανών σχέσεων, και σε περιορισμένες περιπτώσεις, να συναχθούν αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ της ανεξάρτητης και της εξαρτημένης μεταβλητής.

Για την διενέργεια της ανάλυσης παλινδρόμησης έχει αναπτυχθεί ένα μεγάλο πεδίο τεχνικών το οποίο συμπεριλαμβάνει τις παραμετρικές και τις μη παραμετρικές μεθόδους. Στις παραμετρικές μεθόδους, όπως η γραμμική παλινδρόμηση και η απλή παλινδρόμηση ελαχίστων τετραγώνων, η συνάρτηση της παλινδρόμησης ορίζεται από έναν πεπερασμένο αριθμό αγνώστων παραμέτρων που εκτιμώνται από τα δεδομένα. Αντίθετα, η μη-παραμετρική παλινδρόμηση αναφέρεται σε τεχνικές που επιτρέπουν τη λειτουργία της παλινδρόμησης να εκτείνεται σε ένα καθορισμένο σύνολο λειτουργιών, οι οποίες όμως μπορεί να είναι απείρων διαστάσεων.

Οι Μεταβλητές της παλινδρόμησης

Τα μοντέλα παλινδρόμησης περιλαμβάνουν τρεις κύριες κατηγορίες μεταβλητών οι οποίες είναι:

1. Οι άγνωστες παράμετροι συσχέτισης που συμβολίζονται με β (διάνυσμα).
2. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που συμβολίζονται με X (διάνυσμα).
3. Η εξαρτώμενη μεταβλητή που συμβολίζεται με Y .

Αν και σε διαφορετικά πεδία εφαρμογής μπορεί να χρησιμοποιούνται διαφορετικοί συμβολισμοί για την εξαρτημένη και τις ανεξάρτητες μεταβλητές, η ιδέα πίσω από όλα τα μοντέλα παλινδρόμησης αφορά το σχεδιασμό μοντέλων εκτίμησης της εξαρτημένης μεταβλητής σε συνάρτηση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές και τις άγνωστες παραμέτρους και προσεγγίζεται μέσω της τυποποιημένης αριθμητικής παράστασης $E(Y|X)=f(X,\beta)$. Η προηγούμενη μαθηματική σχέση αποτελεί ένα μοντέλο παλινδρόμησης που συσχετίζει το Y σε μία συνάρτηση παλινδρόμησης των X και β .

Η Συσχέτιση των μεταβλητών

Η συσχέτιση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών εκτιμάει την αλληλεπίδραση ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Πρακτικά σημαίνει, ότι από την τιμή ενός συντελεστή συσχέτισης κατανοείται πόσο έντονη ή χαλαρή είναι η συσχέτιση δύο μεταβλητών. Η διαδικασία συσχέτισης παρουσιάζεται όχι μόνο σε ποσοτικές μεταβλητές αλλά και σε ποιοτικές ή κατηγορικές μεταβλητές. Το γεγονός της ύπαρξης ή μη έντονης συσχέτισης ανάμεσα σε δύο μεταβλητές, δεν συνεπάγεται απαραίτητα και την ύπαρξη μίας συναρτησιακής σχέσης μεταξύ αυτών.

Το Μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης

Η απλούστερη περίπτωση παλινδρόμησης είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση όπου υπάρχει μία μόνο ανεξάρτητη μεταβλητή X και μία εξαρτημένη μεταβλητή Y που μπορεί να προσεγγιστεί ικανοποιητικά από μία γραμμική συνάρτηση του X . Η απλή σχέση παλινδρόμησης μπορεί να παρουσιαστεί με την εξής απλή μαθηματική μορφή:

$$Y = f(X)$$

Η βασική υπόθεση είναι ότι η συναρτησιακή σχέση μεταξύ Y και X είναι γραμμική καταλήγοντας σε μία απλή γραμμική σχέση παλινδρόμησης της μορφής:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Όπου β_0 και β_1 είναι οι παράμετροι της σχέσης. Ειδικότερα, ο συντελεστής β_0 είναι ο σταθερός όρος, δηλαδή το σημείο από το οποίο ξεκινά η ευθεία που διέρχεται ανάμεσα από τα σημεία των συντεταγμένων των δύο μεταβλητών, όταν η τιμή X είναι 0. Είναι δηλαδή το αυτόνομο τμήμα της τιμής της Y . Ο όρος αυτός είναι η αναμενόμενη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής όταν η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής είναι μηδέν και άρα είναι ο σταθερός όρος της πληθυσμιακής εξίσωσης παλινδρόμησης. Ο συντελεστής β_1 αντιπροσωπεύει την κλίση, δηλαδή δείχνει τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής Y για μία μοναδιαία μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής X . Μία αρνητική κλίση δείχνει την ύπαρξη αρνητικής σχέσης μεταξύ των μεταβλητών. Η κλίση β_1 μετρά τη μεταβολή στην αναμενόμενη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής όταν μεταβάλλεται η ανεξάρτητη μεταβλητή.

Το Μοντέλο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Στη γενική του μορφή ένα τέτοιο μοντέλο λέγεται μοντέλο προσθετικής πολλαπλής παλινδρόμησης (additive multiple regression model), και λέγεται έτσι καθώς όλοι οι όροι του μοντέλου περιλαμβάνονται σε αυτό αθροιστικά. Δηλαδή, υπάρχει μία εξαρτημένη μεταβλητή και περισσότερες από μία ανεξάρτητες. Τα δυνατά μοντέλα προσθετικής πολλαπλής παλινδρόμησης είναι τα ακόλουθα και αποτελούν ένα παράδειγμα όπου χρησιμοποιούνται δύο ανεξάρτητες μεταβλητές χ_1 και χ_2 :

1. Το μοντέλο πρώτου πολυωνυμικού βαθμού

$$y = \beta_0 + \beta_1 \chi_1 + \beta_2 \chi_2 + \varepsilon_i$$

2. Το μοντέλο δεύτερου πολυωνυμικού βαθμού χωρίς αλληλεπίδραση

$$y = \beta_0 + \beta_1 \chi_1 + \beta_2 \chi_2 + \beta_3 \chi_1^2 + \beta_4 \chi_2^2 + \varepsilon_i$$

3. Το μοντέλο πρώτου πολυωνυμικού βαθμού με αλληλεπίδραση

$$y = \beta_0 + \beta_1 \chi_1 + \beta_2 \chi_2 + \beta_3 \chi_1 \chi_2 + \varepsilon_i$$

4. Το πλήρες μοντέλο δεύτερου πολυωνυμικού βαθμού με αλληλεπίδραση

$$y = \beta_0 + \beta_1 \chi_1 + \beta_2 \chi_2 + \beta_3 \chi_1^2 + \beta_4 \chi_2^2 + \beta_5 \chi_1 \chi_2 + \varepsilon_i$$

Ανάμεσα στα τέσσερα παραπάνω μοντέλα υπάρχουν διαφορές, ως προς τις μεταβλητές χ_1 και χ_2 , όμως παρόλα αυτά και τα τέσσερα είναι γραμμικά ως προς τις παραμέτρους τους, των οποίων η εκτίμηση μπορεί να γίνει με την κλασική μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων καθώς επίσης και με τη μέθοδο μεγίστης πιθανοφάνειας.

Τέλος κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί, πως για τις ανάγκες της συγκεκριμένη διπλωματικής εργασίας θα χρησιμοποιηθεί το γενικό γραμμικό μοντέλο, το οποίο αποτελεί μία γενίκευση του μοντέλου πρώτου πολυωνυμικού βαθμού και περιγράφεται από την παρακάτω σχέση.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon_i$$

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

4.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρατίθενται όλες οι μεταβλητές (εξαρτημένες και ανεξάρτητες), που εξετάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των στατιστικών μοντέλων. Επιπλέον παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων όπως αυτά αναλύθηκαν με τη χρήση του προγράμματος R.

4.2 Μεταβλητές Μοντέλου

4.2.1 Εξαρτημένες μεταβλητές

Στο προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε μία λεπτομερής αναφορά τόσο στην επιλογή των κατάλληλων για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας δεδομένων όσο και στην επεξεργασία τους. Με το πέρας του σταδίου της επεξεργασίας τα δεδομένα, που παρείχε το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής και της Αττικής Οδού είναι στην κατάλληλη μορφή ώστε να αξιοποιηθούν στο στάδιο της ανάλυσης. Στο σημείο αυτό και για τις ανάγκες του συγκεκριμένου κεφαλαίου κρίνεται σκόπιμο να ειπωθεί για μία ακόμα φορά πως στα αρχεία Excel, τα οποία προέκυψαν από το στάδιο της επεξεργασίας, περιέχεται πληροφορία ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα, μέσης ταχύτητας και χρόνου διαδρομής. Κατά συνέπεια, ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος, η μέση ταχύτητα και ο χρόνος διαδρομής θα χρησιμοποιηθούν ως εξαρτημένες μεταβλητές για τη δημιουργία των στατιστικών μοντέλων. Εκτός από τα τρία αυτά μεγέθη ως εξαρτημένες μεταβλητές θα χρησιμοποιηθούν και οι ποσοστιαίες μεταβολές τους, καθώς όπως έχει ήδη αναφερθεί για τα συγκεκριμένα μεγέθη υπάρχουν τα αντίστοιχα δεδομένα τόσο για τις ημέρες των απεργιών όσο και για τις τυπικές τους ημέρες. Συνοψίζοντας, ως εξαρτημένες μεταβλητές θα χρησιμοποιηθούν οι εξής:

1. Κυκλοφοριακός Φόρτος (Traffic flow)
2. Μέση ταχύτητα (Mean speed)
3. Χρόνος Διαδρομής (Travel time)
4. Ποσοστιαία Μεταβολή του Κυκλοφοριακού Φόρτου (PDTF)
5. Ποσοστιαία Μεταβολή της Μέσης Ταχύτητας (PDMS)
6. Ποσοστιαία Μεταβολή του Χρόνου Διαδρομής (PDTT)

Εντός παρενθέσεων παρουσιάζεται το όνομα κάθε μεταβλητής όπως αυτή χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R.

4.2.2 Ανεξάρτητες μεταβλητές

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο προσδιορίστηκαν οι εξαρτημένες μεταβλητές των στατιστικών μοντέλων. Μία ακόμα κύρια κατηγορία μεταβλητών, η οποία είναι απαραίτητη για τη δημιουργία στατιστικών μοντέλων είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές. Ανεξάρτητες είναι όλες εκείνες οι μεταβλητές, που θα εξεταστούν στην παρούσα εργασία με στόχο την εύρεση συσχέτισης ή μη με τις εξαρτημένες μεταβλητές. Με άλλα λόγια σκοπός είναι η εύρεση παραγόντων που επηρεάζουν τα κυκλοφοριακά μεγέθη (κυκλοφοριακός φόρτος, ταχύτητα και χρόνος διαδρομής). Κατά συνέπεια, από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που θα εξεταστούν είναι προφανές πως ορισμένες θα ασκούν έντονη επιρροή στα κυκλοφοριακά μεγέθη, ορισμένες θα ασκούν μικρότερη επιρροή και κάποιες δεν θα συσχετίζονται με αυτά.

Για τα στατιστικά μοντέλα, που οι εξαρτημένες μεταβλητές τους είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος και η μέση ταχύτητα αντίστοιχα, οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι οι εξής:

- **Είδος Απεργίας (Strike)** (Με τιμές 1 έως 13 για κάθε είδος απεργίας. Όπου 1=Τυπική Ημέρα, 2=Απεργία Τρόλεϊ, 3=Απεργία Λεωφορείων, 4=Απεργία Προαστιακού, 5=Απεργία Μετρό, 6=Απεργία ΗΣΑΠ, 7=Απεργία Τραμ, 8=Απεργία Λεωφορείων, Τρόλεϊ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ, 9=Απεργία ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ, 10=Απεργία Λεωφορείων, Τρόλεϊ, Προαστιακού, 11=Απεργία Λεωφορείων, Τραμ, Προαστιακού, 12=Απεργία ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακού, 13=Απεργία ΗΣΑΠ, Μετρό)
- **Οδική Αρτηρία (Link)** (Με τιμές 1 έως 9 για κάθε οδική αρτηρία. Όπου 1=Λεωφ. Κηφισού, 2=Λεωφ. Συγγρού, 3=Λεωφ. Κηφισίας, 4=Οδ. Πανεπιστημίου, 5=Λεωφ. Βασ. Σοφίας, 6=Λεωφ. Αλεξάνδρας, 7=Λεωφ. Μεσογείων, 8=Αττική Οδός, 9=Περιφερειακή Υμηττού)
- **Μετρητές Κυκλοφορίας (Counter)** (Με τιμές 1 έως 17 για κάθε μετρητή κυκλοφορίας. Όπου 1=MS094, 2=MS096, 3=MS193, 4=MS213, 5=MS280, 6=MS281, 7=MS369, 8=MS392, 9=MS393, 10=MS416, 11=MS418, 12=MS456, 13=MS467, 14=A25.65, 15=E30.60, 16=K0.77, 17=M1.02)
- **Ωρα (Hour)** (Με τιμές 0 έως 23 για κάθε ώρα της ημέρας).
- **Ημέρα (Day)** (Με τιμές 1 έως 7 για κάθε ημέρα της εβδομάδας. Όπου 1=Δευτέρα, 2=Τρίτη, 3=Τετάρτη, 4=Πέμπτη, 5=Παρασκευή, 6=Σάββατο, 7=Κυριακή)
- **Μήνας (Month)** (Με τιμές 1 έως 12 για κάθε μήνα του έτους)
- **Έτος (Year)** (Με τιμές 2011, 2012, 2013, 2016, 2017, 2018 για τις αντίστοιχες χρονιές)
- **Περίοδος Καλοκαιριού (Vok)** (Με τιμές 1=Μη καλοκαιρινή περίοδος, 2=Καλοκαιρινή περίοδος)
- **Σχολική Περίοδος (School)** (Με τιμές 1=Σχολική περίοδος, 2=Μη σχολική περίοδος)
- **Κατεύθυνση (Direction)** (Με τιμές 1=Προς Κέντρο, 2=Προς Προάστια)
- **Κεντρική Οδική Αρτηρία (Road)** (Με τιμές 1=Κεντρική οδική αρτηρία, 2=Μη κεντρική οδική αρτηρία)
- **Φωτεινή Σηματοδότηση (Light)** (Με τιμές 1=Οδική αρτηρία με φωτεινή σηματοδότηση, 2=Οδική αρτηρία χωρίς φωτεινή σηματοδότηση)
- **Λωρίδες Κυκλοφορίας (Lanes)** (Με τιμές 2=Οδική αρτηρία με 2 λωρίδες κυκλοφορίας, 3=Οδική αρτηρία με 3 λωρίδες κυκλοφορίας, 4=Οδική αρτηρία με 4 λωρίδες κυκλοφορίας)
- **Διόδια (Tolls)** (Με τιμές 1=Οδική αρτηρία με διόδια, 2=Οδική αρτηρία χωρίς Διόδια)
- **Ημέρα (Gday)** (Με τιμές 1=Από Δευτέρα έως και Πέμπτη, 2=Παρασκευή, 3=Σάββατο και Κυριακή)
- **Εποχή (Season)** (Με τιμές 1=Χειμώνας, 2=Άνοιξη, 3=Καλοκαίρι, 4=Φθινόπωρο)
- **Λειτουργία MMM και Περίοδος Αιχμής (Peak)** (Με τιμές 1=Μη λειτουργία των MMM και παράλληλα μη περίοδος αιχμής, 2=Λειτουργία των MMM και παράλληλα μη περίοδος αιχμής, 3=Λειτουργία των MMM κοντά στην περίοδο αιχμής, 4=Λειτουργία των MMM κατά την περίοδο αιχμής)

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως οι παραπάνω μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα R ως συντελεστές (factor) καθώς οι τιμές τους δεν αντιστοιχούν σε αριθμητικές τιμές.

Για τα στατιστικά μοντέλα, που οι εξαρτημένες μεταβλητές τους είναι η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου και η ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας αντίστοιχα, οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι οι ίδιες με τις παραπάνω και επιπλέον μία ακόμα που είναι η εξής:

- **Βαθμός Κορεσμού (Dos)** (Με τιμές 1=Βαθμός κορεσμού από 0 έως 0.3, 2=Βαθμός κορεσμού από 0.3 έως 0.6, 3=Βαθμός κορεσμού από 0.6 έως 0.9, 4=Βαθμός κορεσμού μεγαλύτερος από 0.9)

Για τα στατιστικά μοντέλα, που οι εξαρτημένες μεταβλητές τους είναι ο χρόνος διαδρομής και η ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής, οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι οι εξής:

- **Είδος Απεργίας (Strike)** (Με τιμές 1 έως 13 για κάθε είδος απεργίας. Όπου 1=Τυπική Ημέρα, 2=Απεργία Τρόλεϊ, 3=Απεργία Λεωφορείων, 4=Απεργία Προαστιακού, 5=Απεργία Μετρό, 6=Απεργία ΗΣΑΠ, 7=Απεργία Τραμ, 8=Απεργία Λεωφορείων, Τρόλεϊ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ, 9=Απεργία ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ, 10=Απεργία Λεωφορείων, Τρόλεϊ, Προαστιακού, 11=Απεργία Λεωφορείων, Τραμ, Προαστιακού, 12=Απεργία ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακού, 13=Απεργία ΗΣΑΠ, Μετρό)
- **Οδική Αρτηρία (Link)** (Με τιμές 1 έως 4 για κάθε οδική αρτηρία. Όπου 1=Λεωφ. Κηφισού, 2=Λεωφ. Συγγρού, 3=Λεωφ. Βουλιαγμένης, 4=Λεωφ. Αλεξάνδρας)
- **Διαδρομή (Route)** (Με τιμές 1 έως 7 για κάθε διαδρομή. Όπου 1=RO02.2, 2=RO03.3, 3=RO05.2, 4=RO06.2, 5=RO13.1, 6=RO15.2, 7=RO23.2)
- **Ωρα (Hour)** (Με τιμές 0 έως 23 για κάθε ώρα της ημέρας).
- **Ημέρα (Day)** (Με τιμές 1 έως 7 για κάθε ημέρα της εβδομάδας. Όπου 1=Δευτέρα, 2=Τρίτη, 3=Τετάρτη, 4=Πέμπτη, 5=Παρασκευή, 6=Σάββατο, 7=Κυριακή)
- **Μήνας (Month)** (Με τιμές 1 έως 12 για κάθε μήνα του έτους)
- **Έτος (Year)** (Με τιμές 2011, 2012, 2013, 2016, 2017, 2018 για τις αντίστοιχες χρονιές)
- **Μήκος Διαδρομής (Length)**
- **Περίοδος Καλοκαιριού (Vok)** (Με τιμές 1=Μη καλοκαιρινή περίοδος, 2=Καλοκαιρινή περίοδος)
- **Σχολική Περίοδος (School)** (Με τιμές 1=Σχολική περίοδος, 2=Μη σχολική περίοδος)
- **Κατεύθυνση (Direction)** (Με τιμές 1=Προς Κέντρο, 2=Προς Προάστια)
- **Κεντρική Οδική Αρτηρία (Road)** (Με τιμές 1=Κεντρική οδική αρτηρία, 2=Μη κεντρική οδική αρτηρία)
- **Φωτεινή Σηματοδότηση (Light)** (Με τιμές 1=Οδική αρτηρία με φωτεινή σηματοδότηση, 2=Οδική αρτηρία χωρίς φωτεινή σηματοδότηση)
- **Ημέρα (Gday)** (Με τιμές 1=Από Δευτέρα έως και Πέμπτη, 2=Παρασκευή, 3=Σάββατο και Κυριακή)
- **Εποχή (Season)** (Με τιμές 1=Χειμώνας, 2=Άνοιξη, 3=Καλοκαίρι, 4=Φθινόπωρο)
- **Λειτουργία MMM και Περίοδος Αιχμής (Peak)** (Με τιμές 1=Μη λειτουργία των MMM και παράλληλα μη περίοδος αιχμής, 2=Λειτουργία των MMM και παράλληλα μη περίοδος αιχμής, 3=Λειτουργία των MMM κοντά στην περίοδο αιχμής, 4=Λειτουργία των MMM κατά την περίοδο αιχμής)

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως οι παραπάνω μεταβλητές, εκτός της μεταβλητής «Μήκος Διαδρομής», χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα R ως συντελεστές (factor) καθώς οι τιμές τους δεν αντιστοιχούν σε αριθμητικές τιμές.

