



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

Μποζίκας Νικόλαος

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

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ



Αθήνα, 2015



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF RURAL & SURVEYING ENGINEERING
DEPARTMENT OF INFRASTRUCTURE AND RURAL DEVELOPMENT

Diploma Thesis

INVESTIGATION OF EFFECTS OF PUBLIC TRANSPORT STRIKES

Bozikas Nikolaos

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

LABORATORY OF
TRANSPORTATION ENGINEERING



Athens, 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Ιωάννα Σπυροπούλου, Επίκουρη Καθηγήτρια της Σχολής Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών επιβλέπουσα της παρούσας διπλωματικής εργασίας για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση καθώς και για τις συμβουλές, που μου παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κωνσταντίνο Αντωνίου, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, για τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κυρίους Δημήτρη Σερμπή και Αντώνη Χαζίρη συγκοινωνιολόγους του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας της περιφέρειας Αττικής για την πολύτιμη βοήθεια τους τόσο κατά τη συλλογή των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν όσο και για τις συμβουλές τους για την επιλογή των οδικών αρτηριών και των χαρακτηριστικών μετρητών.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την στήριξη και την υπομονή τους όλα αυτά τα φοιτητικά χρόνια καθώς και τους φίλους μου για την υποστήριξη τους τόσο στις εύκολες όσο και στις δύσκολες στιγμές αυτής της εργασίας.

Νικόλαος Μποζίκας
Αθήνα, Μάρτιος 2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνήσει την επίδραση των απεργιακών κινητοποιήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς, της Αθήνας κατά την περίοδο από τον Νοεμβρίου του 2012 ως τον Ιανουάριο του 2013, σε βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη. Εξετάστηκαν λεωφόροι βαρύνουσας σημασίας για το οδικό δίκτυο της Αθήνας όπως η λεωφόρος Αλεξάνδρας και η λεωφόρος Κηφισού, στις οποίες και παρατηρούνται διαφορετικά κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά. Επιλέχθηκαν ημέρες απεργιακών κινητοποιήσεων, εντός της προαναφερθείσας εξεταζόμενης περιόδου, από τις οποίες αποκλείστηκαν ημέρες όπου παράλληλα με απεργία των μέσων μαζικής μεταφοράς είχε εξαγγελθεί απεργία των συνδικαλιστικών οργάνων των εργαζομένων, και συγκρίθηκαν με τυπικές ημέρες οι οποίες αναζητήθηκαν σε περίοδο εντός μιας εβδομάδας, πριν ή μετά την απεργιακή κινητοποίηση. Για τις λεωφόρους αυτές επιλέχθηκαν μετρητές, του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας, οι οποίοι παρουσίαζαν το αντιπροσωπευτικότερο αποτέλεσμα κατά τις εξεταζόμενες τυπικές ημέρες. Για την διερεύνηση της επίδρασης των απεργιακών κινητοποιήσεων, δημιουργήθηκαν γενικευμένα γραμμικά μοντέλα (Generalized Linear Models) στα οποία εξετάστηκαν διαφορετικές μεταβλητές απόκρισης όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος και ο χρόνος διαδρομής, καθώς και επεξηγηματικές μεταβλητές όπως είδη απεργιών, απεργίες μεμονωμένων μέσων μαζικής μεταφοράς όπως απεργία ΜΕΤΡΟ, απεργία ενός οργανισμού όπως απεργία ΣΤΑ.ΣΥ και γενική απεργία, χρονικοί περίοδοι εντός της ημέρας, όπως χρονικές περίοδοι εντός ή εκτός αιχμής και διάφορες άλλες, έτσι ώστε να προσδιοριστεί ο τρόπος με τον οποίο μεταβάλλεται ο κυκλοφοριακός φόρτος και ο χρόνος διαδρομής κατά τις απεργιακές κινητοποιήσεις και συγκριτικά με ημέρες κατά τις οποίες δεν πραγματοποιήθηκε κάποια απεργιακή κινητοποίηση. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ο χρόνος διαδρομής επηρεάζεται σημαντικά από τις απεργιακές κινητοποιήσεις και ειδικότερα σε απεργία όλων των μέσων μαζικής μεταφοράς ενώ ιδιαίτερη αύξηση παρατηρείται και κατά τις ώρες αιχμής. Τέλος παρόμοια επιρροή ασκούν οι απεργιακές κινητοποιήσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς και στον κυκλοφοριακό φόρτο παρολαυτά η αύξηση αυτή δεν παρατηρείται σε όλες τις εξεταζόμενες οδικές αρτηρίες κυρίως λόγω του ήδη κορεσμένου οδικού δικτύου.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to investigate the effects of public transport strikes which occurred in Athens during the period of November 2012 to January 2013 on basic traffic data. Significant avenues of the road network of Athens metropolitan area were examined, such as Alexandras and Kifissou avenues, with distinct characteristics observed. Days of strike were selected within the aforementioned period, and days during which other union's strikes took place were excluded from the data. Data from strike days were compared the respective data during base conditions days (days were no strike occurred within a week before or after the investigated strike). For the investigated links, traffic counters operated by the Athens Traffic Management Centre were initially selected, and those which had the most representative results for the base conditions days were eventually used. Generalized linear models were developed for the investigation of the effects of the strikes where different response variables such as traffic flow and travel time were examined. Explanatory variables included type of strike (individual means of public transport like METRO, single organizations like Urban Rail Transport S.A. but also general strike), time periods throughout the day, such as periods of peak and several other parameters were used to describe the change of traffic flow and travel time during strike. Results indicate that travel time is significantly affected by strikes, particularly during the strike of all public transport means and a significant increase was observed during peak hours. Finally similar influence is exercised to traffic flow by the strikes of public transport although this increase is not observed in all examined links mainly because of the saturated road network.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2.	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	3
2.1	Βασικές έννοιες	3
2.2	Βιβλιογραφική ανασκόπηση	9
3.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	15
3.1	Συγκοινωνιακό δίκτυο Αθήνας.....	15
3.1.1	Οδικό δίκτυο Αθήνας	15
3.1.2	Σύστημα μέσων μαζικής μεταφοράς Αθήνας.....	16
3.1.3	Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας.....	18
3.2	Επιλογή δεδομένων – Σχεδιασμός σεναρίων ανάλυσης.....	19
3.2.1	Οδικές αρτηρίες	19
3.2.2	Ημερομηνίες απεργιών και τυπικές ημέρες	20
3.2.3	Χρονικό διάστημα διερεύνησης	22
3.2.4	Αντιπροσωπευτικοί μετρητές	23
3.3	Στατιστική ανάλυση.....	34
3.3.1	Περιγραφική στατιστική – Ανάλυση δεδομένων	34
3.3.2	Στατιστική ανάλυση δεδομένων	42
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	46
4.1	Μεταβλητή απόκρισης: χρόνος διαδρομής	51
4.2	Μεταβλητή απόκρισης: κυκλοφοριακός φόρτος	61
4.3	Μεταβλητή απόκρισης: ποσοστιαία μεταβολή χρόνου διαδρομής	72
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	83
5.1	Συμπεράσματα που προέκυψαν από εξέταση των μεταβλητών απόκρισης...83	
5.2	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	85
6.	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	87
6.1	Διεθνείς βιβλιογραφικές αναφορές	87
6.2	Ελληνικές βιβλιογραφικές αναφορές.....	87