Τέλος, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν τρεις σημαντικές λεπτομέρειες σχετικά με τις μεταβλητές, τα στατιστικά μοντέλα και το πρόγραμμα R.

1. Δίπλα από κάθε μεταβλητή και εντός κάθε παρένθεσης παρουσιάζεται το όνομα κάθε μεταβλητής όπως αυτό χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R.
2. Για τη δημιουργία των στατιστικών μοντέλων με τη χρήση του προγράμματος R ήταν αναγκαία η δημιουργία αρχείων Excel, τα οποία περιλαμβάνουν τόσο τις εξαρτημένες όσο και τις ανεξάρτητες μεταβλητές.
3. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως το επίπεδο βάσης των κατηγορικών ανεξαρτήτων μεταβλητών είναι το πρώτο επίπεδο τιμών τους.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται τμήμα της βάσης δεδομένων ως υπόδειγμα.

Name	Traffic Flow	Mean Speed	Strike	Link	Counter	Hour	Day	Month	Year	Summer	School	Direction	Road	Light	Lanes	Peak	Season	Gday	Tolls
MS094	1976	90	1	1	1	0	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	2	4	2	2
MS094	1117	93	1	1	1	1	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	1	4	2	2
MS094	697	95	1	1	1	2	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	1	4	2	2
MS094	598	93	1	1	1	3	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	1	4	2	2
MS094	752	89	1	1	1	4	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	1	4	2	2
MS094	1815	87	1	1	1	5	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	2	4	2	2
MS094	3759	80	1	1	1	6	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	3	4	2	2
MS094	5908	76	1	1	1	7	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	6247	75	1	1	1	8	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	5365	79	1	1	1	9	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	5189	79	1	1	1	10	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	5189	77	1	1	1	11	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	3	4	2	2
MS094	5069	76	1	1	1	12	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	2	4	2	2
MS094	5371	72	1	1	1	13	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	3	4	2	2
MS094	5796	65	1	1	1	14	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	4979	28	1	1	1	15	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	5703	28	1	1	1	16	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	6218	66	1	1	1	17	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	5940	69	1	1	1	18	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	5513	69	1	1	1	19	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	5411	74	1	1	1	20	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	5135	78	1	1	1	21	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	4	4	2	2
MS094	3077	85	1	1	1	22	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	3	4	2	2
MS094	2304	89	1	1	1	23	5	10	2011	1	1	1	2	2	4	2	4	2	2

Εικόνα 4-1: Παράδειγμα αρχείου Excel για την δημιουργία στατιστικών μοντέλων στο πρόγραμμα R

4.3 Αποτελέσματα Στατιστικών Μοντέλων

4.3.1 Μεταβλητή απόκρισης: Κυκλοφοριακός φόρτος

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων στα οποία χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή απόκρισης ο κυκλοφοριακός φόρτος. Αρχικά, με τη χρήση του προγράμματος R προσδιορίστηκε ένα στατιστικό μοντέλο, το οποίο περιγράφει τη σχέση μεταξύ του κυκλοφοριακού φόρτου με βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4-1: Αποτελέσματα 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης τον κυκλοφοριακό φόρτο.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ					
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)	
Σταθερός όρος	2339.67	14.54	160.866	< 2e-16	***
Καλοκαίρι	140.54	13.47	10.431	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Προαστιακός)	122.39	19.26	6.354	2.13E-10	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	147.2	22.53	6.533	6.54E-11	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	87.92	15.15	5.804	6.53E-09	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακός)	220.23	37.49	5.874	4.29E-09	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό)	190.03	37.72	5.038	4.73E-07	***
Οδική αρτηρία (Λ. Συγγρού)	-1309.77	17.69	-74.036	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία (Λ. Κηφισίας)	-1482.7	18.06	-82.078	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία (Οδ. Πανεπιστημίου)	-2072.37	21.68	-95.605	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία (Λ. Βασ. Σοφίας)	-2709.15	18.07	-149.942	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία (Λ. Αλεξάνδρας)	-2698.27	17.69	-152.556	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία (Λ. Μεσογείων)	-2358.14	17.7	-133.242	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία (Αττική Οδός)	-992.31	17.68	-56.127	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία (Περιφερειακή Υμηπού)	-2468.39	17.68	-139.597	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (6)	775.89	22.67	34.22	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (7)	1942.33	22.67	85.664	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (8)	2516.63	22.66	111.071	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (9)	2317.07	22.66	102.263	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (10)	2030.56	22.66	89.618	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (11)	1921.2	22.66	84.791	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (12)	1923.48	22.67	84.833	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (13)	1991.56	22.67	87.836	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (14)	2119.69	22.73	93.257	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (15)	2223.71	22.66	98.143	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (16)	2246.62	22.71	98.91	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (17)	2339.63	22.69	103.114	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (18)	2260.23	22.67	99.685	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (19)	2068.06	22.7	91.113	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (20)	1794.22	22.68	79.104	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (21)	1555.22	22.67	68.615	< 2e-16	***
Ώρα της ημέρας (22)	977.59	22.67	43.116	< 2e-16	***

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Σε ημέρες απεργίας ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο των τυπικών ημερών. Ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίζει τη μεγαλύτερη αύξηση κατά την απεργία του ΗΣΑΠ, του μετρό και του προαστιακού. Παρόλα αυτά θα περίμενε κανείς ο κυκλοφοριακός φόρτος να εμφανίζει τη μεγαλύτερη αύξησή του κατά την απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ καθώς στη συγκεκριμένη απεργία συμμετέχουν όλα τα μέσα με τη μεγαλύτερη επιβατική κίνηση. Κατά συνέπεια, σε πρώτη φάση καλό είναι να σταθεί κανείς στα είδη των απεργιών που επηρεάζουν τον κυκλοφοριακό φόρτο γενικότερα.
- Στις περιόδους αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται κατά πολύ σε σχέση με το επίπεδο βάσης, που είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος για το χρονικό διάστημα 00:00-1:00 κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο. Επιπλέον παρατηρώντας και τις υπόλοιπες ώρες τις ημέρας, που βρίσκονται εκτός περιόδου αιχμής, προκύπτει το συμπέρασμα πως η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου στις ώρες αυτές είναι μικρότερη από την αύξηση κατά της περιόδους αιχμής. Κρίθηκε σκόπιμο να ενοποιηθούν μεταξύ τους επίπεδα της συγκεκριμένης μεταβλητής με κοινά χαρακτηριστικά με σκοπό τη δημιουργία μεταβλητής με λιγότερα επίπεδα και κατά συνέπεια την εξαγωγή ουσιαστικότερων συμπερασμάτων.

Με αφορμή τη συγκεκριμένη ενοποίηση αξίζει να αναφερθεί πως σε μεταβλητές με επίσης πολλά επίπεδα εφαρμόστηκε η ίδια μεθοδολογία.

- Τέλος, από τον παραπάνω πίνακα παρατηρεί κανείς πως οι οδικές αρτηρίες της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών επηρεάζουν τον κυκλοφοριακό φόρτο, η κάθε μία με τον δικό της τρόπο. Η κάθε αρτηρία παρουσιάζει ενδογενή χαρακτηριστικά τα οποία όμως δεν είναι γνωστά και κατά συνέπεια ο κυκλοφοριακός φόρτος καθορίζεται σε υψηλό βαθμό, όπως γίνεται αντιληπτό από τις τιμές των δεικτών, από παραμέτρους σχετικές με τις αρτηρίες που δεν δύναται να προσδιοριστούν. Κατά συνέπεια, κρίνεται σκόπιμο η παράμετρος « Οδική αρτηρία » να μη ληφθεί υπόψη στην περαιτέρω ανάλυση.

Στο σημείο αυτό και με αφορμή τα αποτελέσματα του παραπάνω στατιστικού μοντέλου κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν όλες οι μεταβλητές, που έχουν πολλά επίπεδα και θα ενοποιηθούν καθώς και οι μεταβλητές, οι οποίες δεν θα συμμετάσχουν στη δημιουργία των υπόλοιπων στατιστικών μοντέλων.

Μεταβλητές που ενοποιούνται τα επίπεδά τους

- **Ωρα** (Hour) (Με τιμές 0 έως 23 για κάθε ώρα της ημέρας).
- **Ημέρα** (Day) (Με τιμές 1 έως 7 για κάθε ημέρα της εβδομάδας. Όπου 1=Δευτέρα, 2=Τρίτη, 3=Τετάρτη, 4=Πέμπτη, 5=Παρασκευή, 6=Σάββατο, 7=Κυριακή)
- **Μήνας** (Month) (Με τιμές 1 έως 12 για κάθε μήνα του έτους)

Μεταβλητές μετά την ενοποίηση

- **Λειτουργία MMM και Περίοδος Αιχμής** (Peak) (Με τιμές 1=Μη λειτουργία των MMM και παράλληλα μη περίοδος αιχμής, 2=Λειτουργία των MMM και παράλληλα μη περίοδος αιχμής, 3=Λειτουργία των MMM κοντά στην περίοδο αιχμής, 4=Λειτουργία των MMM κατά την περίοδο αιχμής)
- **Ημέρα** (Gday) (Με τιμές 1=Από Δευτέρα έως και Πέμπτη, 2=Παρασκευή, 3=Σάββατο και Κυριακή)
- **Εποχή** (Season) (Με τιμές 1=Χειμώνας, 2=Άνοιξη, 3=Καλοκαίρι, 4=Φθινόπωρο)

Μεταβλητές που δεν θα συμμετάσχουν στην δημιουργία στατιστικών μοντέλων

- **Οδική Αρτηρία** (Link)
- **Μετρητές Κυκλοφορίας** (Counter)
- **Διαδρομή** (Route)

Εν συνεχεία, με τη χρήση του προγράμματος R προσδιορίστηκε ένα δεύτερο στατιστικό μοντέλο, το οποίο και αυτό περιγράφει τη σχέση μεταξύ του κυκλοφοριακού φόρτου με βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές με τη διαφορά όμως ότι το συγκεκριμένο παρέχει αποτελέσματα με μεγαλύτερη αξιοπιστία. Τα αποτελέσματα του δεύτερου στατιστικού μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4-2: Αποτελέσματα 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης τον κυκλοφοριακό φόρτο.

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ					
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)	
Σταθερός όρος	525.66	21.83	24.078	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	122.47	35.06	3.494	0.000477	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακός)	193.84	58.61	3.307	0.000944	***
Καλοκαίρι	105.35	20.92	5.035	4.81E-07	***
Ημέρα της εβδομάδας (Παρασκευή)	97.35	15.45	6.299	3.03E-10	***
Ημέρα της εβδομάδας (Σάββατο & Κυριακή)	-398.83	23.81	-16.752	< 2e-16	***
Λειτουργία MMM εκτός περιόδου αιχμής	906.6	23.39	38.766	< 2e-16	***
Λειτουργία MMM κοντά στην περίοδο αιχμής	1626.38	23.38	69.554	< 2e-16	***
Λειτουργία MMM στην περίοδο αιχμής	2311.43	19.11	120.929	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία χωρίς διόδια	75.19	15.99	4.701	2.60E-06	***
Κατεύθυνση (Προς Προάστια)	-563.39	14.25	-39.54	< 2e-16	***

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Σε ημέρες απεργίας παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, κάτι που είναι αναμενόμενο. Από τα παραπάνω δύο είδη απεργιών θα περίμενε κανείς το πρώτο να προκαλεί μεγαλύτερη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με το δεύτερο καθώς το πρώτο είδος περιλαμβάνει σχεδόν όλα τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Αυτό συμβαίνει γιατί από τις τρεις ημέρες απεργίας των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ οι δύο ήταν για όλα τα μέσα εικοσιτετράωρες ενώ τη μία ημέρα ο ΗΣΑΠ, το μετρό και το τραμ δεν λειτουργούσαν μόνο τις πρωινές και τις βραδινές ώρες.
- Επιπλέον, από το στατιστικό μοντέλο προκύπτει συσχέτιση μεταξύ του κυκλοφοριακού φόρτου και της μεταβλητής «Περίοδος Καλοκαιριού», αν και το αποτέλεσμα δεν είναι το αναμενόμενο καθώς θα περίμενε κανείς κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ο κυκλοφοριακός φόρτος να είναι μικρότερος σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες του έτους. Αυτό συμβαίνει γιατί οι ημέρες που ανήκουν στην κατηγορία «Περίοδος Καλοκαιριού» είναι μόνο η Τρίτη, η Τετάρτη και η Πέμπτη σε αντίθεση με την κατηγορία «Μη Περίοδος Καλοκαιριού» που συμπεριλαμβάνει και το Σαββατοκύριακο.
- Κατά το Σαββατοκύριακο παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο τις καθημερινές ημέρες, κάτι που και αυτό είναι αναμενόμενο.
- Επιπροσθέτως, εμφανής είναι η σημαντική αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου που παρατηρείται σε περιόδους αιχμής. Αξίζει να σημειωθεί πως κατά τη λειτουργία των MMM εκτός της περιόδου αιχμής παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, όπως αναμενόταν, αλλά παρόλα αυτά η σημαντικότερη αύξηση εμφανίζεται κατά τη λειτουργία των MMM κοντά αλλά και εντός της περιόδου αιχμής.
- Τέλος, στις οδικές αρτηρίες με κατεύθυνση τα προάστια παρατηρείται μικρότερος κυκλοφοριακός φόρτος σε σχέση με τις οδικές αρτηρίες με κατεύθυνση το κέντρο της πόλης, όπως και αναμενόταν.

4.3.2 Μεταβλητή απόκρισης: Μέση ταχύτητα

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου, στο οποίο χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή απόκρισης η μέση ταχύτητα. Με τη χρήση του προγράμματος R προσδιορίστηκε ένα στατιστικό μοντέλο, το οποίο περιγράφει τη σχέση μεταξύ της μέσης ταχύτητας με βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4-3: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης τη μέση ταχύτητα

ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ					
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)	
Σταθερός όρος	65.1912	0.4487	145.277	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία)	-3.6162	0.6073	-5.955	2.63E-09	***
Είδος απεργίας (Προαστιακός)	-0.8761	0.2905	-3.015	0.002568	**
Είδος απεργίας (Μετρό)	-1.9346	0.2926	-6.613	3.83E-11	***
Είδος απεργίας (Τραμ)	-2.1714	0.561	-3.871	0.000109	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	-1.3863	0.3382	-4.099	4.15E-05	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	-3.1278	0.229	-13.658	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, Προαστιακός)	-1.734	0.4676	-3.709	0.000209	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τραμ, Προαστιακός)	-2.1445	0.561	-3.823	0.000132	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακός)	-2.8626	0.561	-5.103	3.37E-07	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό)	-1.4176	0.5644	-2.512	0.012023	*
Λειτουργία ΜΜΜ εκτός περιόδου αιχμής	-0.7893	0.224	-3.523	0.000427	***
Λειτουργία ΜΜΜ κοντά στην περίοδο αιχμής	-3.3327	0.224	-14.879	< 2e-16	***
Λειτουργία ΜΜΜ στην περίοδο αιχμής	-9.2052	0.1829	-50.322	< 2e-16	***
Ημέρα της εβδομάδας (Σάββατο & Κυριακή)	7.9572	0.2651	30.013	< 2e-16	***
Χρονική περίοδος με κλειστά σχολεία	2.2659	0.2632	8.608	< 2e-16	***
Μη κεντρική οδική αρτηρία	7.7968	0.2307	33.798	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία χωρίς φωτεινούς σηματοδότες	19.5309	0.375	52.083	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία χωρίς διόδια	-19.0528	0.4427	-43.04	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία με 3 λωρίδες κυκλοφορίας	0.9413	0.27	3.486	0.00049	***
Οδική αρτηρία με 4 λωρίδες κυκλοφορίας	2.2968	0.297	7.733	1.08E-14	***

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Η μέση ταχύτητα επηρεάζεται από όλα τα παραπάνω είδη των απεργιών και με τρόπο αναμενόμενο, δηλαδή κατά την εκδήλωση οποιασδήποτε απεργίας παρατηρείται μείωση της μέση ταχύτητας σε σχέση με την τιμή που αυτή θα έχει μία οποιαδήποτε τυπική ημέρα. Από τα παραπάνω είδη απεργιών θα περίμενε κανείς ότι η απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ θα προκαλούσε την μεγαλύτερη μείωση της μέσης ταχύτητας σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη καθώς στο συγκεκριμένο είδος απεργίας συμμετέχουν σχεδόν όλα τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Αυτό δεν συμβαίνει γιατί από τις τρεις ημέρες απεργίας οι δύο ήταν για όλα τα μέσα εικοσιτετράωρες ενώ τη μία ημέρα ο ΗΣΑΠ, το μετρό και το τραμ δεν λειτουργούσαν μόνο τις πρωινές και τις βραδινές ώρες. Τέλος, θα περίμενε κανείς η απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ και του προαστιακού να προκαλεί μεγαλύτερη μείωση της μέσης ταχύτητας από ότι προκύπτει από τα αποτελέσματα του μοντέλου. Αυτό δεν συμβαίνει γιατί οι δύο ημέρες της συγκεκριμένης απεργίας είναι το Σάββατο και η Κυριακή όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου είναι πολύ χαμηλός.
- Σημαντική είναι επίσης η μείωση της μέσης ταχύτητας που παρατηρείται σε περιόδους αιχμής. Όπως εύκολα γίνεται αντιληπτό από τον παραπάνω πίνακα κατά τη στιγμή που τα ΜΜΜ ξεκινούν τη λειτουργία τους η τιμή της μέση ταχύτητας μειώνεται με τρόπο κλιμακωτό έως και την περίοδο αιχμής όπου παρατηρείται η μέγιστη μείωση της μέσης ταχύτητας.
- Για τις ημέρες του Σαββάτου και της Κυριακής παρατηρείται αύξηση της τιμής της μέσης ταχύτητας σε σχέση με την τιμή που αυτή έχει τις καθημερινές ημέρες, το οποίο είναι και αναμενόμενο. Το ίδιο συμβαίνει και στις περιόδους όπου τα σχολεία παραμένουν κλειστά.
- Από τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου γίνεται εμφανές πως η τιμή της μέσης ταχύτητας για οδικές αρτηρίες που βρίσκονται μακριά από το κέντρο της πόλης είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή που προκύπτει για κεντρικές οδικές αρτηρίες, όπως και αναμενόταν.

- Σε οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση αναμένουμε μεγαλύτερες ταχύτητες από ότι σε οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου. Επιπλέον σε οδικές αρτηρίες με διόδια αναμένουμε μεγαλύτερες ταχύτητες από ότι σε οδικές αρτηρίες χωρίς διόδια καθώς οι αρτηρίες με διόδια είναι αυτοκινητόδρομοι και κατά συνέπεια τα οχήματα κινούνται με υψηλές ταχύτητες, γεγονός που επιβεβαιώνεται και αυτό από το στατιστικό μοντέλο.
- Τέλος, από τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου παρατηρείται αύξηση της τιμής της μέση ταχύτητας για οδικές αρτηρίες τριών και τεσσάρων λωρίδων σε σχέση με την τιμή που έχει η μέση ταχύτητα για οδικές αρτηρίες δύο λωρίδων, όπως αναμενόταν.

4.3.3 Μεταβλητή απόκρισης: Χρόνος διαδρομής

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου, στο οποίο χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή απόκρισης ο χρόνος διαδρομής. Επισημαίνεται ότι, στοιχεία χρόνων διαδρομής ήταν διαθέσιμα μόνο για διαδρομές του οδικού δικτύου της Περιφέρειας Αττικής και όχι της Αττικής Οδού. Επιπλέον, επισημαίνεται ότι ο χρόνος διαδρομής εκφράζεται σε χρόνο ανά μονάδα μήκους. Τέλος με τη χρήση του προγράμματος R προσδιορίστηκε ένα στατιστικό μοντέλο, το οποίο περιγράφει τη σχέση μεταξύ του χρόνου διαδρομής με βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4-4: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης τον χρόνο διαδρομής

ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ					
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)	
Σταθερός όρος	414.439	12.782	32.424	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Τρόλεϋ)	42.908	16.995	2.525	0.01159	*
Είδος απεργίας (Μετρό)	58.008	12.754	4.548	5.47E-06	***
Είδος απεργίας (Τραμ)	43.814	22.047	1.987	0.04692	*
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	81.731	13.729	5.953	2.72E-09	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	93.352	10.713	8.714	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προασιακός)	240.899	22.311	10.797	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό)	83.099	36.048	2.305	0.02117	*
Λειτουργία ΜΜΜ εκτός περιόδου αιχμής	25.863	9.633	2.685	0.00727	**
Λειτουργία ΜΜΜ κοντά στην περίοδο αιχμής	64.621	9.641	6.703	2.16E-11	***
Λειτουργία ΜΜΜ στην περίοδο αιχμής	276.908	7.883	35.127	< 2e-16	***
Ημέρα της εβδομάδας (Παρασκευή)	19.27	6.905	2.791	0.00527	**
Ημέρα της εβδομάδας (Σάββατο & Κυριακή)	-93.206	10.618	-8.778	< 2e-16	***
Κατεύθυνση (Προς Προάστια)	129.13	7.545	17.115	< 2e-16	***
Μη κεντρική οδική αρτηρία	50.548	11.789	4.288	1.82E-05	***
Οδική αρτηρία χωρίς φωτεινούς σηματοδότες	-134.183	7.23	-18.559	< 2e-16	***

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Ο χρόνος διαδρομής επηρεάζεται από όλα τα παραπάνω είδη των απεργιών και με τρόπο αναμενόμενο, δηλαδή κατά την εκδήλωση οποιασδήποτε απεργίας παρατηρείται αύξηση του χρόνου διαδρομής σε σχέση αυτόν μίας οποιασδήποτε τυπικής ημέρας. Από τα παραπάνω είδη απεργιών θα περίμενε κανείς ότι η απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ θα προκαλούσε την μεγαλύτερη αύξηση του χρόνου διαδρομής σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη καθώς στο συγκεκριμένο είδος απεργίας συμμετέχουν σχεδόν όλα τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Αυτό δεν συμβαίνει γιατί από τις τρεις ημέρες απεργίας οι δύο ήταν για όλα τα μέσα εικοσιτετράωρες ενώ τη μία ημέρα ο ΗΣΑΠ, το μετρό και το τραμ δεν λειτουργούσαν μόνο τις πρωινές και τις βραδινές ώρες.
- Σημαντική είναι επίσης η αύξηση του χρόνου διαδρομής, που παρατηρείται σε περιόδους αιχμής. Όπως εύκολα γίνεται αντιληπτό από τον παραπάνω πίνακα κατά τη στιγμή που

τα MMM ξεκινούν τη λειτουργία τους ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται με τρόπο κλιμακωτό έως και την περίοδο αιχμής όπου παρατηρείται η μέγιστη αύξηση του χρόνου διαδρομής.

- Την ημέρα της Παρασκευής παρατηρείται μία αμυδρή αύξηση του χρόνου διαδρομής σε σχέση με αυτόν τις καθημερινές ημέρες. Για τις ημέρες του Σαββάτου και της Κυριακής παρατηρείται σημαντική μείωση του χρόνου διαδρομής σε σχέση με αυτόν τις καθημερινές ημέρες, το οποίο είναι και αναμενόμενο.
- Σε οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση αναμένουμε μικρότερους χρόνους διαδρομής από ότι σε οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου. Οι συγκεκριμένες οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση, που μελετά η παρούσα διπλωματική, είναι οδοί ταχείας κυκλοφορίας και κατά συνέπεια αναμενόταν ο χρόνος διαδρομής για οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση να είναι μικρότερος από ότι αυτός για οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση.
- Τέλος, από τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου γίνεται αντιληπτό πως ο χρόνος διαδρομής επηρεάζεται τόσο από την κατεύθυνση της οδικής αρτηρίας όσο και από την κεντρικότητά της, παρόλο που τα αποτελέσματα δεν είναι τα αναμενόμενα.

4.3.4 Μεταβλητή απόκρισης: Ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων, στα οποία χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή απόκρισης η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως δημιουργήθηκαν δύο στατιστικά μοντέλα με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Το πρώτο στατιστικό μοντέλο περιλαμβάνει όλες τις απεργιακές κινητοποιήσεις, όπως αυτές παρουσιάστηκαν στο υποκεφάλαιο 3.3.3, ενώ το δεύτερο στατιστικό μοντέλο περιλαμβάνει τις απεργιακές κινητοποιήσεις, που ήταν εικοσιτετράωρες. Επιπλέον, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί πως η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου είναι ένα μέγεθος παράγωγο του κυκλοφοριακού φόρτου και υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$PDTF = \frac{Traffic\ Flow_{\text{ημέρας απεργίας}} - Traffic\ Flow_{\text{τυπικής ημέρας}}}{Traffic\ Flow_{\text{τυπικής ημέρας}}} * 100$$

Με τη χρήση του προγράμματος R προσδιορίστηκε το πρώτο στατιστικό μοντέλο, το οποίο περιγράφει τη σχέση μεταξύ της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου με βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4-5: Αποτελέσματα 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ					
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)	
Σταθερός όρος	7.4676	0.6178	12.088	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Προαστιακός)	4.6672	0.4443	10.504	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Μετρό)	4.0615	0.456	8.907	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	2.2809	0.5001	4.561	5.15E-06	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακός)	15.1689	0.8087	18.757	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό)	2.328	0.829	2.808	0.00499	**
Λειτουργία ΜΜΜ εκτός περιόδου αιχμής	2.104	0.5357	3.928	8.62E-05	***
Λειτουργία ΜΜΜ κοντά στην περίοδο αιχμής	4.1993	0.5866	7.159	8.62E-13	***
Λειτουργία ΜΜΜ στην περίοδο αιχμής	5.7437	0.5994	9.582	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία χωρίς διόδια	-6.1925	0.4344	-14.254	< 2e-16	***
Κατεύθυνση (Προς Προάστια)	2.1183	0.3141	6.745	1.61E-11	***
Οδική αρτηρία χωρίς φωτεινούς σηματοδότες	-2.9989	0.3896	-7.698	1.49E-14	***
Βαθμός κορεσμού (0.3-0.6)	-3.2156	0.4856	-6.622	3.69E-11	***
Βαθμός κορεσμού (0.6-0.9)	-8.0254	0.542	-14.806	< 2e-16	***
Βαθμός κορεσμού (>0.9)	-11.7578	0.6819	-17.242	< 2e-16	***
Καλοκαίρι	-2.0101	0.4894	-4.108	4.02E-05	***
Ημέρα της εβδομάδας (Παρασκευή)	1.5549	0.3441	4.519	6.28E-06	***

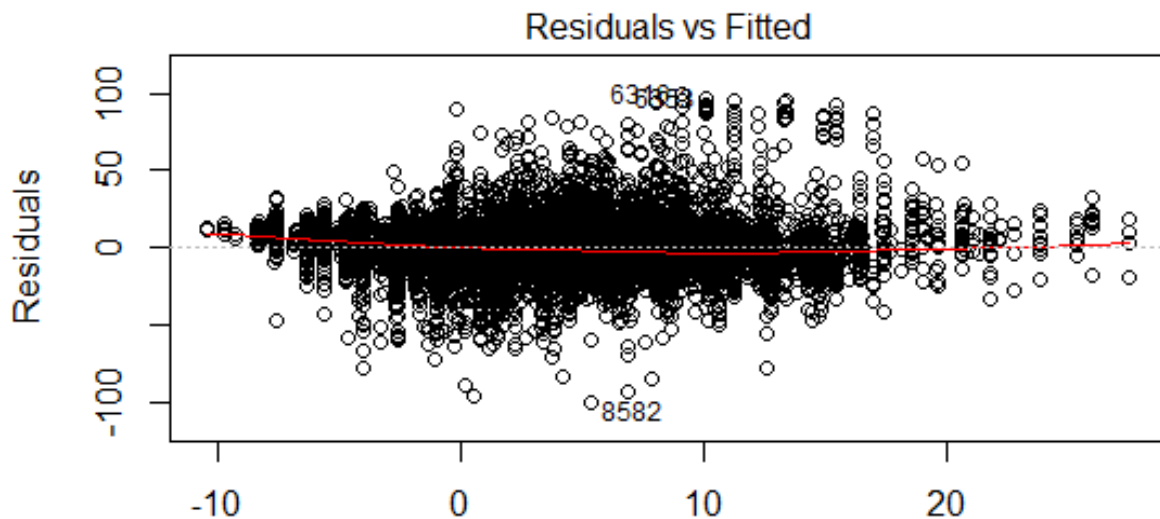
Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Κατά την εκδήλωση οποιουδήποτε είδους απεργίας παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου, γεγονός αναμενόμενο καθώς ως επίπεδο βάσης στο συγκεκριμένο στατιστικό μοντέλο είναι η απεργία των τρόλεϊ. Αναλογιζόμενοι πως τα τρόλεϊ έχουν χαμηλή επιβατική κίνηση είναι λογικό κατά την εκδήλωση κάποιας από τα παραπάνω είδη απεργίας να παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου. Από τα είδη απεργιών του παραπάνω πίνακα θα περίμενε κανείς η απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ να ασκεί μεγαλύτερη επιρροή στην κυκλοφορία σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη καθώς στη συγκεκριμένη απεργία συμμετέχουν σχεδόν όλα τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει γιατί από τις τρεις ημέρες απεργίας οι δύο ήταν για όλα τα μέσα εικοσιτετράωρες ενώ τη μία ημέρα ο ΗΣΑΠ, το μετρό και το τραμ δεν λειτουργούσαν μόνο τις πρωινές και τις βραδινές ώρες. Τέλος, μεταξύ της απεργίας του μετρό και της απεργίας του προαστιακού θα περίμενε κανείς η απεργία του μετρό να ασκεί μεγαλύτερη επιρροή στην κυκλοφορία καθώς το μετρό έχει μεγαλύτερη επιβατική κίνηση από τον προαστιακό. Αυτό δεν συμβαίνει καθώς από τις τέσσερις ημέρες απεργίας του μετρό η μία είναι Κυριακή σε αντίθεση με τις ημέρες απεργίας του προαστιακού που είναι Τρίτη, Τετάρτη και Παρασκευή.
- Σημαντική είναι επίσης η αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου, που παρατηρείται σε περιόδους αιχμής. Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται εύκολα αντιληπτό πως κοντά στην περίοδο αιχμής και κατά την περίοδο αιχμής σε ημέρες απεργίας ο κυκλοφοριακός φόρτος δέχεται μεγάλη επιρροή και αυξάνεται κατά πολύ σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο μιας τυπικής ημέρας.
- Επιπλέον, από τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου γίνεται αντιληπτό πως η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου επηρεάζεται από την κατεύθυνση της οδικής αρτηρίας και από την ύπαρξη ή μη διοδίων, παρόλο που τα αποτελέσματα δεν είναι απαραίτητως τα αναμενόμενα.
- Επιπρόσθετα, σε οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με το επίπεδο βάσης, που είναι οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση, γεγονός που είναι αναμενόμενο. Σε

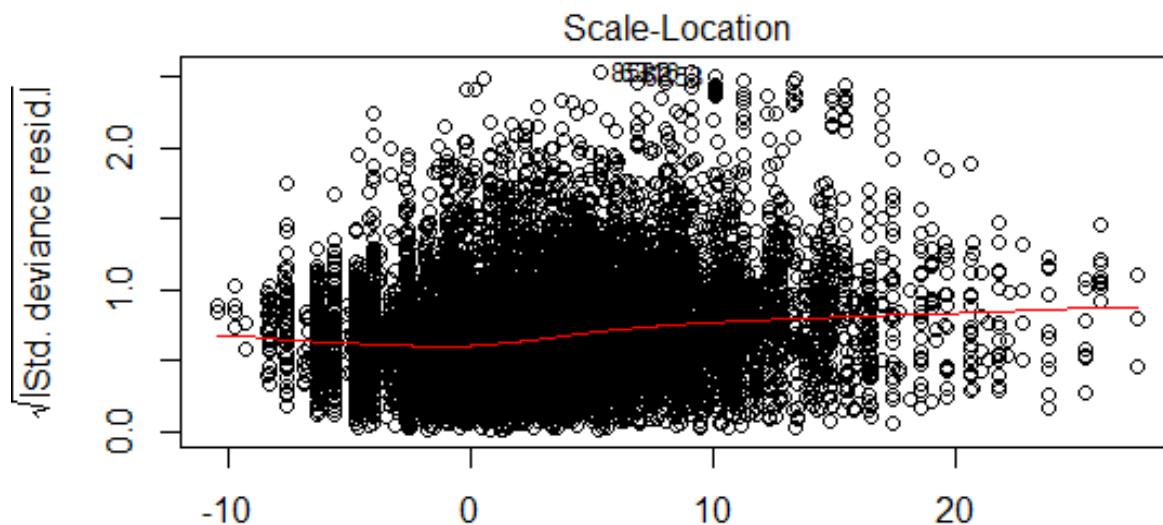
ημέρες απεργίας οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση επηρεάζονται περισσότερο από ότι οι οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση με αποτέλεσμα εκείνες τις ημέρες στις πρώτες να εμφανίζονται αρκετά υψηλότεροι κυκλοφοριακοί φόρτοι σε σχέση με μία τυπική ημέρα, ενώ στις δεύτερες δεν συμβαίνει το ίδιο.

- Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται αντιληπτό πως όσο ο βαθμός κορεσμού προσεγγίζει τη μονάδα τόσο μεγαλύτερη είναι η μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου, γεγονός που είναι αναμενόμενο. Τις ημέρες απεργίας είναι αναμενόμενο πολλές διατομές οδικών αρτηριών να εντοπιστούν σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης (βαθμός κορεσμού μεγαλύτερος του 0.9) και κατά συνέπεια να μην υπάρχει η δυνατότητα να διέλθουν επιπλέον οχήματα από τις συγκεκριμένες διατομές. Για τον λόγο αυτόν είναι λογικό για υψηλές τιμές βαθμού κορεσμού να προκύπτει μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου.
- Τέλος, κατά την περίοδο του καλοκαιριού προκύπτει μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου, γεγονός αναμενόμενο καθώς το καλοκαίρι αποτελεί περίοδο διακοπών.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν ορισμένα διαγράμματα τα οποία προέκυψαν με τη χρήση του προγράμματος R και αφορούν το παραπάνω στατιστικό μοντέλο. Τα διαγράμματα που θα παρουσιαστούν είναι τέσσερα (Residuals vs Fitted, Normal Q-Q, Scale-Location, Residuals vs Leverage). Στα δύο από τα τέσσερα διαγράμματα (Residuals vs Fitted, Scale-Location) πραγματοποιείται έλεγχος της διακύμανσης των σφαλμάτων και ελέγχεται κατά πόσο η μεταβλητότητα είναι τυχαία ή όχι. Στο τρίτο διάγραμμα (Normal Q-Q) ελέγχεται η κανονικότητα των σφαλμάτων του στατιστικού μοντέλου. Όσο περισσότερο ακολουθείται η διακεκομμένη γραμμή τόσο περισσότερο ακολουθείται η κανονική κατανομή. Το τελευταίο διάγραμμα (Residuals vs Leverage) εμφανίζει ποιες είναι οι παρατηρήσεις εκείνες οι οποίες ασκούν σημαντικότερη επιρροή στο στατιστικό μοντέλο.