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2.1: Μηνιαία διακύμανση κυκλοφοριακού φόρτου	4
Διάγραμμα 2.2: Ημερήσια διακύμανση κυκλοφοριακού φόρτου.....	4
Διάγραμμα 2.3: Ωριαία διακύμανση κυκλοφοριακού φόρτου.....	5
Διάγραμμα 2.4: Θεμελιώδες διάγραμμα κυκλοφορίας.....	9
Διάγραμμα 3.1: Κυκλοφοριακός φόρτος ανά χρονικά διαστήματα	22
Διάγραμμα 3.2: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 9/1/2013 και 10/1/2013 (MS257) ...	23
Διάγραμμα 3.3: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 9/1/2013 και 10/1/2013 (MS413) ...	24
Διάγραμμα 3.4: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS419) ...	24
Διάγραμμα 3.5: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS423) ...	25
Διάγραμμα 3.6: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS291)	25
Διάγραμμα 3.7: Ταχύτητα τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS291)	26
Διάγραμμα 3.8: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS278)	26
Διάγραμμα 3.9: Ταχύτητα τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS278)	26
Διάγραμμα 3.10: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS290)	27
Διάγραμμα 3.11: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS277)	27
Διάγραμμα 3.12: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS94)	28
Διάγραμμα 3.13: Κυκλοφοριακός φόρτος την ημέρα 15/1/2013 (MS72)	28
Διάγραμμα 3.14: Ταχύτητα την ημέρα 15/1/2013 (MS72)	29
Διάγραμμα 3.15: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS797)	29
Διάγραμμα 3.16: Ταχύτητα τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS797)	30
Διάγραμμα 3.17: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 9/1/2013 και 10/1/2013 (MS809) .	30
Διάγραμμα 3.18: Ταχύτητα τις ημέρες 9/1/2013 και 10/1/2013 (MS821)	31
Διάγραμμα 3.19: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS195)	31
Διάγραμμα 3.20: Ταχύτητα τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS195)	32
Διάγραμμα 3.21: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS193)	32
Διάγραμμα 3.22: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS179)	33
Διάγραμμα 3.23: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς λεωφ. Κηφισίας - καθημερινή	34
Διάγραμμα 3.24: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς λεωφ. Κηφισίας - Σαββατοκύριακο	35
Διάγραμμα 3.25: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς Πατησίων - καθημερινή	35

Διάγραμμα 3.26: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς λεωφ. Κηφισίας - καθημερινή.....	36
Διάγραμμα 3.28: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς λεωφ. Κηφισίας - Σαββατοκύριακο.....	37
Διάγραμμα 3.29: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου λεωφ. Συγγρού με κατεύθυνση από κέντρο - καθημερινή.....	37
Διάγραμμα 3.30: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου λεωφ. Συγγρού με κατεύθυνση προς κέντρο - Σαββατοκύριακο.....	38
Διάγραμμα 3.31: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τυπική ημέρα λεωφ. Κηφισίας με κατεύθυνση προς κέντρο - καθημερινή.....	38
Διάγραμμα 3.32: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τυπική ημέρα λεωφ. Κηφισίας με κατεύθυνση προς Κηφισιά - καθημερινή.....	39
Διάγραμμα 3.34: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τυπική ημέρα λεωφ. Ποσειδώνος με κατεύθυνση προς Γλυφάδα - καθημερινή.....	40
Διάγραμμα 3.35: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Κηφισού με κατεύθυνση προς Πειραιά - καθημερινή.....	40
Διάγραμμα 3.36: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Κηφισού με κατεύθυνση προς Λαμία - καθημερινή.....	41
Διάγραμμα 3.37: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Κηφισού με κατεύθυνση προς Πειραιά - Σαββατοκύριακο.....	41
Διάγραμμα 3.38: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Κηφισού με κατεύθυνση προς Λαμία - Σαββατοκύριακο.....	41
Διάγραμμα 4.1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων εμφάνισης μεταβλητής $\log t_f$	47
Διάγραμμα 4.2: Ιστόγραμμα συχνοτήτων εμφάνισης μεταβλητής cubet_f	48
Διάγραμμα 4.3: Box plot τιμών της μεταβλητής $\log t_f$ ως προς τα είδη απεργιών.....	51
Διάγραμμα 4.4: Box plot διασποράς της μεταβλητής $\log t_f$ ως προς την ώρα.....	52
Διάγραμμα 4.5: Box plot τιμών της μεταβλητής $\log t_f$ ως προς την ημέρα.....	52
Διάγραμμα 4.6: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 2.....	54
Διάγραμμα 4.7: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 2.....	54
Διάγραμμα 4.8: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 2.....	54
Διάγραμμα 4.9: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 2.....	54
Διάγραμμα 4.10: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 3.....	55
Διάγραμμα 4.11: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 3.....	55
Διάγραμμα 4.12: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 3.....	56
Διάγραμμα 4.13: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 3.....	56
Διάγραμμα 4.14: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 4.....	57
Διάγραμμα 4.15: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 4.....	57
Διάγραμμα 4.16: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 4.....	57
Διάγραμμα 4.17: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 4.....	57
Διάγραμμα 4.18: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 5.....	59
Διάγραμμα 4.19: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 5.....	59
Διάγραμμα 4.20: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 5.....	59

Διάγραμμα 4.21: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 5	59
Διάγραμμα 4.22: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 6.....	61
Διάγραμμα 4.23: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 6.....	61
Διάγραμμα 4.24: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 6.....	61
Διάγραμμα 4.25: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 6	61
Διάγραμμα 4.26: Box plot τιμών της μεταβλητής cubetf ως προς τα είδη απεργιών	62
Διάγραμμα 4.27: Box plot διασποράς της μεταβλητής cubetf ως προς την ώρα	62
Διάγραμμα 4.28: Box plot τιμών της μεταβλητής cubetf ως προς την ημέρα	63
Διάγραμμα 4.29: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 7.....	64
Διάγραμμα 4.30: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 7.....	64
Διάγραμμα 4.31: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 7.....	64
Διάγραμμα 4.32: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 7	64
Διάγραμμα 4.33: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 8.....	66
Διάγραμμα 4.34: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 8.....	66
Διάγραμμα 4.35: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 8.....	66
Διάγραμμα 4.36: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 8	66
Διάγραμμα 4.37: Box plot τιμών της μεταβλητής tflanes ως προς τα είδη απεργιών	67
Διάγραμμα 4.38: Box plot διασποράς της μεταβλητής tflanes ως προς την ώρα.....	67
Διάγραμμα 4.39: Box plot τιμών της μεταβλητής tflanes ως προς την ημέρα	68
Διάγραμμα 4.40: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 9.....	69
Διάγραμμα 4.41: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 9.....	69
Διάγραμμα 4.42: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 9.....	69
Διάγραμμα 4.43: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 9	69
Διάγραμμα 4.44: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 10	70
Διάγραμμα 4.45: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 10	70
Διάγραμμα 4.46: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 10	70
Διάγραμμα 4.47: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 10	70
Διάγραμμα 4.48: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 11	71
Διάγραμμα 4.49: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 11	71
Διάγραμμα 4.50: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 11	71
Διάγραμμα 4.51: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 11	71
Διάγραμμα 4.52: Box plot τιμών της μεταβλητής rdtt ως προς τα είδη απεργιών	72
Διάγραμμα 4.53: Box plot διασποράς της μεταβλητής rdtt ως προς την ώρα	73
Διάγραμμα 4.54: Box plot τιμών της μεταβλητής rdtt ως προς την ημέρα.....	73
Διάγραμμα 4.55: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 12	75
Διάγραμμα 4.56: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 12	75
Διάγραμμα 4.57: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 12	75
Διάγραμμα 4.58: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 12	75

Διάγραμμα 4.59: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 13	76
Διάγραμμα 4.60: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 13	76
Διάγραμμα 4.61: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 13	76
Διάγραμμα 4.62: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 13	76
Διάγραμμα 4.63: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 14	77
Διάγραμμα 4.64: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 14	77
Διάγραμμα 4.65: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 14	77
Διάγραμμα 4.66: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 14	77
Διάγραμμα 4.67: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 15	78
Διάγραμμα 4.68: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 15	78
Διάγραμμα 4.69: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 15	78
Διάγραμμα 4.70: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 15	78
Διάγραμμα 4.71: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 16	79
Διάγραμμα 4.72: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 16	79
Διάγραμμα 4.73: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 16	79
Διάγραμμα 4.74: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 16	79
Διάγραμμα 4.75: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 17	80
Διάγραμμα 4.76: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 17	80
Διάγραμμα 4.77: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 17	80
Διάγραμμα 4.78: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 17	80
Διάγραμμα 4.79: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 18	82
Διάγραμμα 4.80: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 18	82
Διάγραμμα 4.81: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 18	82
Διάγραμμα 4.82: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 18	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1: Οδικό δίκτυο λεκανοπεδίου Αττικής	15
Εικόνα 3.2: Δίκτυο μέσων σταθερής τροχιάς	17

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά διατομών οδικών αρτηριών	20
Πίνακας 3.2: Χαρακτηριστικά απεργιών Μ.Μ.Μ.....	21
Πίνακας 3.3: Συνοπτικός πίνακας μετρητών	33
Πίνακας 3.4: Συνοπτικός πίνακας διαδρομών	33
Πίνακας 3.5: Κατανομές που χρησιμοποιούνται στα GLM	45
Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 1	49
Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 2	53
Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 3	55
Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 4	56
Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 5	58
Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 6	60
Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 7	63
Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 8	65
Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 9	68
Πίνακας 4.10: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 10	70
Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 11	71
Πίνακας 4.12: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 12	74
Πίνακας 4.13: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 13	76
Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 14	77
Πίνακας 4.15: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 15	78
Πίνακας 4.16: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 16	79
Πίνακας 4.17: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 17	80
Πίνακας 4.18: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 18	81

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι απεργιακές κινητοποιήσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην αύξηση της κυκλοφοριακής κίνησης, ιδιαίτερα στις μεγαλουπόλεις, και προκαλούν σημαντικές επιπτώσεις στις συμπεριφορές των μετακινούμενων πολιτών, στην κυκλοφοριακή συμφόρηση, καθώς και στους χρόνους μετακίνησης. Στη διεθνή βιβλιογραφία, κυρίως, έχουν καταγραφεί ορισμένες έρευνες και μελέτες για την απεικόνιση του συγκεκριμένου φαινομένου.