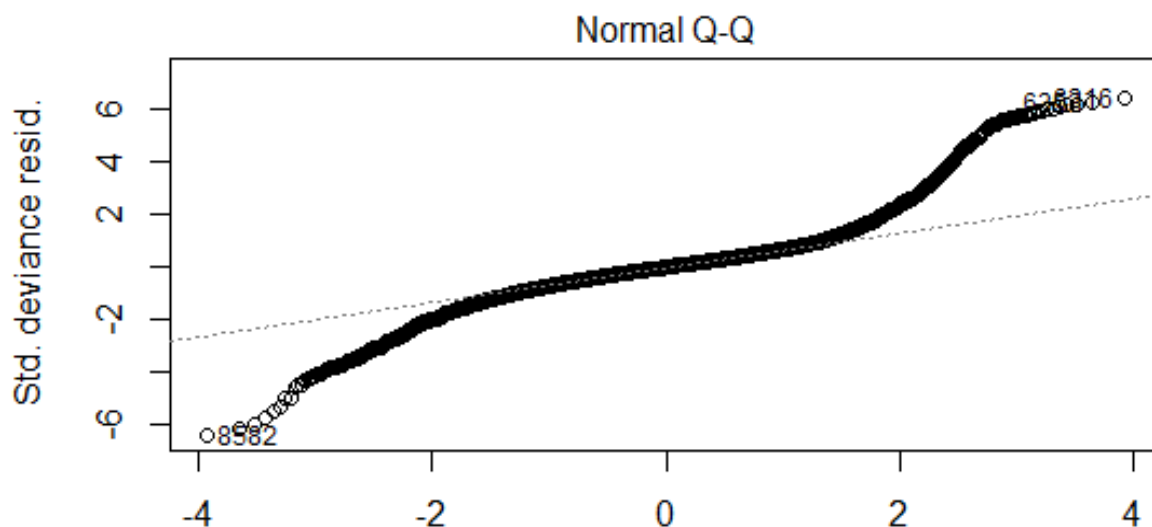


Διάγραμμα 4-1: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου



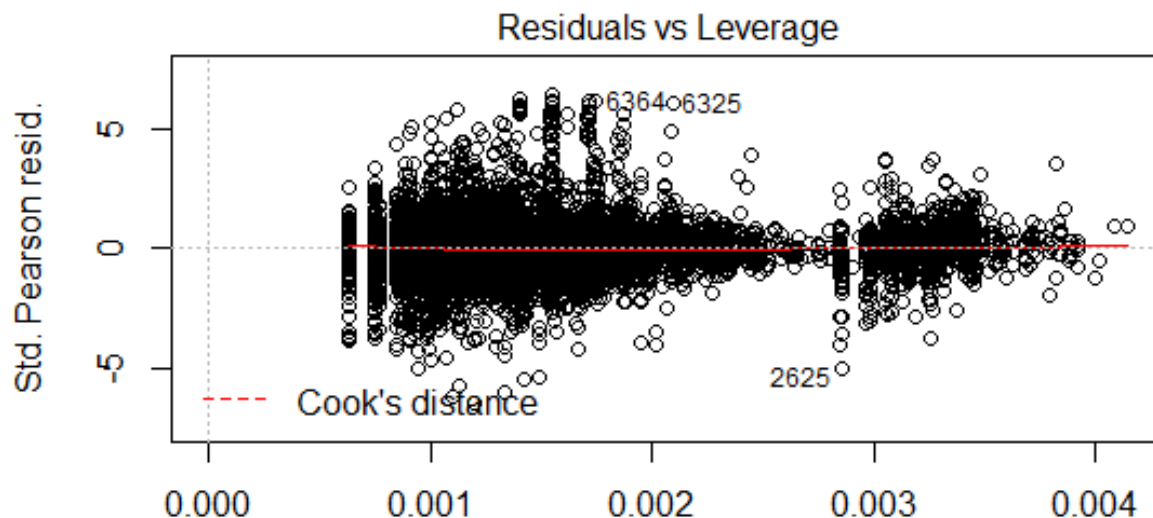
Διάγραμμα 4-2: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου

Στο πρώτο από τα δύο διαγράμματα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή έχει πολύ μικρές αποκλίσεις από τη διακεκομμένη και επιπλέον σε ορισμένα διαστήματα οι δύο γραμμές ταυτίζονται. Στο δεύτερο διάγραμμα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή είναι σχεδόν οριζόντια, γεγονός που δηλώνει ότι τα σημεία γύρω από αυτήν χαρακτηρίζονται από ομοσκεδαστικότητα. Επιπλέον τα σημεία γύρω από την κόκκινη γραμμή είναι τυχαία διασκορπισμένα. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα δύο αυτά διαγράμματα είναι ότι η μεταβλητότητα των σφαλμάτων του στατιστικού μοντέλου είναι τυχαία.



Διάγραμμα 4-3: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται, πως ένα σημαντικό πλήθος παρατηρήσεων ακολουθεί τη διακεκομμένη γραμμή, ενώ ένα άλλο βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από αυτή. Κατά συνέπεια μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα σφάλματα του μοντέλου ακολουθούν περίπου την κανονική κατανομή.



Διάγραμμα 4-4: Επιρροή παρατηρήσεων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου

Από το σύνολο των παραπάνω διαγραμμάτων προκύπτει ως συμπέρασμα ότι τηρούνται σε ικανοποιητικό βαθμό οι βασικές προϋποθέσεις χρήσης γενικευμένων γραμμικών μοντέλων.

Στο σημείο αυτό και έχοντας ολοκληρώσει την παρουσίαση των αποτελεσμάτων του πρώτου στατιστικού μοντέλου, παρατίθενται τα αποτελέσματα του δεύτερου στατιστικού μοντέλου, που όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως εμπεριέχει αποκλειστικά εικοσιτετράωρες απεργιακές κινητοποιήσεις.

Πίνακας 4-6: Αποτελέσματα 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ ΓΙΑ 24ΩΡΕΣ ΑΠΕΡΓΙΕΣ					
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)	
Σταθερός όρος	3.835	0.6297	6.091	1.18E-09	***
Είδος απεργίας (Μετρό)	6.4727	0.6432	10.063	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	3.1748	0.6857	4.63	3.72E-06	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	1.3156	0.5356	2.456	0.014064	*
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, Προαστιακός)	2.6565	0.7414	3.583	0.000342	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακός)	17.5336	0.901	19.46	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό)	3.1548	0.86	3.668	0.000246	***
Λειτουργία ΜΜΜ κοντά στην περίοδο αιχμής	4.4569	0.4645	9.595	< 2e-16	***
Ημέρα της εβδομάδας (Παρασκευή)	3.0453	0.4822	6.315	2.87E-10	***
Οδική αρτηρία χωρίς διόδια	-6.2352	0.4243	-14.695	< 2e-16	***
Κατεύθυνση (Προς Προάστια)	2.7506	0.3733	7.369	1.91E-13	***
Βαθμός κορεσμού (0.6-0.9)	-4.3226	0.4071	-10.618	< 2e-16	***
Βαθμός κορεσμού (>0.9)	-8.2105	0.5834	-14.073	< 2e-16	***

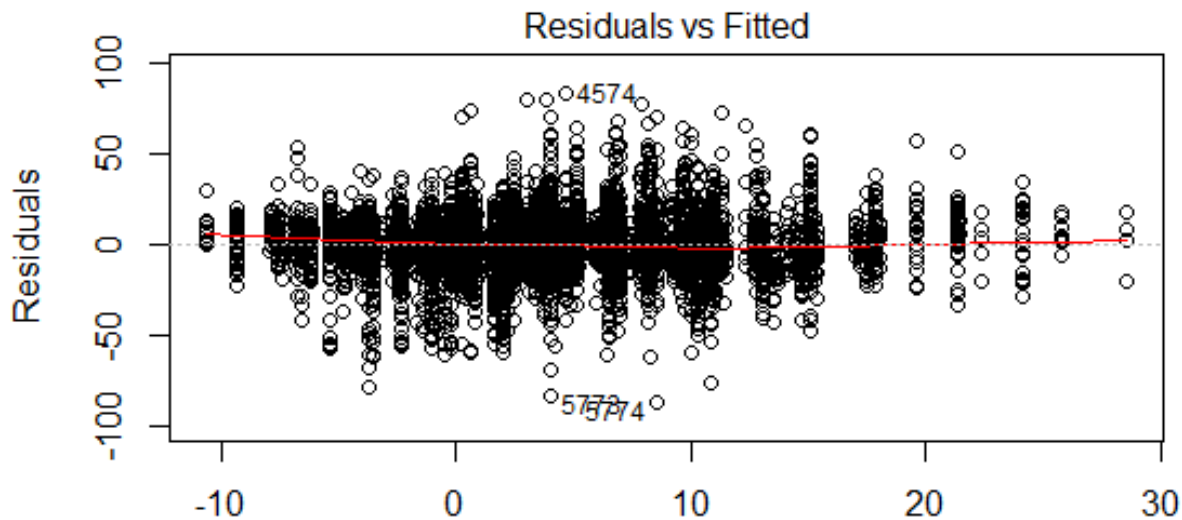
Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Κατά την εκδήλωση οποιουδήποτε είδους απεργίας παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου, γεγονός αναμενόμενο καθώς ως επίπεδο βάσης στο συγκεκριμένο στατιστικό μοντέλο είναι η απεργία του προαστιακού. Αναλογιζόμενοι, πως ο προαστιακός έχει μικρή επιβατική κίνηση είναι λογικό κατά την εκδήλωση κάποιας, από τα παραπάνω είδη, απεργίας να παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου. Από τα είδη των απεργιών του

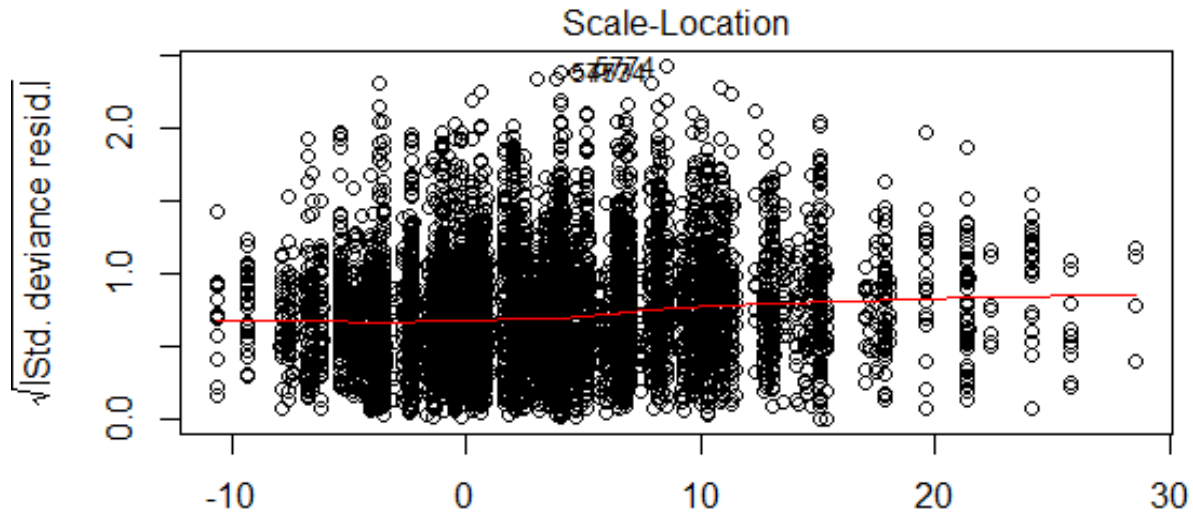
παραπάνω πίνακα θα περίμενε κανείς η απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ να ασκεί μεγαλύτερη επιρροή στην κυκλοφορία σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη καθώς στη συγκεκριμένη απεργία συμμετέχουν σχεδόν όλα τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Παρόλα αυτά σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μοντέλου η απεργία που ασκεί την μεγαλύτερη επιρροή στην κυκλοφορία είναι αυτή του ΗΣΑΠ, του μετρό και του προαστιακού. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός πως για τη συγκεκριμένη απεργία υπάρχουν δεδομένα μόνο στις 20/12, δηλαδή λίγες ημέρες πριν τις διακοπές των Χριστουγέννων, όπου η επιθυμία για μετακίνηση είναι μεγαλύτερη.

- Σημαντική είναι επίσης η αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου, που παρατηρείται σε ώρες κοντά στην περίοδο αιχμής. Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται εύκολα αντιληπτό πως κοντά στην περίοδο αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες των απεργιών δέχεται σημαντική επιρροή με αποτέλεσμα να είναι μεγαλύτερος από τον κυκλοφοριακό φόρτο μιας τυπικής ημέρας.
- Επιπλέον, από τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου γίνεται αντιληπτό πως η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου επηρεάζεται από την κατεύθυνση της οδικής αρτηρίας και από την ύπαρξη ή μη διοδίων, παρόλο που τα αποτελέσματα δεν είναι απαραίτητα τα αναμενόμενα.
- Επίσης, τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου στατιστικού μοντέλου δείχνουν πως την Παρασκευή παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τις υπόλοιπες καθημερινές ημέρες.
- Τέλος, από τον παραπάνω πίνακα γίνεται αντιληπτό πως όσο ο βαθμός κορεσμού προσεγγίζει την μονάδα τόσο μεγαλύτερη είναι η μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου, γεγονός που είναι αναμενόμενο.

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν τα αντίστοιχα διαγράμματα του δευτέρου στατιστικού μοντέλου, τα οποία και αυτά προέκυψαν με τη χρήση του προγράμματος R.

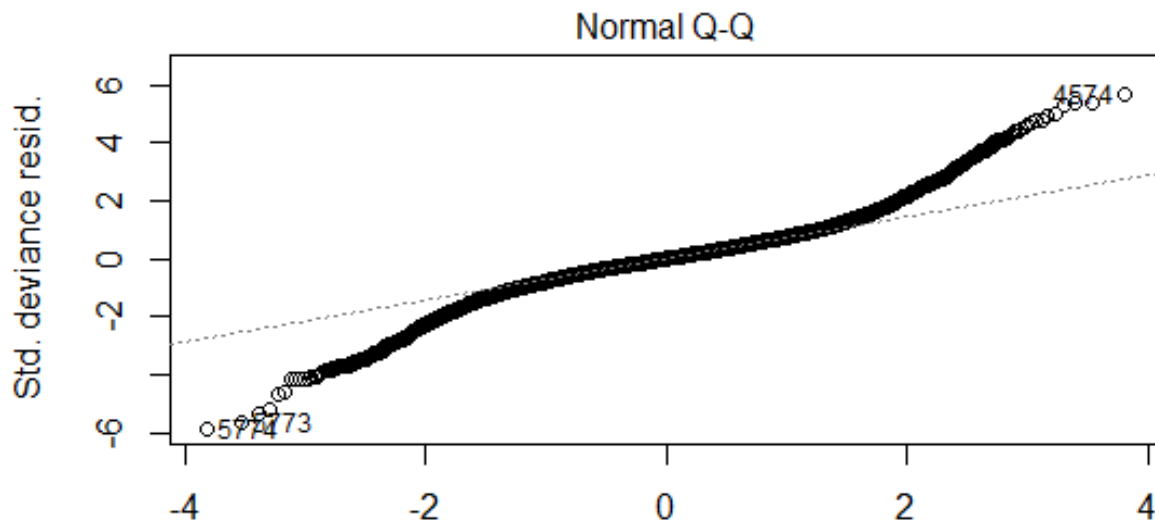


Διάγραμμα 4-5: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου



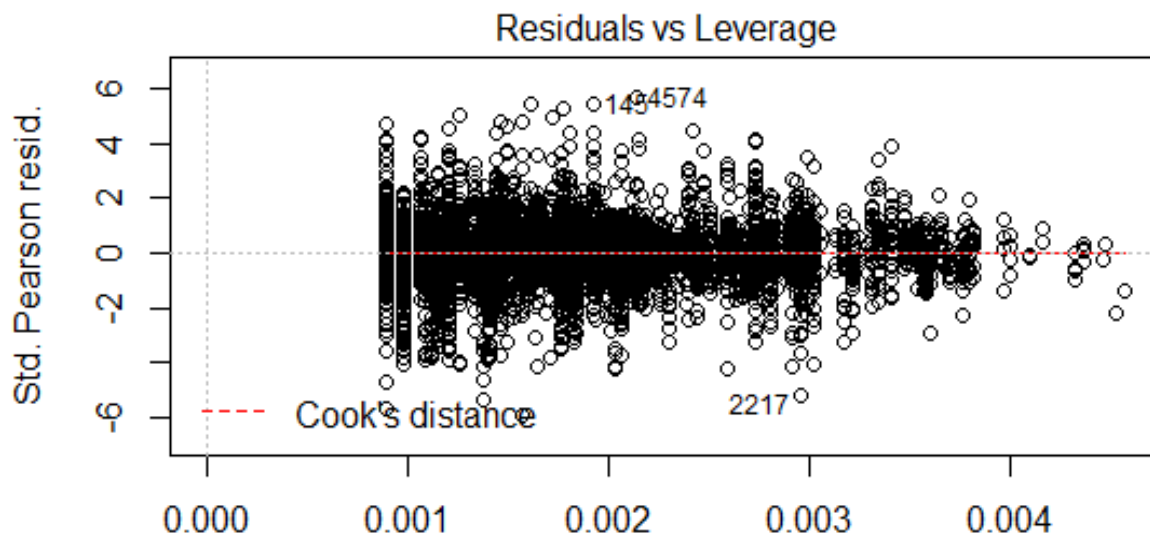
Διάγραμμα 4-6: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου

Στο πρώτο από τα δύο διαγράμματα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή έχει πολύ μικρές αποκλίσεις από τη διακεκομμένη και επιπλέον σε ορισμένα διαστήματα οι δύο γραμμές ταυτίζονται. Στο δεύτερο διάγραμμα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή είναι σχεδόν οριζόντια, γεγονός που δηλώνει ότι τα σημεία γύρω από αυτήν χαρακτηρίζονται από ομοσκεδαστικότητα. Επιπλέον τα σημεία γύρω από την κόκκινη γραμμή είναι τυχαία διασκορπισμένα. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα δύο αυτά διαγράμματα είναι ότι η μεταβλητότητα των σφαλμάτων του στατιστικού μοντέλου είναι τυχαία.



Διάγραμμα 4-7: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται, ότι ένα σημαντικό πλήθος παρατηρήσεων ακολουθεί τη διακεκομμένη γραμμή, ενώ ένα άλλο βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από αυτή. Κατά συνέπεια μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα σφάλματα του μοντέλου ακολουθούν περίπου την κανονική κατανομή.



Διάγραμμα 4-8: Επιρροή παρατηρήσεων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου

Από το σύνολο των παραπάνω διαγραμμάτων προκύπτει ως συμπέρασμα ότι τηρούνται σε ικανοποιητικό βαθμό οι βασικές προϋποθέσεις χρήσης γενικευμένων γραμμικών μοντέλων.

4.3.5 Μεταβλητή απόκρισης: Ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων, στα οποία χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή απόκρισης η ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως δημιουργήθηκαν δύο στατιστικά μοντέλα με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας. Και σε αυτή την περίπτωση το πρώτο στατιστικό μοντέλο περιλαμβάνει όλες τις απεργιακές κινητοποιήσεις, ενώ το δεύτερο στατιστικό μοντέλο περιλαμβάνει μόνο τις εικοσιτετράωρες απεργιακές κινητοποιήσεις. Επιπλέον, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί πως η ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας είναι ένα μέγεθος παράγωγο της μέσης ταχύτητας και υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$PDMS = \frac{Mean\ Speed_{\text{ημέρας απεργίας}} - Mean\ Speed_{\text{τυπικής ημέρας}}}{Mean\ Speed_{\text{τυπικής ημέρας}}} * 100$$

Με τη χρήση του προγράμματος R προσδιορίστηκε το πρώτο στατιστικό μοντέλο, το οποίο περιγράφει τη σχέση μεταξύ της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας με βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4-7: Αποτελέσματα 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ					
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)	
Σταθερός όρος	3.5288	0.4505	7.833	5.20E-15	***
Είδος απεργίας (Μετρό)	-5.5494	0.5694	-9.746	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ)	-2.6337	0.7415	-3.552	0.000384	***
Είδος απεργίας (Τραμ)	-3.7537	0.9641	-3.893	9.94E-05	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	-6.3423	0.6358	-9.975	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	-10.891	0.5752	-18.935	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, Προαστιακός)	-3.0957	0.7279	-4.253	2.13E-05	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τραμ, Προαστιακός)	-11.0168	1.0622	-10.372	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακός)	-12.4071	0.9622	-12.895	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό)	-13.929	1.0667	-13.058	< 2e-16	***
Ημέρα της εβδομάδας (Παρασκευή)	2.0074	0.5339	3.76	0.000171	***
Λειτουργία ΜΜΜ στην περίοδο αιχμής	-4.4163	0.3792	-11.645	< 2e-16	***
Οδική αρτηρία χωρίς φωτεινούς σηματοδότες	1.9979	0.3743	5.338	9.58E-08	***
Βαθμός κορεσμού (0.6-0.9)	-3.1158	0.4351	-7.161	8.47E-13	***
Βαθμός κορεσμού (>0.9)	-2.8375	0.6223	-4.559	5.18E-06	***

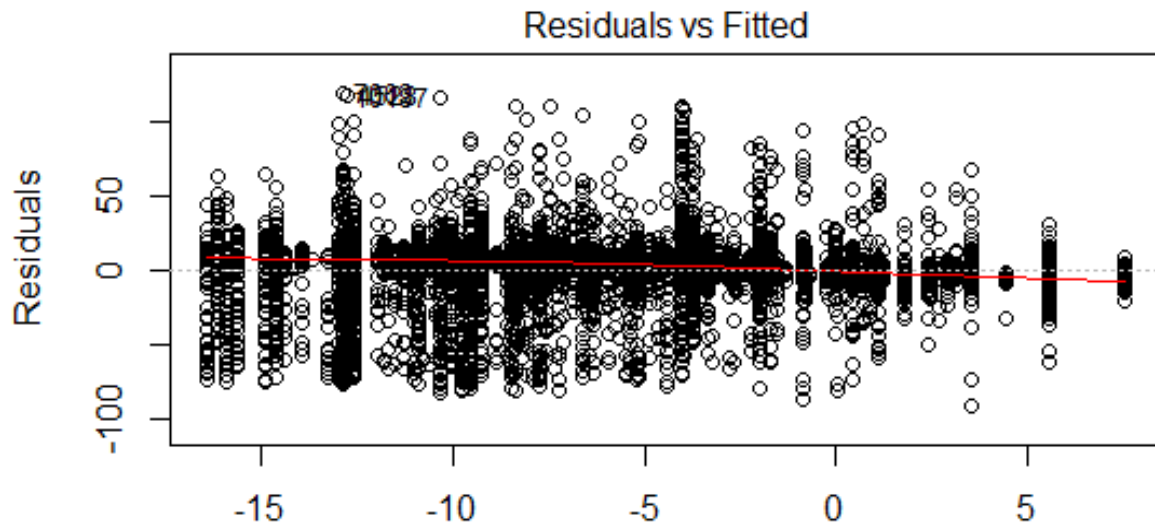
Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Κατά την εκδήλωση οποιουδήποτε, από τα παραπάνω, είδους απεργίας παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας σε σχέση με το επίπεδο βάσης, το οποίο είναι η απεργία των τρόλεϊ. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο αν αναλογιστεί κανείς πως η επιβατική κίνηση των τρόλεϊ είναι μικρή σε σχέση με τα υπόλοιπα μέσα μαζικής μεταφοράς. Κατά συνέπεια αναμένουμε η επίδραση της απεργίας των τρόλεϊ στα κυκλοφοριακά μεγέθη να είναι μικρότερη από την επίδραση της απεργίας των υπόλοιπων μέσων μαζικής μεταφοράς. Από τα τρία πρώτα είδη απεργιών του παραπάνω πίνακα θα περίμενε κανείς η απεργία του μετρό να ασκεί την μεγαλύτερη επιρροή στην κυκλοφορία, καθώς είναι το μέσο με τη μεγαλύτερη επιβατική κίνηση σε σχέση με τα άλλα δύο, έπειτα η απεργία του ΗΣΑΠ και τέλος η απεργία του τραμ. Όμως κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει και σύμφωνα με τα αποτελέσματα η απεργία του τραμ ασκεί μεγαλύτερη επιρροή στην κυκλοφορία σε σχέση με την απεργία του ΗΣΑΠ. Αυτό συμβαίνει γιατί από τις δύο ημέρες απεργίας του ΗΣΑΠ η μία είναι μέσα στον Ιούλιο σε αντίθεση με την απεργία του τραμ που πραγματοποιήθηκε αρχές Μαρτίου. Τέλος, από τα υπόλοιπα είδη απεργιών του παραπάνω πίνακα θα περίμενε κανείς η απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ να ασκεί μεγαλύτερη επιρροή στην κυκλοφορία καθώς στη συγκεκριμένη απεργία συμμετέχουν σχεδόν όλα τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει γιατί από τις τρεις ημέρες απεργίας οι δύο ήταν για όλα τα μέσα εικοσιτετράωρες ενώ τη μία ημέρα ο ΗΣΑΠ, το μετρό και το τραμ δεν λειτουργούσαν μόνο τις πρωινές και τις βραδινές ώρες.
- Σύμφωνα επίσης με τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου την Παρασκευή παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας σε σχέση με το επίπεδο βάσης, το οποίο είναι οι υπόλοιπες καθημερινές ημέρες.
- Επιπλέον, σημαντική είναι η μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας, που παρατηρείται σε περιόδους αιχμής. Σε ημέρες απεργίας η κυκλοφορία επηρεάζεται σημαντικά ειδικότερα σε περιόδους αιχμής με αποτέλεσμα η μέση ταχύτητα την δεδομένη στιγμή να είναι αρκετά χαμηλότερη σε σχέση με τις περιόδους αιχμής μιας τυπικής ημέρας.
- Επιπρόσθετα, σε οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας σε σχέση με το επίπεδο βάσης, που είναι οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση, γεγονός που είναι αναμενόμενο. Σε ημέρες απεργίας οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση επηρεάζονται περισσότερο από

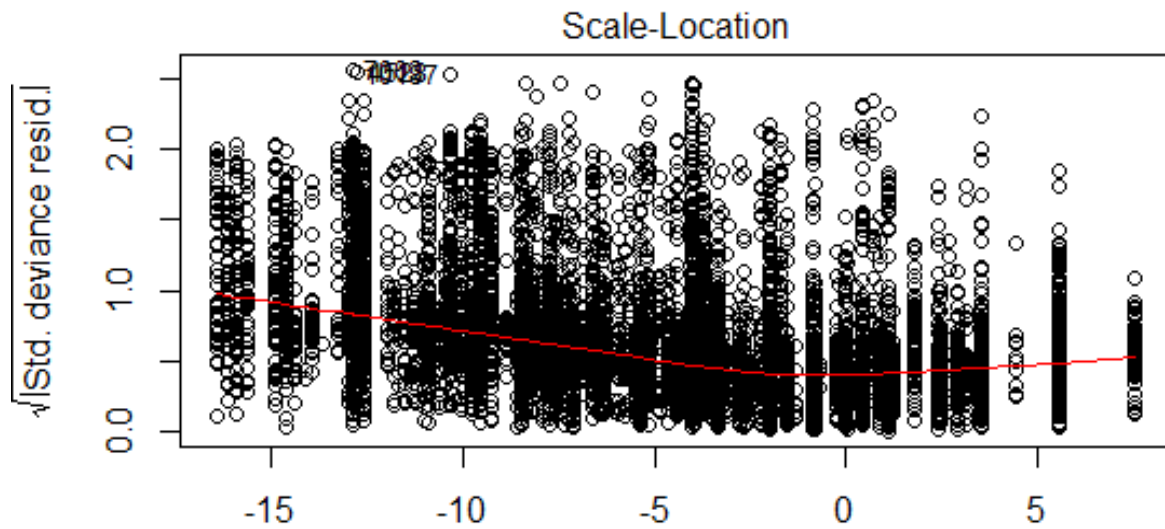
ότι οι οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση με αποτέλεσμα εκείνες τις ημέρες στις πρώτες να εμφανίζονται πολύ χαμηλές ταχύτητες σε σχέση με μία τυπική ημέρα, ενώ στις δεύτερες δεν συμβαίνει το ίδιο.

- Τέλος, από τον παραπάνω πίνακα γίνεται αντιληπτό πως για μεγάλες τιμές βαθμού κορεσμού παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας, γεγονός που είναι αναμενόμενο. Τις ημέρες απεργίας είναι αναμενόμενο πολλές διατομές οδικών αρτηριών να εντοπιστούν σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης (βαθμός κορεσμού μεγαλύτερος του 0.9) και κατά συνέπεια να μην υπάρχει η δυνατότητα να διέλθουν επιπλέον οχήματα από τις συγκεκριμένες διατομές. Για τον λόγο αυτόν είναι λογικό για μεγάλες τιμές βαθμού κορεσμού να προκύπτει μεγάλη μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν τα διαγράμματα, με τα οποία εξετάζεται αν τηρούνται οι βασικές προϋποθέσεις για τη χρήση γενικευμένων γραμμικών μοντέλων. Τα διαγράμματα αυτά όπως και τα προηγούμενα προέκυψαν με τη χρήση του προγράμματος R.

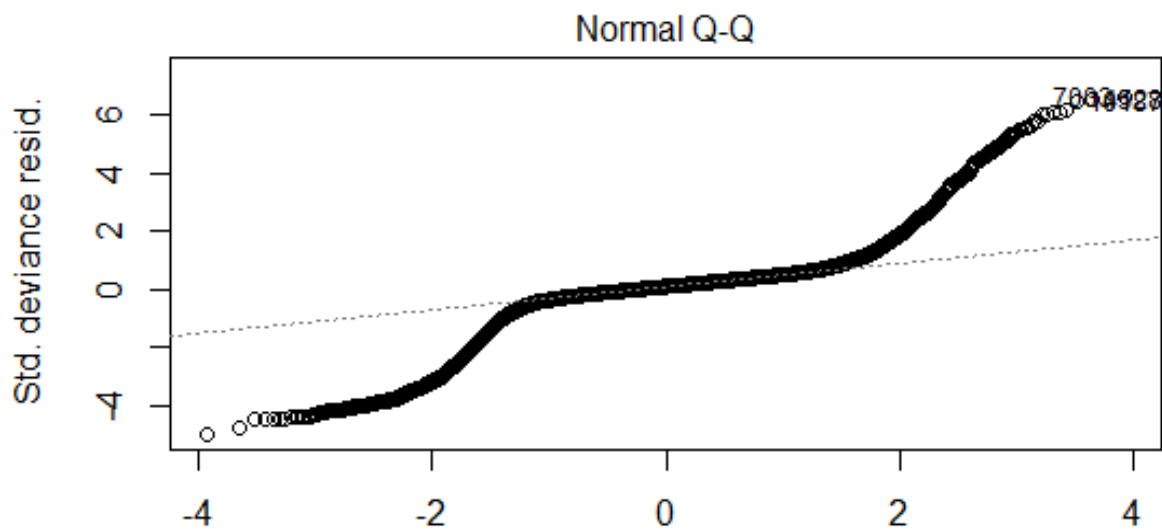


Διάγραμμα 4-9: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας



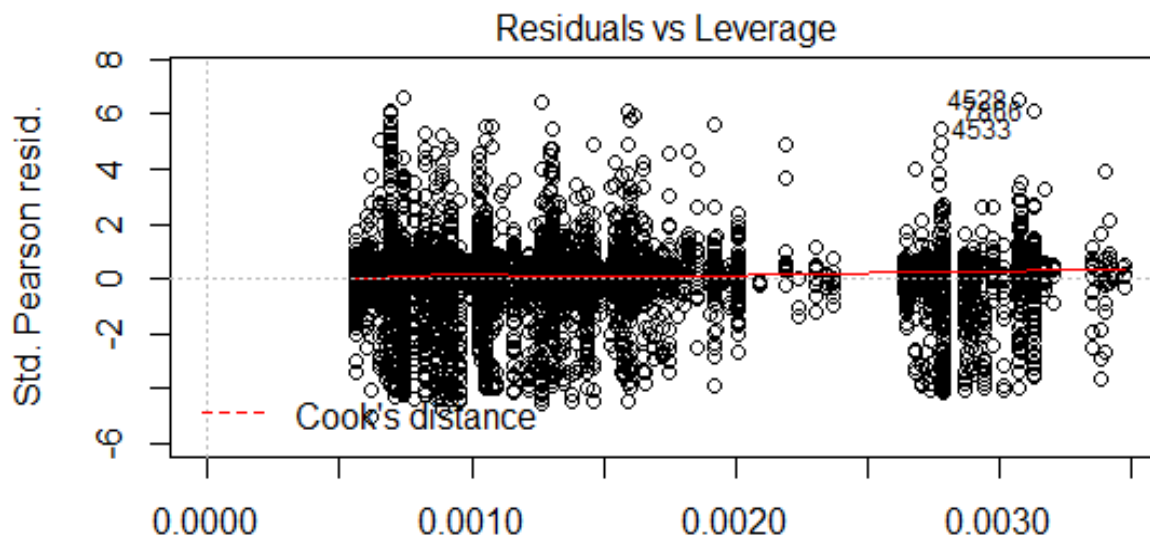
Διάγραμμα 4-10: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας

Στο πρώτο από τα δύο διαγράμματα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή έχει πολύ μικρές αποκλίσεις από τη διακεκομμένη, κινείται κοντά και πάνω σε αυτήν και είναι σχεδόν οριζόντια. Στο δεύτερο διάγραμμα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή εμφανίζει μία μικρή κλίση αλλά παρόλα αυτά μπορεί να θεωρηθεί σχεδόν οριζόντια. Επιπλέον τα σημεία γύρω από την κόκκινη γραμμή είναι τυχαία διασκορπισμένα. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα δύο αυτά διαγράμματα είναι ότι η μεταβλητότητα των σφαλμάτων του στατιστικού μοντέλου είναι τυχαία.



Διάγραμμα 4-11: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται, ότι ένα σημαντικό πλήθος παρατηρήσεων ακολουθεί τη διακεκομμένη γραμμή, ένα άλλο βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από αυτή και ένας σημαντικός αριθμός παρατηρήσεων βρίσκεται σε μακρινή απόσταση και αποκομμένος από τις υπόλοιπες παρατηρήσεις.



Διάγραμμα 4-12: Επιρροή παρατηρήσεων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας

Από το σύνολο των παραπάνω διαγραμμάτων προκύπτει ως συμπέρασμα ότι σχετικώς τηρούνται οι βασικές προϋποθέσεις χρήσης γενικευμένων γραμμικών μοντέλων.

Στο σημείο αυτό και έχοντας ολοκληρώσει την παρουσίαση των αποτελεσμάτων του πρώτου στατιστικού μοντέλου, παρατίθενται τα αποτελέσματα του δεύτερου στατιστικού μοντέλου, που όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως περιλαμβάνει αποκλειστικά εικοσιτετράωρες απεργιακές κινητοποιήσεις.

Πίνακας 4-8: Αποτελέσματα 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ 24ΩΡΕΣ ΑΠΕΡΓΙΕΣ					
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)	
Σταθερός όρος	3.6894	0.8105	4.552	5.41E-06	***
Είδος απεργίας (Μετρό)	-8.3088	0.8528	-9.743	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	-10.6034	0.9501	-11.161	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	-13.35	0.785	-17.007	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, Προαστιακός)	-8.1688	1.4252	-5.732	1.03E-08	***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τραμ, Προαστιακός)	-11.0532	1.143	-9.67	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακός)	-14.3245	1.143	-12.532	< 2e-16	***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό)	-14.0344	1.1477	-12.228	< 2e-16	***
Ημέρα της εβδομάδας (Σάββατο & Κυριακή)	3.4818	1.0763	3.235	0.001222	**
Λειτουργία ΜΜΜ κοντά στην περίοδο αιχμής	-2.8512	0.6641	-4.293	1.78E-05	***
Λειτουργία ΜΜΜ στην περίοδο αιχμής	-9.2853	0.4951	-18.753	< 2e-16	***
Μη κεντρική οδική αρτηρία	4.9622	0.615	8.069	8.24E-16	***
Οδική αρτηρία χωρίς φωτεινούς σηματοδότες	2.0043	0.5552	3.61	0.000308	***

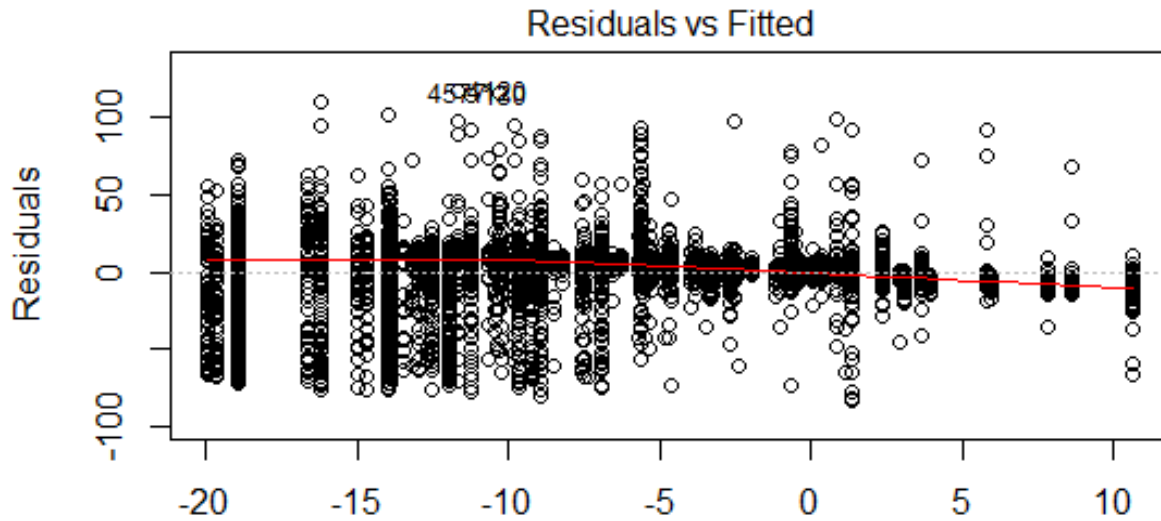
Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Κατά την εκδήλωση οποιουδήποτε είδους απεργίας παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας σε σχέση με το επίπεδο βάσης, το οποίο είναι η απεργία του προαστιακού. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο αν αναλογιστεί κανείς πως η επιβατική κίνηση του προαστιακού είναι μικρή σε σχέση με τα υπόλοιπα μέσα μαζικής μεταφοράς. Κατά συνέπεια, αναμένουμε η επίδραση της απεργίας του προαστιακού στα κυκλοφοριακά μεγέθη να είναι μικρότερη από την επίδραση της απεργίας των υπόλοιπων

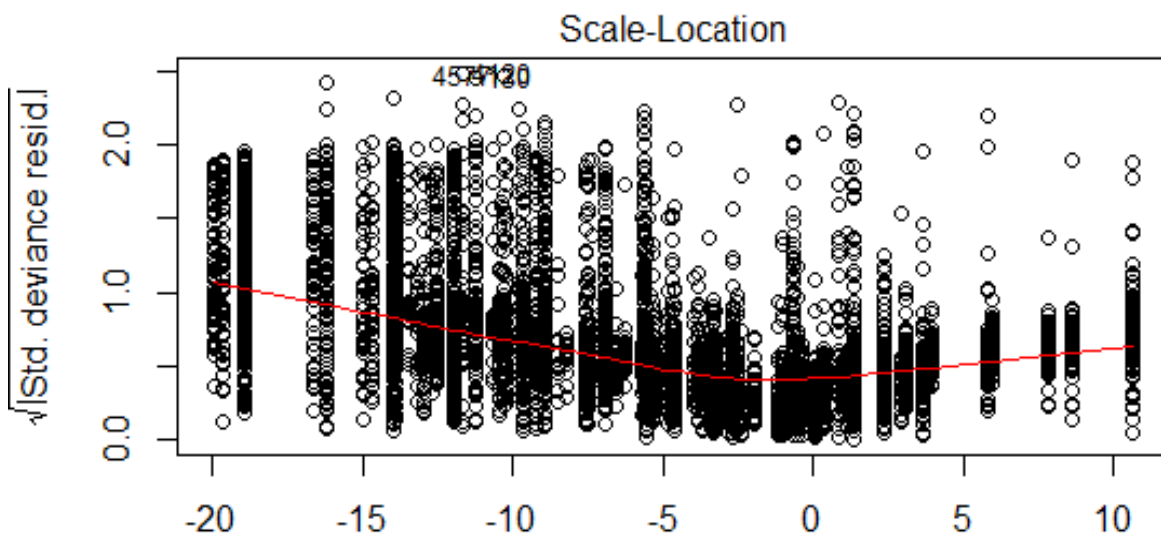
μέσων μαζικής μεταφοράς. Από τα παραπάνω είδη απεργίας θα περίμενε κανείς η απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ και του προαστιακού να επηρεάζει την κυκλοφορία με παρόμοιο τρόπο με τα υπόλοιπα είδη απεργιών, στα οποία συμμετέχουν περισσότερα από ένα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει γιατί οι δύο ημέρες τις συγκεκριμένης απεργίας είναι το Σάββατο και η Κυριακή, όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου είναι χαμηλός.