Κατά τα τέλη του 2012 και εν μέσω σημαντικών πολιτικών αποφάσεων, στη χώρα και ειδικότερα στην Αθήνα, εξαγγέλλονταν καθημερινά απεργιακές κινητοποιήσεις συνδικαλιστικών φορέων καθώς και διαφόρων τομέων όπως καθηγητών, ιατρών, μέσων μαζικής ενημέρωσης και μέσων μαζικής μεταφοράς.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης των απεργιακών κινητοποιήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς, της Αθήνας, σε βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη. Για την διερεύνηση αυτή δημιουργήθηκαν στατιστικά μοντέλα στα οποία εξετάστηκαν διαφορετικές μεταβλητές απόκρισης όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος και ο χρόνος διαδρομής, κυκλοφοριακά μεγέθη τα οποία ήταν άμεσα μετρήσιμα και τα οποία συλλέχθηκαν από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας, σε σχέση με άλλα μεγέθη (επεξηγηματικές μεταβλητές) όπως είδη απεργιών, χρονικοί περίοδοι εντός της ημέρας κ.λπ.. Εξετάστηκαν έτσι ώστε να προσδιοριστεί ο τρόπος μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου και του χρόνου διαδρομής εν μέσω απεργιακών κινητοποιήσεων συγκριτικά με ημέρες κατά τις οποίες δεν πραγματοποιήθηκε κάποια απεργιακή κινητοποίηση (τυπικές ημέρες) ενώ τα κυκλοφοριακά μεγέθη της τυπικής ημέρας αναπαριστούν τα κυκλοφοριακά πρότυπα της οδικής αρτηρίας. Τα είδη απεργιών τα οποία εξετάστηκαν ήταν απεργίες μεμονωμένων μέσων μαζικής μεταφοράς όπως απεργία του ΜΕΤΡΟ, απεργία ενός οργανισμού όπως απεργία της ΣΤΑ.ΣΥ καθώς και γενική απεργία Μ.Μ.Μ.. Η διερεύνηση αυτή είναι σημαντική στον προσδιορισμό της συμπεριφοράς κυκλοφοριακών μεγεθών σε πλαίσια απεργιών των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε ορισμένες βασικές έννοιες κυκλοφοριακής τεχνικής οι οποίες πρόκειται να αναφερθούν και αποτελούν βασικό θεωρητικό υπόβαθρο καθώς και παρατίθεται βιβλιογραφική ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών, παρεμφερών με το συγκεκριμένο θέμα με στόχο την απόκτηση της απαραίτητης γνώσης αναφορικά με το αντικείμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Επιπλέον γίνεται αναφορά στο συγκοινωνιακό οδικό δίκτυο και στο σύστημα μέσων μαζικής μεταφοράς της Αθήνας, στο Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας, από το οποίο συλλέχθηκαν τα δεδομένα, ενώ τέλος παρουσιάζονται τα κριτήρια επιλογής των οδικών αρτηριών, των απεργιακών κινητοποιήσεων, των τυπικών ημερών καθώς και των αντιπροσωπευτικών μετρητών που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα. Επιπρόσθετα αναλύονται ορισμένα στατιστικά στοιχεία που προέκυψαν συγκρίνοντας τον κυκλοφοριακό φόρτο και τον χρόνο διαδρομής ημερών απεργίας με τυπικές ημέρες.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων των στατιστικών μοντέλων όπως αυτά σχεδιάστηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό R Statistics.

Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα κύρια συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από την επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων όπως και αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα στατιστικά μοντέλα ενώ τέλος γίνεται αναφορά σε προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε ορισμένες βασικές έννοιες κυκλοφοριακής τεχνικής οι οποίες αναφέρονται στα επόμενα κεφάλαια καθώς και παρατίθεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των προηγούμενων ερευνών, παρεμφερών με το συγκεκριμένο θέμα.

2.1 Βασικές έννοιες

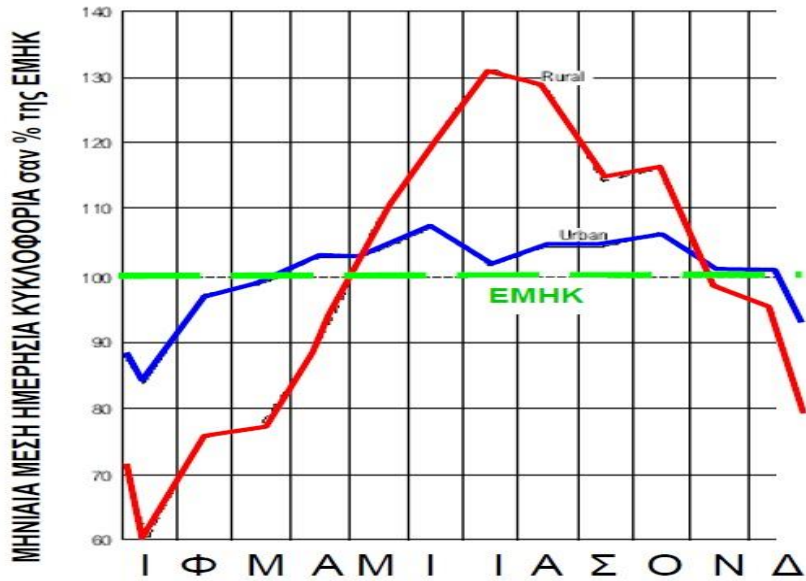
Κυκλοφοριακός φόρτος

Ο κυκλοφοριακός φόρτος (traffic flow) είναι ο συνολικός αριθμός οχημάτων που διέρχεται από ένα σημείο ή μια διατομή οδου στη μονάδα του χρόνου. Ανάλογα με το χρονικό διάστημα κατά το οποίο μελετάται, καθώς και τον τύπο οδου και την περιοχή μελέτης, παρουσιάζει διακύμανση στον τρόπο που κατανέμεται στο χρόνο και στο χώρο (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).

Σημαντική για τον σχεδιασμό και τη μελέτη οδικών τμημάτων έχει η Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία – Ε.Μ.Η.Κ. (Average Annual Daily Traffic), που ισούται με το συνολικό κυκλοφοριακό φόρτο διαιρεμένο με το συνολικό αριθμό των ημερών του έτους. Αντίστοιχα μπορεί να θεωρηθεί και η Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία – Μ.Η.Κ. (Annual Daily Traffic) ως ο κυκλοφοριακός φόρτος που διέρχεται από δεδομένη διατομή οδου, εντός χρονικής περιόδου ορισμένων ημερών, προς των αριθμό των ημερών αυτών.

Ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσιάζει τρεις διακυμάνσεις:

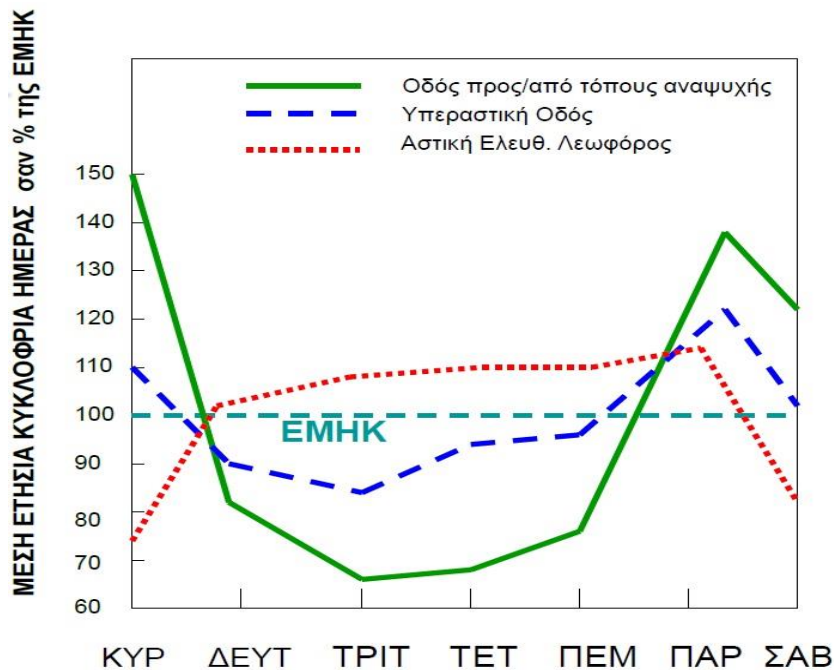
- Μηνιαία ή εποχιακή διακύμανση, η οποία αντανakλά τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Αν και γενικά δεν είναι ιδιαίτερα έντονη, σε περιπτώσεις περιοχών με έντονο τουριστικό ενδιαφέρον, σε μήνες με τουριστική κίνηση εμφανίζεται το μεγαλύτερο ποσοστό κυκλοφορίας.