- Επίσης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου το Σάββατο και την Κυριακή παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας σε σχέση με το επίπεδο βάσης, το οποίο είναι όλες οι καθημερινές ημέρες εκτός της Παρασκευής. Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο καθώς τις δύο αυτές ημέρες ο κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου είναι μικρότερος από τον κυκλοφοριακό φόρτο τις καθημερινές ημέρες και κατά συνέπεια η κυκλοφορία τις δύο αυτές ημέρες επηρεάζεται λιγότερο από κάποια απεργιακή κινητοποίηση από ότι τις καθημερινές ημέρες.
- Επιπλέον, σημαντική είναι η μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας, που παρατηρείται σε περιόδους αιχμής. Σε ημέρες απεργίας η κυκλοφορία επηρεάζεται σημαντικά ειδικότερα σε περιόδους αιχμής με αποτέλεσμα η μέση ταχύτητα τις συγκεκριμένες περιόδους να είναι αρκετά χαμηλότερη σε σχέση με τις περιόδους αιχμής μιας τυπικής ημέρας.
- Επιπρόσθετα, σε οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας σε σχέση με το επίπεδο βάσης, που είναι οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση, γεγονός που είναι αναμενόμενο. Σε ημέρες απεργίας οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση επηρεάζονται περισσότερο από ότι οι οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση με αποτέλεσμα εκείνες τις ημέρες στις πρώτες να εμφανίζονται πολύ χαμηλές ταχύτητες σε σχέση με μία τυπική ημέρα, ενώ στις δεύτερες δεν συμβαίνει το ίδιο.
- Τέλος, παρατηρείται πως η κεντρικότητα ή μη μίας οδικής αρτηρίας επηρεάζει την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας. Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται αντιληπτό πως οι μη κεντρικές οδικές αρτηρίες επηρεάζονται λιγότερο από μία απεργιακή κινητοποίηση σε σχέση με τις κεντρικές οδικές αρτηρίες. Κατά την εκδήλωση μιας απεργιακής κινητοποίησης αναμένεται η μέση ταχύτητα σε μία κεντρική οδική αρτηρία να είναι πολύ χαμηλότερη από τη μέση ταχύτητα μίας τυπικής ημέρας για την ίδια αρτηρία. Αντίθετα, για μια μη κεντρική οδική αρτηρία κατά την εκδήλωση μιας απεργιακής κινητοποίησης αναμένεται η μέση ταχύτητα να επηρεαστεί ελάχιστα ή και καθόλου.

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν τα αντίστοιχα διαγράμματα του δεύτερου στατιστικού μοντέλου, τα οποία και αυτά προέκυψαν με τη χρήση του προγράμματος R.

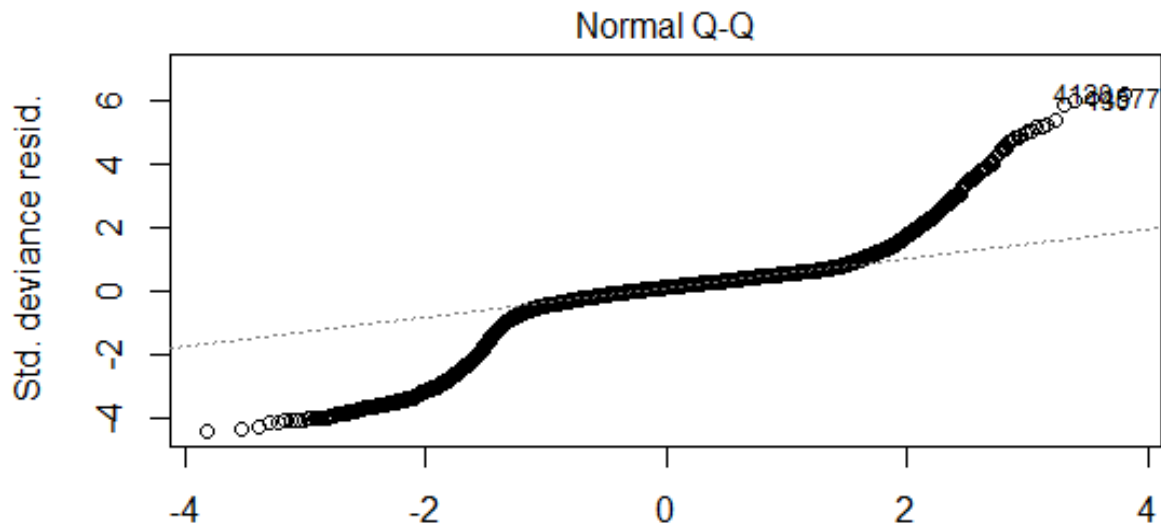


Διάγραμμα 4-13: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας



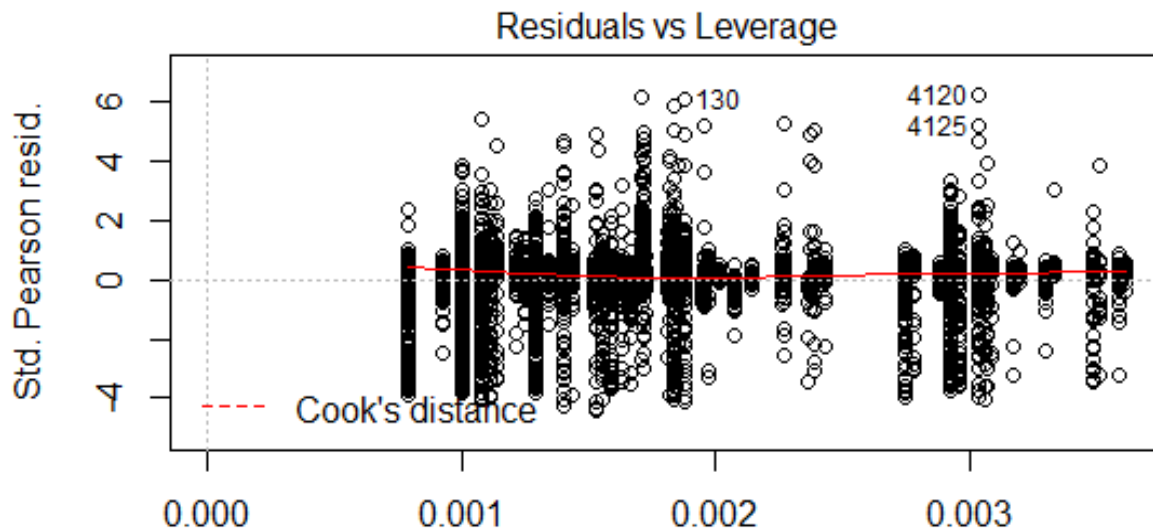
Διάγραμμα 4-14: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας

Στο πρώτο από τα δύο διαγράμματα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή έχει πολύ μικρές αποκλίσεις από τη διακεκομμένη, κινείται κοντά και πάνω σε αυτήν και είναι σχεδόν οριζόντια. Στο δεύτερο διάγραμμα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή εμφανίζει μία μικρή κλίση. Επιπλέον τα σημεία γύρω από την κόκκινη γραμμή είναι τυχαία διασκορπισμένα. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα δύο αυτά διαγράμματα είναι ότι η μεταβλητότητα των σφαλμάτων του στατιστικού μοντέλου είναι τυχαία.



Διάγραμμα 4-15: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται, ότι ένα σημαντικό πλήθος παρατηρήσεων ακολουθεί τη διακεκομμένη γραμμή, ένα άλλο βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από αυτή και ένας σημαντικός αριθμός παρατηρήσεων βρίσκεται σε μακρινή απόσταση και αποκομμένος από τις υπόλοιπες.



Διάγραμμα 4-16: Επιρροή παρατηρήσεων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή της μέσης ταχύτητας

Από το σύνολο των παραπάνω διαγραμμάτων προκύπτει ως συμπέρασμα ότι τηρούνται σχετικώς οι βασικές προϋποθέσεις χρήσεις γενικευμένων γραμμικών μοντέλων.

4.3.6 Μεταβλητή απόκρισης: Ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρατίθενται τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων, στα οποία χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή απόκρισης η ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής.

Στο σημείο αυτό και πριν παρουσιαστούν τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων αξίζει να σημειωθεί πως δημιουργήθηκαν δύο στατιστικά μοντέλα με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής. Όπως και στις προηγούμενες δύο περιπτώσεις έτσι και σε αυτή το πρώτο στατιστικό μοντέλο περιλαμβάνει όλες τις απεργιακές κινητοποιήσεις, ενώ το δεύτερο στατιστικό μοντέλο περιλαμβάνει μόνο τις εικοσιτετράωρες απεργιακές κινητοποιήσεις. Επιπλέον, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί πως η ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής είναι ένα μέγεθος παράγωγο του χρόνου διαδρομής και υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$PDTF = \frac{Travel\ Time_{\text{ημέρας απεργίας}} - Travel\ Time_{\text{τυπικής ημέρας}}}{Travel\ Time_{\text{τυπικής ημέρας}}} * 100$$

Με τη χρήση του προγράμματος R προσδιορίστηκε το πρώτο στατιστικό μοντέλο, το οποίο περιγράφει τη σχέση μεταξύ της ποσοστιαίας μεταβολής του χρόνου διαδρομής με βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4-9: Αποτελέσματα 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΧΡΟΝΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ						
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)		
Σταθερός όρος	-17.355	2.633	-6.591	4.98E-11		***
Είδος απεργίας (Μετρό)	12.661	2.096	6.042	1.67E-09		***
Είδος απεργίας (Τραμ)	16.141	3.016	5.351	9.24E-08		***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	11.353	2.038	5.572	2.69E-08		***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	21.244	1.614	13.163	< 2e-16		***
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, Προαστιακός)	13.812	4.616	2.992	0.002787		**
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τραμ, Προαστιακός)	20.049	3.898	5.143	2.84E-07		***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακός)	36.632	3.041	12.048	< 2e-16		***
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό)	30.583	4.931	6.202	6.16E-10		***
Ημέρα της εβδομάδας (Σάββατο & Κυριακή)	-12.726	3.837	-3.317	0.000918		***
Λειτουργία ΜΜΜ κοντά στην περίοδο αιχμής	4.226	1.773	2.383	0.017225		*
Λειτουργία ΜΜΜ στην περίοδο αιχμής	21.547	1.323	16.291	< 2e-16		***
Κατεύθυνση (Προς Προάστια)	6.99	1.634	4.277	1.94E-05		***
Οδική αρτηρία χωρίς φωτεινούς σηματοδότες	-7.022	1.536	-4.571	5.01E-06		***
Μη κεντρική οδική αρτηρία	10.383	2.528	4.108	4.08E-05		***

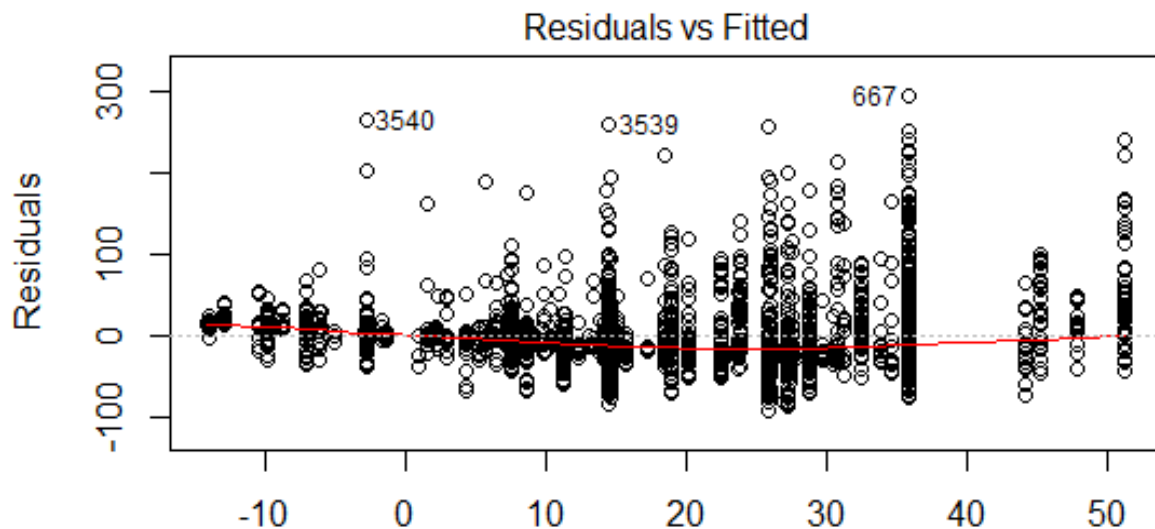
Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Κατά την εκδήλωση οποιασδήποτε απεργίας παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του χρόνου διαδρομής, γεγονός που είναι αναμενόμενο καθώς ως επίπεδο βάσης έχει οριστεί η απεργία των τρόλεϊ, των οποίων η επιβατική κίνηση είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με την επιβατική κίνηση των υπολοίπων μέσω μαζικής μεταφοράς. Από τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου μοντέλου προκύπτει πως η απεργία του τραμ επηρεάζει την κυκλοφορία πολύ περισσότερο από την απεργία του μετρό καθώς και από την απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ. Αυτό συμβαίνει γιατί για τη μεν απεργία του μετρό συμπεριλαμβάνονται και δεδομένα από την ημέρα της Κυριακής, ενώ για την απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ από τις τρεις ημέρες απεργίας οι δύο ήταν για όλα τα μέσα εικοσιτετράωρες ενώ τη μία ημέρα ο ΗΣΑΠ, το μετρό και το τραμ δεν λειτουργούσαν μόνο τις πρωινές και τις βραδινές ώρες.
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου το Σάββατο και την Κυριακή παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του χρόνου διαδρομής σε σχέση με το επίπεδο βάσης, το οποίο είναι όλες οι καθημερινές ημέρες εκτός της Παρασκευής. Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο καθώς τις δύο αυτές ημέρες ο κυκλοφοριακός φόρτος του

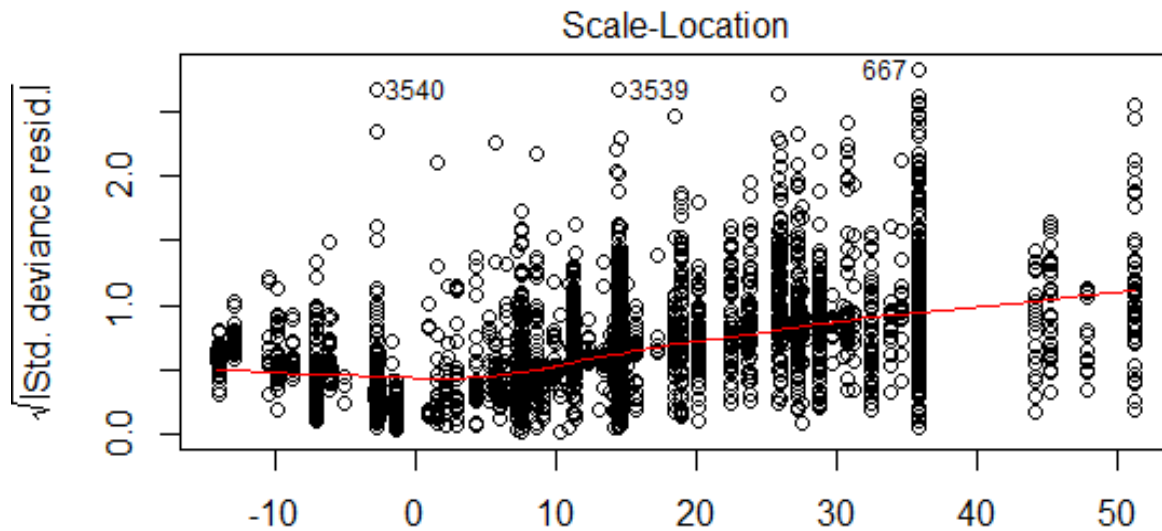
οδικού δικτύου είναι μικρότερος από τον κυκλοφοριακό φόρτο τις καθημερινές ημέρες και κατά συνέπεια η κυκλοφορία τις δύο αυτές ημέρες επηρεάζεται λιγότερο από κάποια απεργιακή κινητοποίηση από ότι τις καθημερινές ημέρες.

- Επιπλέον, σημαντική είναι η αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του χρόνου διαδρομής, που παρατηρείται σε χρονικά διαστήματα κοντά στην περίοδο αιχμής και κατά την περίοδο αιχμής. Σε ημέρες απεργίας η κυκλοφορία επηρεάζεται σημαντικά ειδικότερα σε περιόδους αιχμής με αποτέλεσμα ο χρόνος διαδρομής τις συγκεκριμένες περιόδους να είναι αρκετά μεγαλύτερος σε σχέση με τις περιόδους αιχμής μιας τυπικής ημέρας.
- Επιπρόσθετα, παρατηρείται πως η κατεύθυνση καθώς και η κεντρικότητα ή μη μίας οδικής αρτηρίας επηρεάζει την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής, παρόλο που τα αποτελέσματα δεν είναι απαραίτητα τα αναμενόμενα.
- Τέλος, σε οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του χρόνου διαδρομής σε σχέση με το επίπεδο βάσης, που είναι οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση, γεγονός που είναι αναμενόμενο. Σε ημέρες απεργίας οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση επηρεάζονται περισσότερο από ότι οι οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση με αποτέλεσμα εκείνες τις ημέρες στις πρώτες να εμφανίζονται πολύ υψηλότεροι χρόνοι διαδρομής σε σχέση με μία τυπική ημέρα, ενώ στις δεύτερες δεν συμβαίνει το ίδιο.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν τα διαγράμματα, με τα οποία εξετάζεται αν τηρούνται οι βασικές προϋποθέσεις για τη χρήση γενικευμένων γραμμικών μοντέλων. Τα διαγράμματα αυτά όπως και τα προηγούμενα προέκυψαν με τη χρήση του προγράμματος R.