Διάγραμμα 2.1: Μηνιαία διακύμανση κυκλοφοριακού φόρτου

Πηγή: Φρατζεσκάκης κ.α, 2009

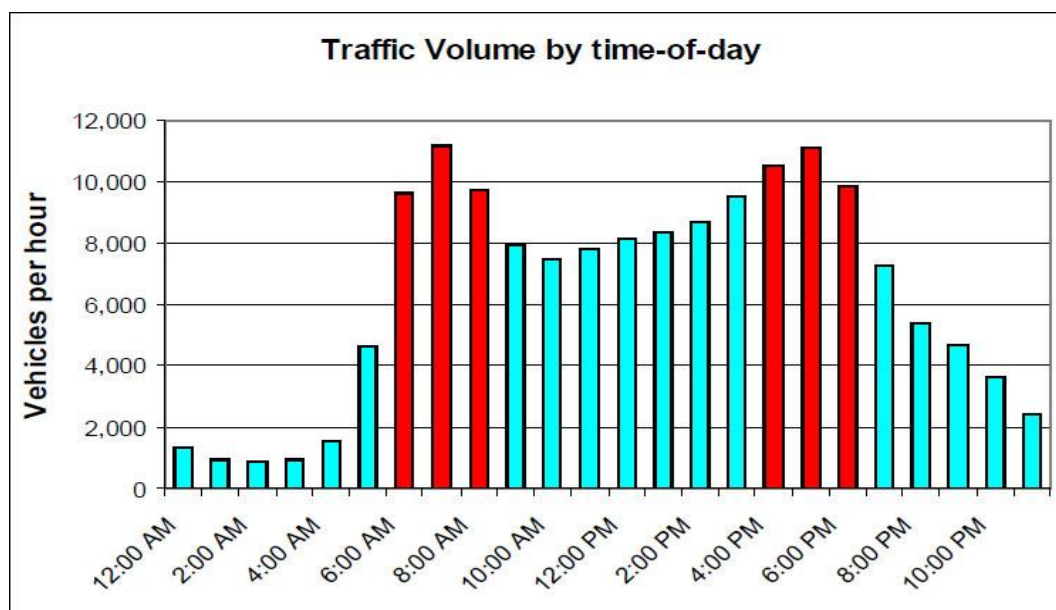
- Ημερήσια διακύμανση, η οποία εξαρτάται από τον τύπο της οδού. Συγκεκριμένα οδοί με κυκλοφορία αναψυχής παρουσιάζουν αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου, όπως και από Παρασκευή ως Δευτέρα κατά τη διάρκεια θερινών διακοπών, ενώ αντίθετα υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος παρουσιάζεται τις καθημερινές σε οδούς με σημαντική κυκλοφορία σε εργάσιμες ώρες.



Διάγραμμα 2.2: Ημερήσια διακύμανση κυκλοφοριακού φόρτου

Πηγή: Φρατζεσκάκης κ.α, 2009

- Ωριαία διακύμανση, η οποία καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων και είναι η εντονότερη διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου. Συγκεκριμένα ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίζει υψηλές τιμές κατά τις πρωινές και απογευματινές χρονικές περιόδους, στη διάρκεια των οποίων οι μετακινούμενοι κατευθύνονται προς ή επιστρέφουν από την εργασία τους. Τέλος διαφοροποιείται στη μορφή της κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας συγκρινόμενη με Κυριακή ή με αργία, ενώ ακόμη και ανά κατεύθυνση κυκλοφορίας.



Διάγραμμα 2.3: Ωριαία διακύμανση κυκλοφοριακού φόρτου

Πηγή: Federal Highway Administration

Σύνθεση κυκλοφορίας

Με τον όρο σύνθεση κυκλοφορίας περιγράφεται η ποσοστιαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά είδος οχήματος. Για αστικές οδούς οι συνήθεις κατηγορίες που χρησιμοποιούνται είναι:

- Επιβατικά οχήματα
- Λεωφορεία, πούλμαν, φορτηγά
- Μεγάλα φορτηγά αυτοκίνητα
- Μοτοσυκλέτες, μοτοποδήλατα
- Ποδήλατα

Η σύνθεση της κυκλοφορίας διαφέρει από πόλη σε πόλη, αλλά και από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των αντίστοιχων δραστηριοτήτων. Διαφέρει σημαντικά ανάλογα με τη χρήση γης ενώ μπορεί να διαφοροποιείται ακόμα και ανάμεσα στις δυο κατευθύνσεις μιας οδού και τέλος μπορεί να μεταβληθεί χρονικά ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια μιας ημέρας (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).

Μονάδες Επιβατικών Οχημάτων

Για τη μετατροπή των διαφόρων κατηγοριών οχημάτων σε συγκρίσιμες μονάδες χρησιμοποιείται ως βασική μονάδα το επιβατικό όχημα και οι κυκλοφοριακοί φόρτοι εκφράζονται σε Μονάδες Επιβατικών Οχημάτων – Μ.Ε.Α. (Passenger Car Units) (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).

Ταχύτητα

Βασικοί ορισμοί για την ταχύτητα είναι οι παρακάτω:

- Μέση ταχύτητα είναι ο σταθμισμένος μέσος όρος των ταχυτήτων μελέτης των επιμέρους τμημάτων μιας οδού (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).
- Ταχύτητα ελεύθερης ροής είναι η ταχύτητα λειτουργίας σε τμήμα μιας αρτηρίας, όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι χαμηλός (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).
- Ταχύτητα πορείας είναι η μέση ταχύτητα κίνησης ενός οχήματος σε συγκεκριμένη διαδρομή. Δηλαδή η απόσταση που διανύθηκε, διαιρεμένη με το χρόνο διαδρομής, χωρίς να υπολογίζονται σε αυτόν καθυστερήσεις από τις στάσεις (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).

Πυκνότητα και κατάληψη

Ως πυκνότητα κυκλοφορίας (traffic density) ορίζεται ως ο αριθμός των οχημάτων που κινούνται σε μια δεδομένη στιγμή στη μονάδα μήκους της οδού. Μπορεί να αναφέρεται και στις δυο ή σε καθεμία από τις κατευθύνσεις κίνησης της κυκλοφορίας, καθώς επίσης και σε μια ή περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας, ενώ χαρακτηρίζει την ένταση της κυκλοφορίας στη μη διακοπτόμενη ροή (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).

Ως χρονική κατάληψη (occupancy) ορίζεται το ποσοστό της μονάδας χρόνου που μια διατομή καταλαμβάνεται από διερχόμενα οχήματα (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).

Κυκλοφοριακή ικανότητα

Ως κυκλοφοριακή ικανότητα ορίζεται ο μέγιστος κυκλοφοριακός φόρτος που μπορεί να εξυπηρετηθεί όταν πληρούνται συγκεκριμένες λειτουργικές συνθήκες (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).

Η κυκλοφοριακή ικανότητα επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Οδικές συνθήκες, οι οποίες περιλαμβάνουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού, όπως ο αριθμός και το πλάτος των λωρίδων, η ταχύτητα μελέτης, η οριζόντια και κατακόρυφη χάραξη κ.α.
- Κυκλοφοριακές συνθήκες, όπως η σύνθεση της κυκλοφορίας και η κατανομή της κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και λωρίδα
- Συνθήκες ελέγχου, οι οποίες αναφέρονται στη ρύθμιση της κυκλοφορίας με κατάλληλες συσκευές και σημάνσεις και στους κανόνες κυκλοφορίας που εφαρμόζονται
- Νέες τεχνολογίες, που στοχεύουν στην αύξηση της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας των οχημάτων και των συστημάτων μεταφορών (Φρατζεσκάκης κ.α, 2009).

Χρόνος μετακίνησης (Travel Time)

Ο χρόνος μετακίνησης μπορεί είτε να εκτιμηθεί ή και να προβλεφθεί. Για την πρόβλεψη μπορούν να χρησιμοποιηθούν στατιστικά (Davis and Nihan, 1991), ή μακροσκοπικά μοντέλα, μοντέλα επιλογής διαδρομής τα οποία βασίζονται σε δυναμικά μοντέλα καταμερισμού κυκλοφορίας (dynamic traffic assignment) (Ben Akiva et al, 1992), spectral and cross-spectral analyses (Σταθόπουλος και Καρλαύτης, 2001), cusp catastrophe theory (Phshkar et al, 1995), μοντέλα χρονομετρών (Ahmed and Cook, 1982) και σε νευρωνικά δίκτυα (neural network techniques) (Fu and Rilett, 2000). Χαρακτηριστικό των μεθόδων αυτών είναι ότι χρησιμοποιούν ιστορικά δεδομένα για προβλέψεις βραχυπρόθεσμης κυκλοφοριακής συμπεριφοράς, ενώ κυρίως χρησιμοποιούνται για μη αστικές οδούς. Αντίθετα για την εκτίμηση του χρόνου μετακίνησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετρήσεις σημειακής ταχύτητας (spot speed measurement methods) με χρήση επαγωγικών βρόγχων ή ακόμα και ραντάρ, χωρικές μέθοδοι (spatial travel time methods) με χρήση βίντεο για τον εντοπισμό των πινακίδων κυκλοφορίας (licence plate video detection systems), μέσω ειδικών οχημάτων (probe vehicle technologies) όπου με χρήση GPS και αυτόματου εντοπισμού θέσης του οχήματος ακολουθείται η θέση του όσο το όχημα κινείται στο, υπό εξέταση, οδικό δίκτυο, μοντέλα παλινδρόμησης, τα οποία βασίζονται σε ανάλυση παλινδρόμησης και είναι τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα, και τέλος τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (artificial neural networks) τα οποία επιτρέπουν μη γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών που προσδιορίζονται (Σερμπής κ.α, 2006).

Η εκτίμηση του χρόνου μετακίνησης μπορεί, επίσης, να διακριθεί δυο κατηγορίες, για σηματοδοτούμενες αστικές οδούς και για αυτοκινητοδρόμους. Η διαφορά των δυο μεθόδων είναι η ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης η οποία είναι ο κύριος λόγος για την ανάπτυξη ουράς η οποία οδηγεί στον επιπρόσθετο χρόνο που χρειάζεται ένα όχημα για τη διέλευση του από ένα οδικό τμήμα (Σερμπής κ.α, 2006).

Για την εκτίμηση του χρόνου μετακίνησης στις αστικές οδούς με φωτεινή σηματοδότηση, οι οποίες κυρίως συναντώνται στο κέντρο της πόλης και όπως αυτή εκτιμάται στο Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας, βασικά χαρακτηριστικά είναι οι θέσεις των μετρητών καθώς και η ταυτοποίηση των κρισίμων φωτεινών σηματοδοτών. Για κάθε οδικό τμήμα χρησιμοποιείται ένας αριθμός συγκεκριμένων μετρητών οι οποίοι τοποθετούνται ανάντη του κόμβου, σε θέση η οποία θα καταλαμβάνεται συνεχώς από οχήματα σε περίπτωση αυξημένου κυκλοφοριακού φόρτου. Ο αλγόριθμος εκτίμησης, χρησιμοποιείται για κάθε τμήμα της διαδρομής και ο τελικός χρόνος υπολογίζεται ως το άθροισμα όλων των τμημάτων. Η εξίσωση, στην οποία υπολογίζονται τρεις χρόνοι, ο χρόνος (t_1) όπου ένα όχημα διανύει το μη κορεσμένο τμήμα του οδικού τμήματος, ο χρόνος (t_2) για ένα όχημα να διέλθει από την ουρά και τέλος ο χρόνος (t_3) που ένα όχημα χρειάζεται να περιμένει για την πράσινη ένδειξη, είναι η παρακάτω:

$$t_R = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{(L_{link} - L_{t,stau})}{v} + \frac{L_{t,stau}}{v_{stau}} + \left[t_{rot} * \frac{L_{t,stau}}{L_{ab}} + t_{vz} \right]$$

Όπου:

t_R : ο χρόνος μετακίνησης (sec)

L_{link} : το μήκος οδικού τμήματος (m)

$L_{t,stau}$: το μήκος ουράς τη χρονική στιγμή t (m)

v : η ταχύτητα ελεύθερης ροής (m/sec)

v_{stau} : η ταχύτητα διέλευσης οχημάτων στην ουρά (m/s)

t_{rot} : ο χρόνος κόκκινης ένδειξης (sec)

L_{ab} : ο αριθμός οχημάτων τα οποία διήλθαν από την διασταύρωση σε έναν πλήρη κύκλο φωτεινής σηματοδότησης (m)

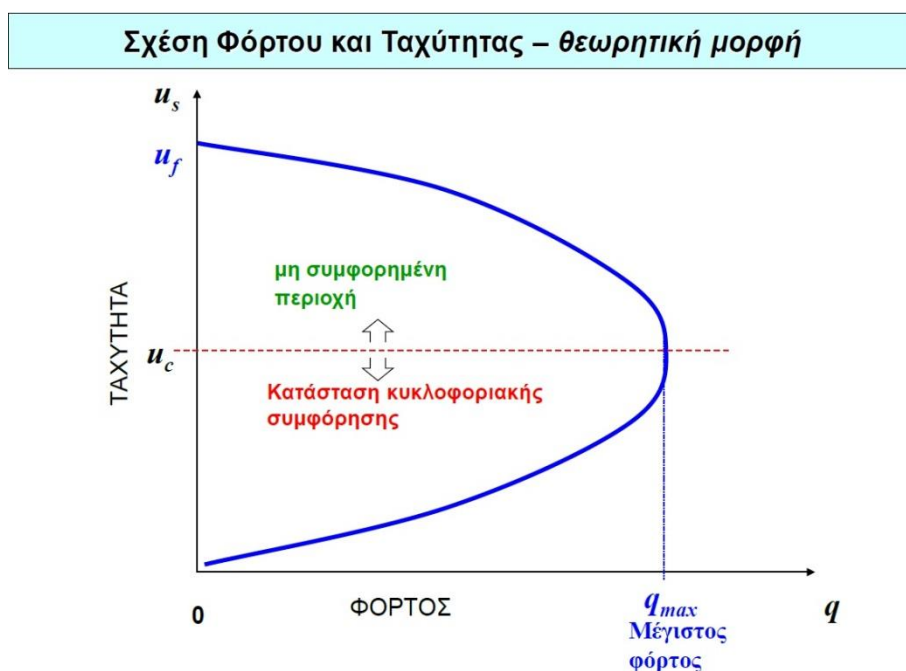
t_{vz} : ο χρόνος που περιμένει ένα όχημα την πράσινη ένδειξη (sec)

Για την εκτίμηση στους αυτοκινητοδρόμους, επίσης, γίνεται διαχωρισμός των διαδρομών σε διακριτά οδικά τμήματα, βάσει αλλαγών των γεωμετρικών και των κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών όπως αλλαγή αριθμού λωρίδων και ύπαρξη ραμπών εισόδου και εξόδου αντίστοιχα, και στις θέσεις εκείνες τοποθετούνται μετρητές, οι οποίοι είτε αποτελούν αρχή επί μέρους οδικού τμήματος είτε τέλος. Και σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται το άθροισμα όλων των χρόνων, όμως τα δεδομένα των δυο εκάστοτε μετρητών χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του μήκους της ουράς, η οποία εν συνεχεία χρησιμοποιείται στη προηγούμενη εξίσωση, στην οποία όμως, λόγω μη ύπαρξης φωτεινής σηματοδότησης, δεν υπολογίζεται αναμονή της πράσινης ένδειξης (Σερμπής κ.α, 2006).