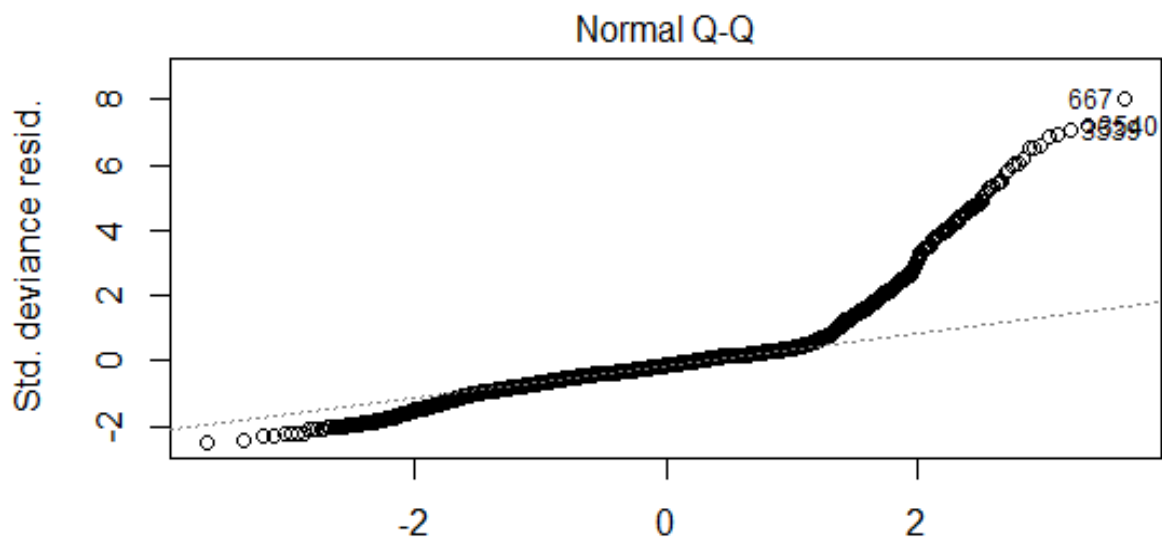


Διάγραμμα 4-17: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής



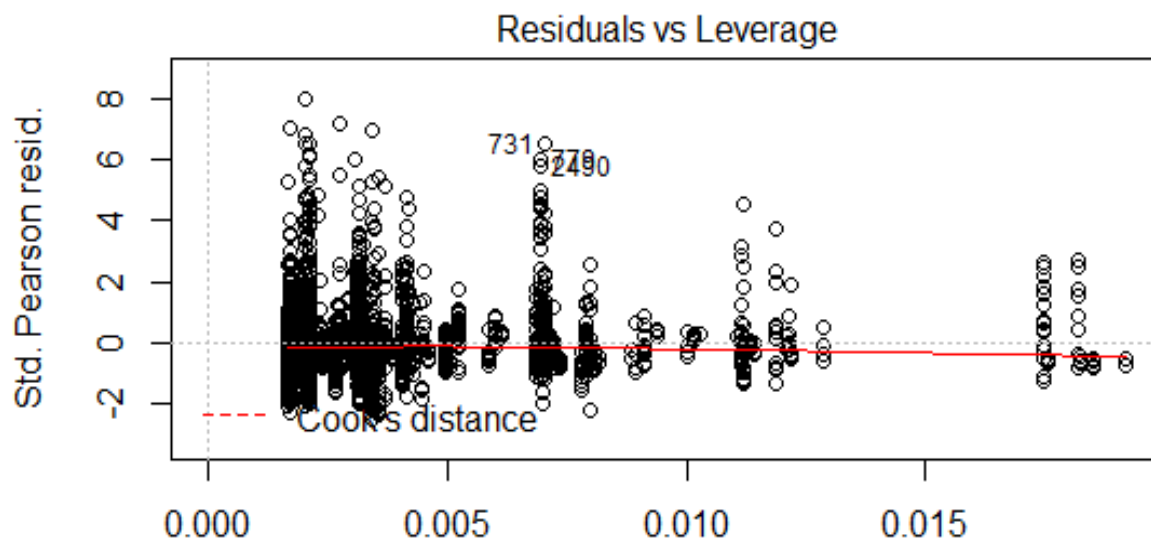
Διάγραμμα 4-18: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής

Στο πρώτο από τα δύο διαγράμματα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή έχει πολύ μικρές αποκλίσεις από τη διακεκομμένη, κινείται κοντά και πάνω σε αυτήν και είναι σχεδόν οριζόντια. Στο δεύτερο διάγραμμα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή εμφανίζει μία μικρή κλίση αλλά παρόλα αυτά μπορεί να θεωρηθεί σχεδόν οριζόντια. Επιπλέον τα σημεία γύρω από την κόκκινη γραμμή είναι τυχαία διασκορπισμένα. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα δύο αυτά διαγράμματα είναι ότι η μεταβλητότητα των σφαλμάτων του στατιστικού μοντέλου είναι τυχαία.



Διάγραμμα 4-19: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται, ότι ένα σημαντικό πλήθος παρατηρήσεων ακολουθεί τη διακεκομμένη γραμμή, ένα άλλο βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από αυτή και ένας σημαντικός αριθμός παρατηρήσεων βρίσκεται σε μακρινή απόσταση και αποκομμένος από τις υπόλοιπες παρατηρήσεις.



Διάγραμμα 4-20: Επιρροή παρατηρήσεων 1^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής.

Από το σύνολο των παραπάνω διαγραμμάτων δεν προκύπτει ξεκάθαρα ως συμπέρασμα ότι τηρούνται οι βασικές προϋποθέσεις χρήσεις γενικευμένων γραμμικών μοντέλων.

Στο σημείο αυτό και έχοντας ολοκληρώσει την παρουσίαση των αποτελεσμάτων του πρώτου στατιστικού μοντέλου, παρατίθενται τα αποτελέσματα του δεύτερου στατιστικού μοντέλου, που όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως περιλαμβάνει αποκλειστικά εικοσιτετράωρες απεργιακές κινητοποιήσεις.

Πίνακας 4-10: Αποτελέσματα 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΧΡΟΝΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΓΙΑ 24ΩΡΕΣ ΑΠΕΡΓΙΕΣ						
ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	ΤΙΜΗ t	Pr(> t)		
Σταθερός όρος	-30.052	4.506	-6.67	3.24E-11	***	
Είδος απεργίας (Μετρό)	16.884	3.254	5.188	2.32E-07	***	
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	26.428	3.574	7.395	2.01E-13	***	
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Τραμ)	33.932	3.084	11.002	< 2e-16	***	
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τρόλεϋ, Προαστιακός)	18.035	5.668	3.182	0.00148	**	
Είδος απεργίας (Λεωφορεία, Τραμ, Προαστιακός)	27.23	4.943	5.509	4.04E-08	***	
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό, Προαστιακός)	40.381	4.086	9.884	< 2e-16	***	
Είδος απεργίας (ΗΣΑΠ, Μετρό)	49.482	5.786	8.552	< 2e-16	***	
Ημέρα της εβδομάδας (Σάββατο & Κυριακή)	-12.2	4.346	-2.807	0.00504	**	
Λειτουργία ΜΜΜ στην περίοδο αιχμής	30.789	1.781	17.287	< 2e-16	***	
Οδική αρτηρία χωρίς φωτεινούς σηματοδότες	-11.941	2.29	-5.214	2.02E-07	***	
Μη κεντρική οδική αρτηρία	16.354	3.859	4.238	2.35E-05	***	
Κατεύθυνση (Προς Προάστια)	13.105	2.618	5.005	6.04E-07	***	

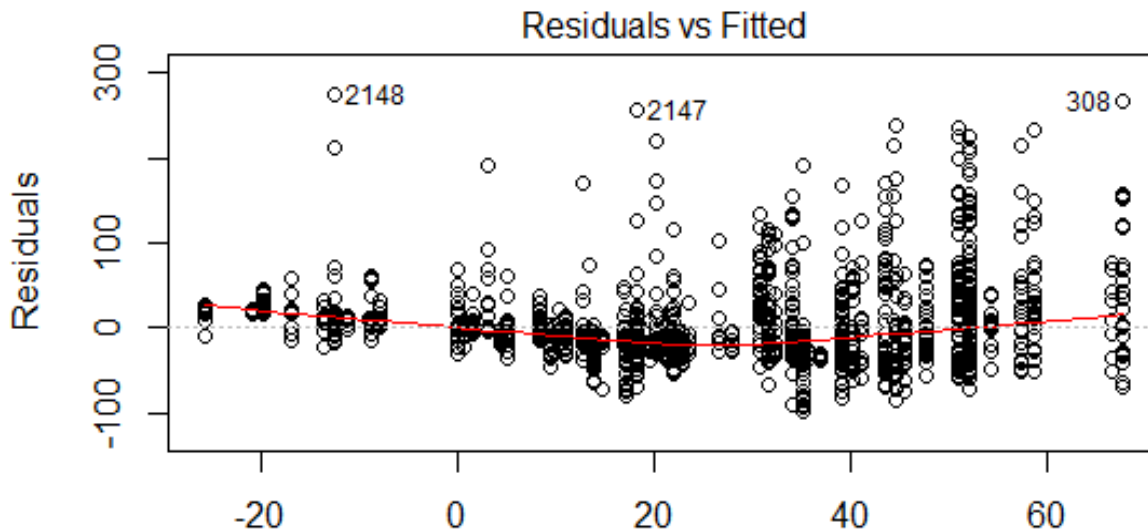
Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Κατά την εκδήλωση οποιασδήποτε απεργίας παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του χρόνου διαδρομής, γεγονός που είναι αναμενόμενο καθώς ως επίπεδο βάσης έχει οριστεί η απεργία του προαστιακού, του οποίου η επιβατική κίνηση είναι πολύ μικρή σε σχέση με την επιβατική κίνηση των υπολοίπων μέσω μαζικής μεταφοράς. Κατά συνέπεια, αναμένουμε η επίδραση της απεργίας του προαστιακού στα κυκλοφοριακά

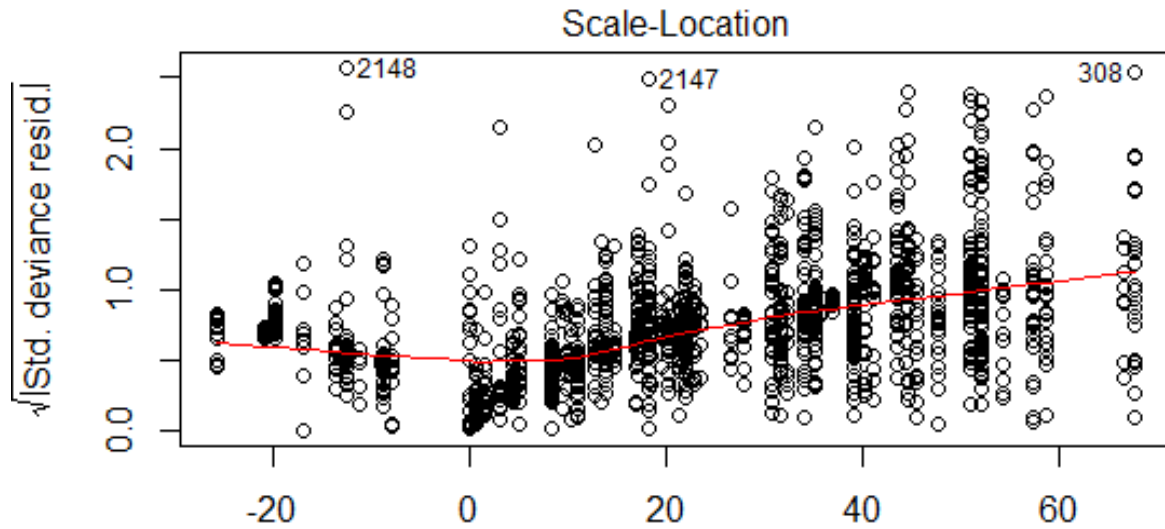
μεγέθη να είναι μικρότερη από την επίδραση της απεργίας των υπόλοιπων μέσων μαζικής μεταφοράς.

- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου το Σάββατο και την Κυριακή παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του χρόνου διαδρομής σε σχέση με το επίπεδο βάσης, το οποίο είναι όλες οι καθημερινές ημέρες εκτός της Παρασκευής. Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο καθώς τις δύο αυτές ημέρες ο κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου είναι μικρότερος από τον κυκλοφοριακό φόρτο τις καθημερινές ημέρες και κατά συνέπεια η κυκλοφορία τις δύο αυτές ημέρες επηρεάζεται λιγότερο από κάποια απεργιακή κινητοποίηση από ότι τις καθημερινές ημέρες.
- Επιπλέον, σημαντική είναι η αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του χρόνου διαδρομής, που παρατηρείται κατά την περίοδο αιχμής. Σε ημέρες απεργίας η κυκλοφορία επηρεάζεται σημαντικά ειδικότερα σε περιόδους αιχμής με αποτέλεσμα ο χρόνος διαδρομής τις συγκεκριμένες περιόδους να είναι αρκετά μεγαλύτερος σε σχέση με τις περιόδους αιχμής μιας τυπικής ημέρας.
- Επιπρόσθετα, παρατηρείται πως η κατεύθυνση καθώς και η κεντρικότητα ή μη μίας οδικής αρτηρίας επηρεάζει την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής, παρόλο που τα αποτελέσματα δεν είναι τα αναμενόμενα.
- Τέλος, σε οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του χρόνου διαδρομής σε σχέση με το επίπεδο βάσης, που είναι οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση, γεγονός που είναι αναμενόμενο. Σε ημέρες απεργίας οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση επηρεάζονται περισσότερο από ότι οι οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση με αποτέλεσμα εκείνες τις ημέρες στις πρώτες να εμφανίζονται πολύ υψηλότεροι χρόνοι διαδρομής σε σχέση με μία τυπική ημέρα, ενώ στις δεύτερες δεν συμβαίνει το ίδιο.

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν τα αντίστοιχα διαγράμματα του δεύτερου στατιστικού μοντέλου, τα οποία προέκυψαν και αυτά με τη χρήση του προγράμματος R.

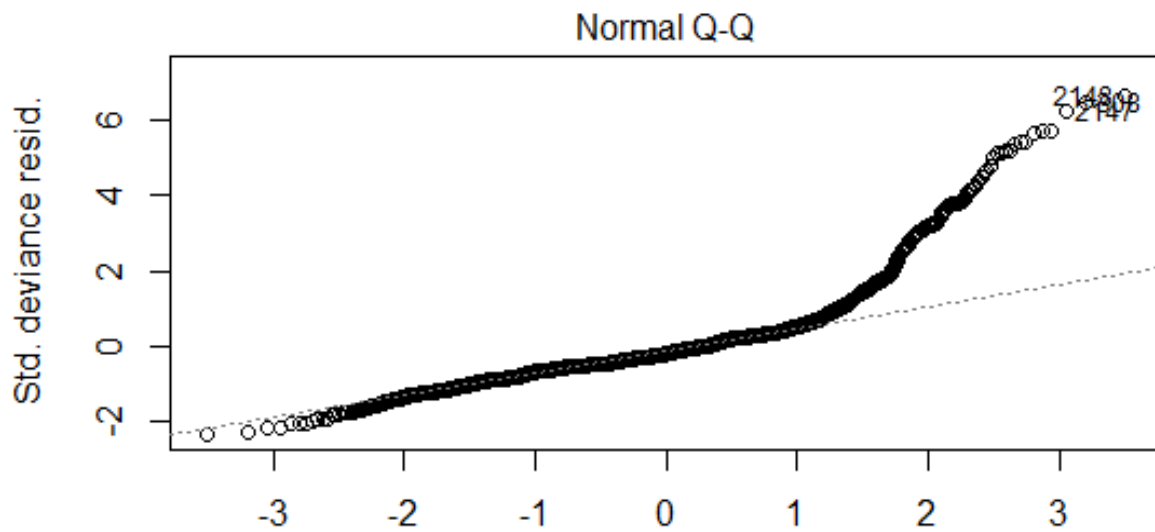


Διάγραμμα 4-21: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής



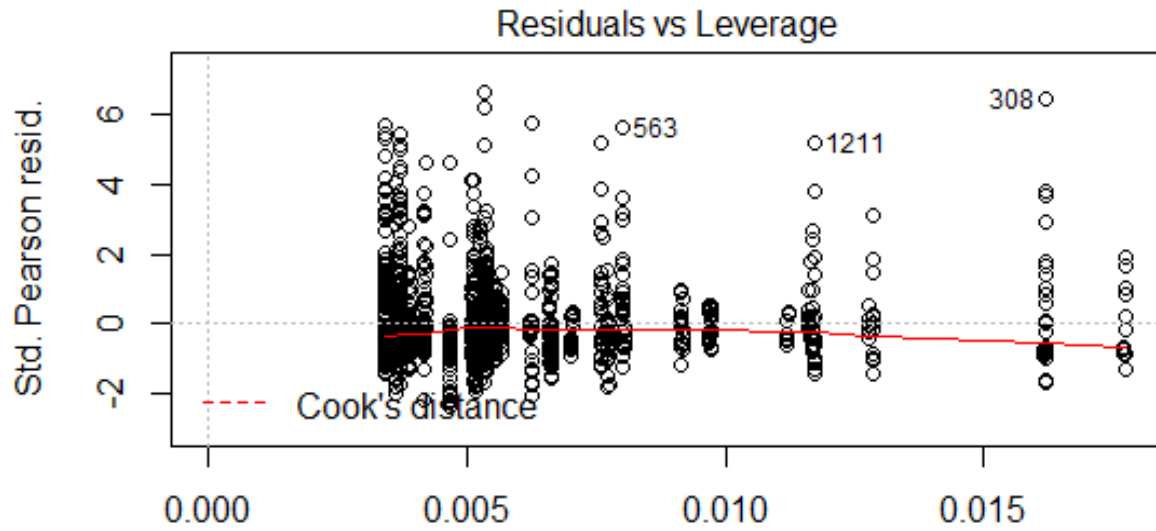
Διάγραμμα 4-22: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής

Στο πρώτο από τα δύο διαγράμματα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή έχει πολύ μικρές αποκλίσεις από τη διακεκομμένη, κινείται κοντά και πάνω σε αυτήν και είναι σχεδόν οριζόντια. Στο δεύτερο διάγραμμα παρατηρείται, ότι η κόκκινη γραμμή εμφανίζει μία μικρή κλίση αλλά παρόλα αυτά μπορεί να θεωρηθεί σχεδόν οριζόντια. Επιπλέον τα σημεία γύρω από την κόκκινη γραμμή είναι τυχαία διασκορπισμένα. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα δύο αυτά διαγράμματα είναι ότι η μεταβλητότητα των σφαλμάτων του στατιστικού μοντέλου είναι τυχαία.



Διάγραμμα 4-23: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται, ότι ένα σημαντικό πλήθος παρατηρήσεων ακολουθεί τη διακεκομμένη γραμμή, ένα άλλο βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από αυτή και ορισμένες παρατηρήσεις βρίσκονται σε μακρινή απόσταση και αποκομμένες από τις υπόλοιπες.



Διάγραμμα 4-24: Επιρροή παρατηρήσεων 2^{ου} στατιστικού μοντέλου με μεταβλητή απόκρισης την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής.

Από το σύνολο των παραπάνω διαγραμμάτων δεν προκύπτει ξεκάθαρα ως συμπέρασμα ότι τηρούνται οι βασικές προϋποθέσεις χρήσεις γενικευμένων γραμμικών μοντέλων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πρόβλημα και ο στόχος της παρούσας εργασίας και κατόπιν συνοψίζονται τα βασικά συμπεράσματα της διερεύνησης με σκοπό να συνδεθούν όλα μεταξύ τους ώστε να παρουσιάζουν μία δομή με συνέχεια. Τέλος, περιγράφονται πιθανά θέματα για περαιτέρω διερεύνηση.