Θεμελιώδες διάγραμμα κυκλοφορίας

Το διάγραμμα αυτό περιγράφει τη σχέση κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας. Παρατηρώντας το διάγραμμα αυτό η μέγιστη τιμή της ταχύτητας προκύπτει όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι μηδενικός, όσο όμως ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται η ταχύτητα μειώνεται. Επίσης το διάγραμμα

παρουσιάζει δυο περιοχές, τη μη συμφορημένη και τη συμφορημένη. Στην πρώτη όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι μηδενικός η ταχύτητα ισούται με την ταχύτητα ελεύθερης ροής, ενώ καθώς ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται η ταχύτητα μειώνεται έως ότου ο κυκλοφοριακός φόρτος φτάσει τη μέγιστη τιμή του. Στην δεύτερη περιοχή, όπου εμφανίζεται κυκλοφοριακή συμφόρηση, η ταχύτητα μειώνεται ενώ ταυτόχρονα μειώνεται και ο κυκλοφοριακός φόρτος ως το σημείο όπου η ταχύτητα και ο κυκλοφοριακός φόρτος μηδενίζονται.



2.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επίδρασης απεργιών, των μέσων μαζικής μεταφοράς, στη συμπεριφορά των μετακινούμενων πολιτών στην Αθήνα. Πριν την παρουσίαση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, των στοιχείων που επεξεργάστηκαν και των συμπερασμάτων που προέκυψαν, κρίθηκε σκόπιμη η παρουσίαση μεθοδολογιών και αποτελεσμάτων από παρεμφερείς έρευνες στη διεθνή και στην Ελληνική βιβλιογραφία. Αξίζει να σημειωθεί η αρκετά μεγάλη έλλειψη σχετικών ερευνών στο διεθνή χώρο και κυρίως στον Ελληνικό. Ακόμα οι περισσότερες έρευνες στόχευαν στην εξέταση των συμπεριφορών των μετακινούμενων καθώς και στη επεξήγηση του τρόπου επιλογής διαφορετικού μέσου μετακίνησης κατά την απεργία (van Exel and Rietveld, 2009).

Οι περισσότερες, των ερευνών αυτών, διενεργήθηκαν μέσω ερωτηματολογίου ή ακόμα και τηλεφωνικής επικοινωνίας (Blumstein and Miller, 1983, Coindet, 1998, van Exel and Rietveld, 2009, Πολίτη, 2013) ενώ σε άλλες,

χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις κυκλοφορίας είτε με επαγωγικούς βρόγχους (loop detectors) (Lo and Hall, 2006), είτε με κάμερες αναγνώρισης πινακίδων κυκλοφορίας των αυτοκινήτων (Automatic Number Plate Recognition) και αυτόματους μετρητές κυκλοφορίας (Automatic Traffic Counters) (Tsapakis et al, 2012) ή με Video detection loops (Σερμπής κ.α, 2007).

Πιο συγκεκριμένα, σε μια απεργία μέσω μαζικής μεταφοράς, διάρκειας μιας εβδομάδας τις πρώτες μέρες του Δεκεμβρίου του 1976, σε μεγάλη μητροπολιτική περιοχή, όπως η πόλη του Pittsburgh (Blumstein and Miller, 1983) παρατηρήθηκε ότι οι επιπτώσεις της απεργίας ήταν σχετικά ήπιες αν και το 62% των μετακινούμενων προς την κεντρική επιχειρηματική περιοχή (Central Business District) της πόλης, χρησιμοποιούν μέσα μαζικής μεταφοράς. Παράλληλα αυξήθηκε ο κυκλοφοριακός φόρτος προς την συγκεκριμένη περιοχή καθώς και στους αυτοκινητοδρόμους ενώ εξαπλώθηκε η περίοδος αιχμής, αντίθετα δεν αυξήθηκε η απογευματινή αιχμή ενώ η σοβαρότερη επίδραση παρατηρήθηκε στα νοικοκυριά όπου δεν υπήρχε κανένα αυτοκίνητο, με το 25% αυτών να παραμένουν σπίτι την πρώτη μέρα της απεργίας. Τέλος το πρόβλημα στάθμευσης που αναμενόταν να παρουσιαστεί, δεν παρουσιάστηκε κυρίως λόγω συνεπιβατισμού (car – pooling) μεταξύ των χρηστών των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Αντίστοιχα σε απεργία μέσω αστικής συγκοινωνίας στο Παρίσι το 1995 (Coindet, 1998), η οποία διήρκησε τρεις εβδομάδες, από 24/11 ως 17/12, ενώ μετά την 8/12/1995 η διαχειριστική αρχή ναύλωσε λεωφορεία για μετακινήσεις από το Παρίσι προς τα προάστια καθώς και σκάφη που διέτρεχαν τον ποταμό Σηκουάνα, άλλαξε σημαντικά η συμμόρφωση στους δρόμους του Παρισιού με αποτέλεσμα την αύξηση κατά 70% του χρόνου μετακίνησης, για μετακίνηση προς την εργασία. Το 90% των εργαζομένων άλλαξε την ώρα αναχώρησης τους κατά 1½ ώρα κατά μέσο όρο, ενώ το 80% έφυγε από την εργασία του 1½ ώρα νωρίτερα, επιπλέον η ώρα αιχμής ξεκίνησε 2 ώρες νωρίτερα το πρωί καθώς και τελείωσε κατά 2½ ώρες αργότερα το απόγευμα. Τέλος οι μισοί από τους μετακινούμενους που χρησιμοποιούσαν, σε κανονικές συνθήκες, την αστική συγκοινωνία, χρησιμοποίησαν το αυτοκίνητο τους κατά τη διάρκεια της απεργίας, ενώ όσοι άλλαξαν μέσο μετακίνησης, μετά το πέρας της απεργίας επέστρεψαν στην προηγούμενη επιλογή μέσου.

Σε απεργία αστικών συγκοινωνιών το 2003 (Lo and Hall, 2006) διάρκειας 35 ημερών, διερευνήθηκε το κατά πόσο επηρεάστηκε η κυκλοφορία στους αυτοκινητοδρόμους της κομητείας του Los Angeles. Συγκρίθηκαν δεδομένα συνθηκών κυκλοφορίας από κέντρα διαχείρισης κυκλοφορίας πριν αλλά και κατά τη διάρκεια της απεργίας και προέκυψαν σημαντικές μειώσεις στις ταχύτητες των οχημάτων στους αυτοκινητοδρόμους καθώς και επιμηκύνθηκαν οι περίοδοι αιχμής. Η επίδραση ήταν εντονότερη στο κέντρο της πόλης καθώς και σε περιοχές με σημαντική συμφόρηση ενώ υπήρχαν ελάχιστες περιοχές, κυρίως εκείνες που δεν εξυπηρετούνταν επαρκώς από την αστική συγκοινωνία

και βρίσκονταν κατάντη περιοχών οι οποίες εξυπηρετούνται επαρκώς, όπου παρατηρήθηκαν αυξημένες ταχύτητες. Η μέση ταχύτητα διέλευσης, μειώθηκε ως και 20% τις καθημερινές, ενώ κατά 40% κατά τη διάρκεια της πρωινής αιχμής. Τέλος αποδείχθηκε ότι οι αυτοκινητόδρομοι παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία σε απεργίες μέσω μαζικής μεταφοράς, καθώς και ότι λόγω της απεργίας εμφανίζονται αυξημένοι χρόνοι μετακίνησης, μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμων καθώς και σημαντική αύξηση παραγόμενων ρύπων.

Στην Ολλανδία (van Exel and Rietveld, 2009) μέσω δευτερογενούς ανάλυσης δεδομένων, που είχαν συλλεχθεί ορισμένες ημέρες πριν καθώς και ορισμένες ημέρες μετά από την προγραμματισμένη απεργία του σιδηροδρόμου, το φθινόπωρο του 2004, συγκρίθηκε η αναμενόμενη και η πραγματική συμπεριφορά των μετακινούμενων. Η συλλογή των στοιχείων έγινε με χρήση ερωτηματολογίου μέσω διαδικτύου σε δυο φάσεις, πριν την απεργία, όπου ζητήθηκε από τους μετακινούμενους ο τρόπος με τον οποίο είχαν σχεδιάσει να μετακινηθούν κατά τη διάρκεια της απεργίας ενώ στη δεύτερη φάση, μετά την απεργία, ο τρόπος με τον οποίο τελικά μετακινήθηκαν. Το 44% των μετακινούμενων ακύρωσαν την προγραμματισμένη μετακίνηση με τις περισσότερες από αυτές να αφορούν μετακίνηση για εκπαιδευτικό σκοπό, ενώ αρκετοί που χρησιμοποιούσαν τον σιδηρόδρομο για επαγγελματικό σκοπό χρησιμοποίησαν αυτοκίνητο, είτε δικό τους ή κάποιο δανεικό. Επίσης λόγω της απεργίας η χρησιμοποίηση ενός εναλλακτικού μέσου μετακίνησης αύξησε τις πιθανότητες μονιμότερης χρήσης του, μελλοντικά, από τους μετακινούμενους. Ακόμη, όσον αφορά τη συμπεριφορά των μετακινούμενων, οι συχνοί χρήστες σιδηροδρόμου, οι κάτοχοι κάρτας απεριορίστων διαδρομών καθώς και οι μετακινούμενοι για εργασιακούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς παρέμειναν σταθεροί στο αρχικό τους πλάνο μετακίνησης.

Στο Λονδίνο (Tsarakis et al, 2012) διερευνήθηκε η επίπτωση πέντε απεργιών του μετρό (London Underground), μεταξύ του 2009 και 2010, τόσο σε μακροσκοπικό επίπεδο όσο και σε χώρο-χρονικές επιπτώσεις της απεργίας σε πέντε συνδέσεις του κεντρικού Λονδίνου οι οποίες υπέστησαν σημαντικές καθυστερήσεις. Όπως και στις προηγούμενες έρευνες παρατηρήθηκε αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, ενώ ταυτόχρονα οι πρωινές καθυστερήσεις, της εισερχόμενης κυκλοφορίας προς το κέντρο του Λονδίνου, ήταν διπλάσιες από τις εξερχόμενες, με το κεντρικό Λονδίνο να εμφανίζει τις μεγαλύτερες καθυστερήσεις. Επιπλέον, μια 24ωρη απεργία του 2009 είχε τη μεγαλύτερη επίδραση στο οδικό δίκτυο καθώς παρουσιάστηκε το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης του χρόνου μετακίνησης, περίπου 60%. Για την μακροσκοπική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν χρόνοι μετακίνησης που προέκυψαν από κάμερες αναγνώρισης πινακίδων κυκλοφορίας των αυτοκινήτων (Automatic Number Plate Recognition) ενώ για τη συσχέτιση προστέθηκαν δεδομένα κυκλοφοριακού φόρτου από αυτόματους μετρητές κυκλοφορίας (Automatic Traffic Counters). Βάσει του συνολικού χρόνου μετακίνησης (Total Travel Time) ποσοτικοποιήθηκε η επίδοση του δικτύου και στη συνέχεια εκτιμήθηκε η

ποσοστιαία διαφορά μεταξύ ημερών με απεργία και τυπικών ημερών (Percentage Difference Total Travel Time) για τέσσερις περιόδους της ημέρας, η οποία μόνο σε δυο περιπτώσεις, στις εξωτερικές περιοχές του Λονδίνου, ήταν αρνητική, δηλαδή βελτιώθηκαν οι χρόνοι μετακίνησης, ενώ, γενικά, οι εξωτερικές περιοχές του Λονδίνου παρουσίαζαν μικρότερη ποσοστιαία διαφορά. Η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ εισερχόμενης και εξερχόμενης κυκλοφορίας κατά την πρωινή περίοδο ήταν διπλάσια, ενώ συγκρίνοντας τους χρόνους μετακίνησης της εισερχόμενης για την πρωινή περίοδο με τις υπόλοιπες χρονικές περιόδους της ημέρας παρουσιάζονται διαρκώς μεγαλύτεροι. Τις βραδινές ώρες δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ εισερχόμενων και εξερχόμενων μετακινήσεων ενώ εκτιμήθηκε ότι εκείνες τις ώρες παρουσιάζεται η μικρότερη ποσοστιαία διαφορά συγκρίνοντας με τις υπόλοιπες χρονικές περιόδους της ημέρας. Επίσης διευρύνθηκαν οι ώρες αιχμής κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες. Ακόμη αναλύθηκε η συσχέτιση μεταξύ χρόνου μετακίνησης και κυκλοφοριακού φόρτου και προέκυψαν ορισμένα γραμμικά μοντέλα με διαφορετικές μεταβλητές. Παρατηρήθηκε ότι η συσχέτιση μεταξύ του χρόνου μετακίνησης και του κυκλοφοριακού φόρτου είναι μέση, με τον συντελεστή συσχέτισης να κυμαίνεται από 0.24 – 0.74, ενώ οι συντελεστές συσχέτισης για τις τυπικές ημέρες είναι υψηλότερες συγκρινόμενες με των ημερών με απεργία. Οι χρόνοι μετακίνησης αυξήθηκαν κατά μέσο όρο και μεταβλητότητα όσο ο κυκλοφοριακός φόρτος κυμαίνεται από μέσος έως ότου πλησιάσει την κυκλοφοριακή ικανότητα της οδού, ενώ η μεγάλη διασπορά που παρατηρήθηκε στις ημέρες με απεργία οφείλεται στους αυξημένους χρόνους μετακίνησης.

Στον Ελληνικό χώρο (Σερμπής κ.α, 2007) εκτιμήθηκαν οι επιπτώσεις απεργίας των μεσών μαζικής μεταφοράς που συνέβη στην Αθήνα, το 2005, συγκρίνοντας τον κυκλοφοριακό φόρτο, τη χρονική κατάληψη και τη μέση ταχύτητα πριν και μετά την απεργία. Η επίδραση της απεργίας στο συγκοινωνιακό δίκτυο της Αθήνας ήταν σημαντική, παρά το γεγονός ότι οι μετακινούμενοι στην Αθήνα χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο το αυτοκίνητο τους. Κύριες οδικές αρτηρίες όπως η λεωφόρος Κηφισίας, η λεωφόρος Συγγρού και η λεωφόρος Πειραιώς επηρεάστηκαν περισσότερο. Γενικά παρατηρήθηκε ότι οδοί που συνδέουν τα προάστια με το κέντρο της Αθήνας επηρεάστηκαν κατά τις πρωινές ώρες αιχμής, προς το κέντρο, ενώ αντίθετα τις απογευματινές προς τα προάστια. Συγκεκριμένα στη λεωφόρο Αλεξάνδρας, στην κατεύθυνση προς κέντρο, σε ημέρα με απεργία μέσων μαζικής μεταφοράς, είχε αυξηθεί ο κυκλοφοριακός φόρτος κατά 50%, 60 λεπτά πριν την αρχή της τυπικής περιόδου αιχμής, ενώ κατά τη μεσημεριανή και την απογευματινή περίοδο αιχμής δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά, πιθανώς για τον λόγο ότι δεν είναι μεγάλη ο κυκλοφοριακός φόρτος με κατεύθυνση προς το κέντρο τις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Στη λεωφόρο Ποσειδώνος, με κατεύθυνση προς Βουλιαγμένη, παρατηρήθηκε έναρξη της πρωινής περιόδου αιχμής κατά 30 λεπτά νωρίτερα πλησίον της λεωφόρου Κηφισού και κατά 60