5.2 Βασικά Συμπεράσματα

Όπως προαναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας στην Αθήνα αλλά και γενικότερα στην Ελλάδα ο πληθυσμός παρουσιάζει μεγαλύτερη προτίμηση στη χρήση Ι.Χ. αυτοκινήτου σε σχέση με τη χρήση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Εξαιτίας της αυξημένης χρήσης του Ι.Χ. αυτοκινήτου κατά τις περιόδους, που πραγματοποιούνται απεργιακές κινητοποιήσεις στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, στο οδικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών επικρατούν συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης. Ο πληθυσμός που μετακινείται καθημερινά με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς στρέφεται για τη μετακίνησή του, σε περιόδους απεργίας, κυρίως στο Ι.Χ. αυτοκίνητο. Από τα παραπάνω γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι απεργίες των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς επιδρούν στα κυκλοφοριακά μεγέθη. Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης των απεργιακών κινητοποιήσεων των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών στα κυκλοφοριακά μεγέθη.

Ύστερα από τη συλλογή και επεξεργασία κυκλοφοριακών δεδομένων καθώς και από τη δημιουργία στατιστικών μοντέλων προέκυψε ένα πλήθος αποτελεσμάτων. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται τα κύρια συμπεράσματα, που προέκυψαν τόσο από την ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων όσο και από τα αποτελέσματα των στατιστικών δεδομένων.

Από την ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα.

Συνολικά για το οδικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών

- Στο οδικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών παρατηρείται επιμήκυνση της πρωινής περιόδου αιχμής τις ημέρες των απεργιών, καθώς ο μέσος ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος μία ώρα πριν την έναρξη της τυπικής πρωινής περιόδου αιχμής τις ημέρες των απεργιών εμφανίζεται σημαντικά υψηλότερος από τον μέσο ωριαίο κυκλοφοριακό φόρτο των τυπικών ημερών.
- Ο μέσος ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών τις ημέρες των απεργιών είναι υψηλότερος από τον αντίστοιχο των τυπικών ημερών κατά την πρωινή περίοδο αιχμής, ενώ τόσο κατά την μεσημεριανή όσο και κατά την απογευματινή περίοδο αιχμής ο μέσος ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών τις ημέρες των απεργιών σχεδόν ταυτίζεται με τον αντίστοιχο των τυπικών ημερών.
- Η μέση ταχύτητα του οδικού δικτύου της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών τις ημέρες των απεργιών είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη των τυπικών ημερών τόσο κατά την πρωινή περίοδο αιχμής όσο και κατά την μεσημεριανή περίοδο αιχμής, ενώ κατά την απογευματινή περίοδο αιχμής η μέση ταχύτητα του οδικού δικτύου της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών τις ημέρες των απεργιών σχεδόν ταυτίζεται με την αντίστοιχη των τυπικών ημερών.

Ειδικά για κάθε οδική αρτηρία της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών

- Σχεδόν σε όλες τις οδικές αρτηρίες που εξετάζονται (13 από τις 17) παρατηρήθηκε ταυτόχρονα πως ο μέσος κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες των απεργιών είναι υψηλότερος από τον αντίστοιχο των τυπικών ημερών και η μέση ταχύτητα τις ημέρες των απεργιών είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη των τυπικών ημερών. Ο υψηλός μέσος κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες των απεργιών σε συνδυασμό με την χαμηλή μέση ταχύτητα μας οδηγούν στο συμπέρασμα πως οι οδικές αρτηρίες της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών βρίσκονται σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης κατά την περίοδο των απεργιών.
- Στις άλλες 4 οδικές αρτηρίες παρατηρήθηκε πως ο μέσος κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες των απεργιών είναι χαμηλότερος από τον αντίστοιχο των τυπικών ημερών και η μέση ταχύτητα τις ημέρες των απεργιών είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη των τυπικών ημερών. Το γεγονός πως η μέση ταχύτητα τις ημέρες των απεργιών είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη των τυπικών ημερών μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως και οι 4 αυτές οδικές αρτηρίες είναι συμφορημένες και δεν δύναται να εξυπηρετήσουν την αυξημένη ζήτηση που δημιουργείται από την απεργία των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς.

Συγκεκριμένα για τρεις σημαντικές οδικές αρτηρίες

- Στη λεωφόρο Κηφισού στο ρεύμα προς Πειραιά, στην Αττική οδό στο ρεύμα προς κέντρο και στη λεωφόρο Κηφισίας στο ρεύμα προς Κηφισιά παρατηρείται επιμήκυνση της πρωινής περιόδου αιχμής τις ημέρες των απεργιών, καθώς ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος μία ώρα πριν την έναρξη της τυπικής πρωινής περιόδου αιχμής τις ημέρες των απεργιών εμφανίζεται σημαντικά υψηλότερος από τον ωριαίο κυκλοφοριακό φόρτο των τυπικών ημερών, ενώ ταυτόχρονα η μέση ταχύτητα τις ημέρες των απεργιών εμφανίζεται χαμηλότερη από την αντίστοιχη των τυπικών ημερών.
- Και στις τρεις οδικές αρτηρίες κατά τις περιόδους αιχμής παρατηρείται τις ημέρες των απεργιών υψηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος σε σχέση με τις τυπικές μέρες, ενώ ταυτόχρονα η μέση ταχύτητα εμφανίζεται χαμηλότερη σε σχέση με την αντίστοιχη των τυπικών ημερών. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως και στις τρεις οδικές αρτηρίες, κατά την περίοδο των απεργιακών κινητοποιήσεων των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, εμφανίζεται αυξημένη συμφόρηση.

Από τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων προέκυψε πως 10 συνολικά παράγοντες επηρεάζουν τα κυκλοφοριακά μεγέθη.

1. Το είδος της απεργίας
2. Η οδική αρτηρία (Τα ενδογενή χαρακτηριστικά της)
3. Η ημέρα της εβδομάδας
4. Η λειτουργία ή μη των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς εκτός ή κατά την περίοδο αιχμής
5. Η κατεύθυνση της οδικής αρτηρίας
6. Η κεντρικότητα της οδικής αρτηρίας
7. Η ύπαρξη ή μη φωτεινής σηματοδότησης
8. Η ύπαρξη ή μη διοδίων
9. Η περίοδος καλοκαιριού
10. Ο βαθμός κορεσμού

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων είναι τα εξής:

- Κατά την εκδήλωση οποιουδήποτε είδους απεργίας παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, μείωση της μέσης ταχύτητας και αύξηση του χρόνου διαδρομής.

Κάθε είδος απεργίας επηρεάζει τα κυκλοφοριακά μεγέθη με τρόπο διαφορετικό. Παρόλα αυτά εξαιτίας των δεδομένων, που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των στατιστικών μοντέλων, δεν προέκυψε μία σαφή εικόνα για την πραγματική επιρροή του κάθε είδους απεργίας στα κυκλοφοριακά μεγέθη, καθώς θα περίμενε κανείς η απεργία των λεωφορείων, των τρόλεϊ, του ΗΣΑΠ, του μετρό και του τραμ, που περιλαμβάνει σχεδόν όλα τα μέσα, να επηρεάζει τα κυκλοφοριακά μεγέθη περισσότερο από κάθε άλλο είδος απεργίας κάτι που δεν προέκυψε από τα αποτελέσματα.

- Η κάθε οδική αρτηρία της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών επηρεάζει με τον δικό της τρόπο τα κυκλοφοριακά μεγέθη. Παρόλο που η κάθε οδική αρτηρία επηρεάζει τα κυκλοφορικά μεγέθη κρίθηκε σκόπιμο να μη ληφθεί υπόψη ως παράμετρος κατά την δημιουργία των στατιστικών μοντέλων, καθώς η κάθε οδική αρτηρία παρουσιάζει ενδογενή χαρακτηριστικά, που όμως δεν είναι γνωστά.
- Από τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων προέκυψε πως οι απεργίες που πραγματοποιούνται τις καθημερινές ημέρες επηρεάζουν τα κυκλοφοριακά μεγέθη πολύ περισσότερο από τις απεργίες που πραγματοποιούνται το Σάββατο και την Κυριακή. Όταν πραγματοποιείται κάποια απεργία τις καθημερινές ημέρες παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, μείωση της μέσης ταχύτητας και αύξηση του χρόνου διαδρομής, αντίθετα όταν πραγματοποιείται απεργία το Σάββατο ή την Κυριακή τα αποτελέσματα δεν είναι τα ίδια καθώς τις δύο αυτές ημέρες ο κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου είναι πολύ χαμηλός.
- Κατά την εκδήλωση οποιουδήποτε είδους απεργίας τα κυκλοφοριακά μεγέθη επηρεάζονται περισσότερο κοντά στις περιόδους αιχμής και κατά τις περιόδους αιχμής. Από τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων παρατηρήθηκε ότι τις ημέρες των απεργιών κοντά και κατά τις περιόδους αιχμής ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίζει τη μεγαλύτερη αύξηση, η μέση ταχύτητα τη μεγαλύτερη μείωση και ο χρόνος διαδρομής αντίστοιχα τη μεγαλύτερη αύξηση.
- Από τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων προέκυψε πως η κατεύθυνση μιας οδικής αρτηρίας επηρεάζει τα κυκλοφοριακά μεγέθη. Παρόλα αυτά από τα στατιστικά μοντέλα δεν προέκυψαν τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Θα περίμενε κανείς κατά την εκδήλωση οποιασδήποτε απεργίας να επηρεάζονται περισσότερο τα κυκλοφοριακά μεγέθη που αφορούν οδικές αρτηρίες με κατεύθυνση το κέντρο της πόλης και όχι οδικές αρτηρίες με κατεύθυνση τα προάστια. Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως κατά την εκδήλωση οποιασδήποτε απεργίας ο κυκλοφοριακός φόρτος και ο χρόνος διαδρομής αυξάνονται πολύ περισσότερο σε οδικές αρτηρίες με κατεύθυνση τα προάστια από ότι σε οδικές αρτηρίες με κατεύθυνση το κέντρο της πόλης.
- Η κεντρικότητα μιας οδικής αρτηρίας παρατηρήθηκε πως επηρεάζει τα κυκλοφοριακά μεγέθη κατά την εκδήλωση κάποιας απεργίας. Παρόλα αυτά τα συμπεράσματα που προκύπτουν δεν είναι σαφή, καθώς από τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων προέκυψε πως η μέση ταχύτητα επηρεάζεται περισσότερο σε κεντρικές οδικές αρτηρίες, ενώ ο χρόνος διαδρομής επηρεάζεται περισσότερο σε μη κεντρικές αρτηρίες.
- Η ύπαρξη ή μη φωτεινής σηματοδότησης σε μια οδική αρτηρία επηρεάζει τα κυκλοφορικά μεγέθη σε περιόδους απεργιών. Παρατηρήθηκε πως κατά την εκδήλωση οποιασδήποτε απεργιακής κινητοποίησης οι οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση επηρεάζονται περισσότερο από τις οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση. Σε οδικές αρτηρίες με φωτεινή σηματοδότηση παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, μεγαλύτερη μείωση της μέσης ταχύτητας και μεγαλύτερη αύξηση του χρόνου διαδρομής σε σχέση με οδικές αρτηρίες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση.
- Η ύπαρξη ή μη διοδίων σε μια οδική αρτηρία επηρεάζει τα κυκλοφοριακά μεγέθη σε ημέρες απεργίας. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα στατιστικά μοντέλα δεν είναι τα αναμενόμενα, καθώς παρατηρήθηκε πως οι οδικές αρτηρίες με διόδια

επηρεάζονται περισσότερο από τις οδικές αρτηρίες χωρίς διόδια κατά την εκδήλωση οποιασδήποτε απεργίας. Θα περίμενε κανείς σε οδικές αρτηρίες χωρίς διόδια, που είναι πιο κοντά στο κέντρο της πόλης, σε ημέρες απεργίας ο κυκλοφοριακός φόρτος να εμφανίζει μεγαλύτερη αύξηση από ότι σε οδικές αρτηρίες με διόδια.

- Από τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων προέκυψε πως ο κυκλοφοριακός φόρτος επηρεάζεται περισσότερο κατά την εκδήλωση μιας απεργίας σε περίοδο εκτός το καλοκαιριού από ότι κατά την εκδήλωση μιας απεργίας το καλοκαίρι. Το συμπέρασμα αυτό είναι λογικό καθώς τους καλοκαιρινούς μήνες ο κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών είναι πολύ χαμηλός.
- Τέλος, παρατηρήθηκε πως ο βαθμός κορεσμού επηρεάζει τα κυκλοφοριακά μεγέθη σε ημέρες απεργίας. Για τιμές, του βαθμού κορεσμού, μεγαλύτερες του 0,9 παρατηρείται η μεγαλύτερη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου γεγονός που φανερώνει τη συμφόρηση στο οδικό δίκτυο τις ημέρες των απεργιών.

5.3 Περαιτέρω Διερεύνηση

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο έγινε αναφορά στο πρόβλημα και στον στόχο της παρούσας εργασίας και παρουσιάστηκαν συνοπτικά τα βασικά συμπεράσματα της διερεύνησης. Ολοκληρώνοντας την εργασία, στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται πιθανά θέματα για περαιτέρω διερεύνηση.

Στην εργασία αυτή εξετάστηκαν συνολικά 10 οδικές αρτηρίες της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών (λεωφόρος Κηφισίας, λεωφόρος Μεσογείων, λεωφόρος Συγγρού, λεωφόρος Βουλιαγμένης, λεωφόρος Κηφισού, λεωφόρος Αλεξάνδρας, λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας, οδός Πανεπιστημίου, Αττική οδός, Περιφερειακή Υμηττού). Εκτός από αυτές τις 10 οδικές αρτηρίες σε μια παρόμοια διερεύνηση θα μπορούσαν να εξεταστούν και άλλες βασικές οδικές αρτηρίες του οδικού δικτύου των Αθηνών όπως η λεωφόρος Κατεχάκη, η λεωφόρος Ποσειδώνος, η λεωφόρος Αθηνών, η λεωφόρος Θηβών, η οδός Σταδίου, η οδός Πειραιώς και η λεωφόρος Μαραθώνος.

Στην παρούσα εργασία για κάθε οδική αρτηρία που εξετάστηκε επελέγησαν δύο θέσεις μέτρησης, μία για κάθε κατεύθυνση. Σε παρόμοια διερεύνηση προτείνεται να επιλεγούν περισσότερες θέσεις μέτρησης για κάθε οδική αρτηρία ώστε να μην εξετάζεται μία μόνο συγκεκριμένη διατομή της οδικής αρτηρίας αλλά περισσότερες διατομές σε όλο το μήκος της. Στόχος είναι να υπάρχει μια πιο σαφή εικόνα για την κυκλοφοριακή κατάσταση της οδικής αρτηρίας σε ημέρες απεργίας.

Επιπλέον σε αυτή την εργασία εξετάστηκαν οδικές αρτηρίες της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών. Σε παρόμοια διερεύνηση θα μπορούσε να εξεταστεί τόσο το οδικό δίκτυο των Αθηνών όσο και κάποιας άλλης πόλης της Ελλάδας, όπως η Θεσσαλονίκη, και να υπάρξει σύγκριση των αποτελεσμάτων λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του συγκοινωνιακού δικτύου των δύο πόλεων.

Επιπρόσθετα, όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο υποκεφάλαιο η παράμετρος οδική αρτηρία δεν λήφθηκε υπόψη για τη δημιουργία στατιστικών μοντέλων, καθώς η κάθε οδική αρτηρία παρουσιάζει ενδογενή χαρακτηριστικά, που όμως αυτά δεν είναι γνωστά. Σε παρόμοια διερεύνηση θα μπορούσε να γίνει προσπάθεια για τον προσδιορισμό αυτών των χαρακτηριστικών με στόχο την ανάδειξη επιπρόσθετων παραγόντων που επηρεάζουν τα κυκλοφοριακά μεγέθη.

Τέλος, για τις ανάγκες της παρούσας διερεύνησης επελέγησαν ημέρες απεργιών και τυπικές ημέρες από το 2011 έως και το 2018, δηλαδή ημέρες μέσα από την περίοδο της οικονομικής κρίσης. Σε παρόμοια μελλοντική διερεύνηση θα μπορούσε να επιλεγούν ημέρες απεργιών και τυπικές ημέρες τόσο μέσα από την περίοδο της οικονομικής κρίσης όσο και εκτός αυτής με στόχο την σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο αυτών περιόδων.

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

6.1 Διεθνείς Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Adler M. W. and van Ommeren J. N., (2015). Does public transit reduce car travel externalities? Quasi-natural experiments' evidence from transit strikes, Discussion Paper
2. Blumstein A. and Miller H. D., (1983). Making do: The Effects of a Mass Transit Strike on Travel Behavior, *Transportation* 11 361-382
3. Bjornskau T., (1999). Bothered by bus strike?, TOI report 423
4. Coindet J. P., (1998). Home-to-Work Trips During the Transportation Strikes in Ile-de-France at the End of 1995, *Journal of Transportation and Statistics* 43-51
5. Crain J. L. and Flynn S. D., (1975). Southern California rapid transit district 1974 strike impact study
6. Marmo M., (1990). More profile than courage: the New York City Transit strike of 1966, Chapter 2 27-56
7. Nguyen-Phuoc D. Q., Currie G., de Gruyter C., Young W., (2018). Exploring the impact of public transport strikes on travel behavior and traffic congestion, *International Journal of Sustainable Transportation* 1-11
8. PbIVVS, (1984). Effects on Traffic and Transportation of a strike at HTM, Main report, Projectbureau Integrale Verkeers-en Vervoerstudies, Ministrie van Verkeer en Waterstaat, The Hague
9. Perdok J. and Kalfs N., (1995). The strike in regional public transport 1995: a retrospective in figures and opinions, *Openbaar Vervoer Colloquium 1995/05*, p. 215-226
10. Sermpis D., Babis C., Theofilis I, (2007). the impact of a transit strike on the traffic patterns in the Athens road network, 11th World Conference on Transport Research Society
11. Tsapakis I., Heydecker B. G., Cheng T. & Anbaroglu B, (2013). How tube strikes affect macroscopic and link travel times in London, *Transportation Planning and Technology*, Vol. 36, No. 1, 109-129
12. van Exel N. J. A., Rietveld P., (2001). Public transport strikes and traveler behavior, *Transport Policy* 8, 237-246
13. van Exel N.J.A., Rietveld P., (2009). When strike comes to town. . . anticipated and actual behavioural reactions to a one-day, preannounced, complete rail strike in the Netherlands, *Transportation Research Part A* 43, 526-535
14. Zhu S. and Levinson D., (2008). A Review of Research on Planned and Unplanned Disruptions to Transportation Networks

6.2 Ελληνικές Βιβλιογραφικές Αναφορές

15. Αντωνίου Κ., Σπυροπούλου Ι., (2015). Αρχές κυκλοφοριακής τεχνικής και προσομοίωσης, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών
16. Ζαχαροπούλου Χ., (1998). Στατιστική Μέθοδοι-Εφαρμογές-Παλινδρόμηση & Συσχέτιση, Τόμος Β, Εκδόσεις Σοφία, Θεσσαλονίκη
17. Κόκκινος Γ., (2011). Παράλληλοι αλγόριθμοι εξόρυξης γνώσης από βάσεις δεδομένων με τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης
18. Μποζίκας Ν., (2015). Διερεύνηση επίδρασης απεργιών των μέσων μαζικής μεταφοράς στην κυκλοφορία, Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ
19. Φρατζεσκάκης Ι. Μ., Γκόλιας Ι.Κ., Πιτσιάβα – Λατινοπούλου Μ.Χ, (2009). Κυκλοφοριακή Τεχνική, Εκδόσεις Παπασωτηρίου