λεπτά πλησίον της λεωφόρου Συγγρού με τον κυκλοφοριακό φόρτο να αυξάνεται κατά 20%. Μάλιστα πλησίον της λεωφόρου Κηφισού παρατηρήθηκε 40% μείωση της ταχύτητας. Κατά τη μεσημεριανή και απογευματινή περίοδο δεν παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Παρόμοιες τιμές παρουσιάστηκαν και στην κατεύθυνση προς Πειραιά με περίπου 20% αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Στη λεωφόρο Συγγρού, με κατεύθυνση προς το κέντρο, παρατηρήθηκε αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 30% – 60% όπως και έναρξη της περιόδου αιχμής κατά 30 λεπτά νωρίτερα. Ειδικότερα μετά τις 7:45 παρατηρήθηκε ελάττωση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 40%, της ταχύτητας κατά 60% ενώ η κατάληψη αυξήθηκε κατά 40%. Για τις δυο άλλες περιόδους αιχμής παρατηρήθηκε μια σταθερή αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 30% η οποία οδήγησε σε συμφόρηση στο κέντρο της πόλης. Αντίθετα στην κατεύθυνση προς τα νότια προάστια, αυξήθηκε ο κυκλοφοριακός φόρτος κατά 30% για την πρωινή περίοδο ενώ κατά 20% για την πρωινή και την απογευματινή περίοδο αιχμής. Στη λεωφόρο Κηφισίας, με κατεύθυνση προς το κέντρο, παρατηρήθηκε, περισσότερη συμφόρηση συγκριτικά με τη λεωφόρο Μεσογείων, την άλλη κύρια οδική αρτηρία που συνδέει τα βόρεια προάστια με το κέντρο, με έναρξη της πρωινής περιόδου αιχμής κατά 90 λεπτά νωρίτερα καθώς και λήξη κατά 30 λεπτά αργότερα, επιπλέον ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε κατά 50% ενώ οι ταχύτητες από 30% – 40%. Στις άλλες δυο περιόδους αιχμής παρατηρούνται αντίθετα φαινόμενα. Συγκεκριμένα στη μεσημεριανή περίοδο δεν παρατηρείται κάποια αλλαγή στον κυκλοφοριακό φόρτο, ενώ στην απογευματινή παρατηρείται πρόσθετη συμφόρηση ενώ οι ταχύτητες μειώνονται ως και 50%. Αντίστοιχα στην κατεύθυνση προς τα βόρεια προάστια παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, περίπου 40%, αλλά μετά από λίγη ώρα επανήλθε στα φυσιολογικά του όρια. Η συμφόρηση ήταν έντονη στις 9:00 και η περίοδος αιχμής ολοκληρώθηκε 45 λεπτά αργότερα από ότι μιας τυπικής ημέρας. Τέλος για τις υπόλοιπες περιόδους δεν παρατηρήθηκε παρόμοιας έντασης συμφόρηση. Τέλος για τη λεωφόρο Κηφισού, με κατεύθυνση νότια, παρατηρήθηκε έναρξη της πρωινής περιόδου αιχμής κατά 45 λεπτά νωρίτερα με 30% αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, ενώ όσο πιο νότια, στην λεωφόρο Κηφισού, ήταν η κυκλοφορία τόσο μειωμένη ήταν η συμφόρηση. Στην κατεύθυνση προς βόρεια παρατηρήθηκε συμφόρηση μέχρι τη λεωφόρο Αθηνών (Σερμπής κ.α. 2007).

Σε άλλη μια έρευνα (Pneumatikou and Karlaftis, 2010) που πραγματοποιήθηκε στη χώρα μας διερευνήθηκαν οι επιπτώσεις προγραμματισμένης 5μηνιας διακοπής κυκλοφορίας, λόγω εργασιών ανακαίνισης και αναβάθμισης, στο τμήμα μεταξύ των σταθμών Ταύρος – Νέο Φάληρο της γραμμής 1 του ΗΛ.ΠΑΠ. Συγκεκριμένα διενεργήθηκε έρευνα πεδίου, μέσω ερωτηματολογίου, εστιάζοντας στα κριτήρια τα οποία επηρέασαν τον τρόπο μετακίνησης των χρηστών. Εκείνα που προέκυψαν από τη συγκεκριμένη έρευνα ήταν ότι το 24% των χρηστών δεν χρησιμοποίησαν τον Ηλεκτρικό Σιδηρόδρομο κατά τη διάρκεια της πρωινής αιχμής και στράφηκαν σε λύσεις όπως το Τραμ και το

Ι.Χ., ακόμη επηρεάστηκε ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό (70%) επιβατών με το 42% αυτών να χρησιμοποιούν εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης. Ακόμη παρατηρήθηκε πως οι χρήστες των μέσων μαζικής μεταφοράς δεν αλλάζουν τρόπο μετακίνησης και παραμένουν σταθεροί στην επιλογή μέσων μαζικής μεταφοράς αντί αυτοκίνητου ή ταξί. Τέλος για τους χρήστες οι οποίοι χρησιμοποίησαν τα λεωφορεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν αντί της συγκεκριμένης διαδρομής του Ηλεκτρικού Σιδηροδρόμου παρατηρήθηκαν σημαντικές καθυστερήσεις ενώ για όσους δεν χρησιμοποίησαν τον συγκεκριμένο τρόπο μετακίνησης οι χρόνοι διαδρομής ήταν αισθητά μικρότεροι.

Τέλος, μέσω ερωτηματολογίου (Πολίτη, 2013), το οποίο διανεμήθηκε μέσω του διαδικτύου, διερευνήθηκαν οι προθέσεις των μετακινούμενων ώστε να ακυρώσουν ή να αναβάλλουν τη μετακίνηση τους καθώς και οι εναλλακτικές επιλογές μέσων μετακίνησης λόγω απεργιών. Σε ημέρες απεργιών, παράγοντες όπως το επάγγελμα και η ηλικία συνδέονται άμεσα με το κατά πόσο πρόθυμοι είναι να αναβάλλουν τη μετακίνηση τους, ενώ αντίστοιχα άμεση σύνδεση έχει η κατοχή Ι.Χ. με την επιλογή εναλλακτικού μέσου μετακίνησης.

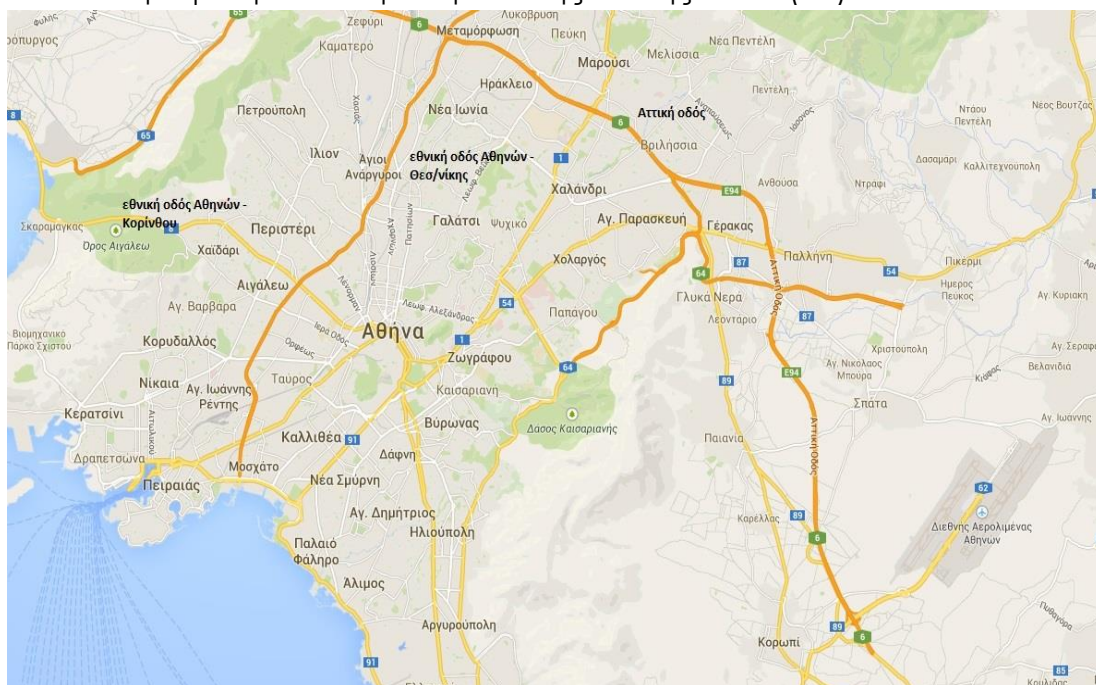
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο παρόν κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία. Αρχικά γίνεται αναφορά στο συγκοινωνιακό οδικό δίκτυο και στο σύστημα μέσων μαζικής μεταφοράς της Αθήνας, στο Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας, από το οποίο συλλέχθηκαν τα στοιχεία, ενώ τέλος παρουσιάζονται τα κριτήρια επιλογής των οδικών αρτηριών, των απεργιών και των τυπικών ημερών καθώς και των αντιπροσωπευτικών μετρητών που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα. Ακόμη παρατίθενται ορισμένα στατιστικά στοιχεία που προέκυψαν συγκρίνοντας τον κυκλοφοριακό φόρτο και τον χρόνο διαδρομής ημερών απεργίας με τυπικές ημέρες.

3.1 Συγκοινωνιακό δίκτυο Αθήνας

3.1.1 Οδικό δίκτυο Αθήνας

Η Αθήνα είναι μια πόλη με συνεχώς αναπτυσσόμενες υποδομές. Διαθέτει δίκτυο αυτοκινητοδρόμων που τη συνδέουν με τις γειτονικές περιοχές ενώ είναι προσβάσιμη οδικά από τις δυο μεγάλες Εθνικές Οδούς που διατρέχουν την Αττική, τις Εθνικές Οδούς Αθηνών – Κορίνθου (Α8 – Ε94) από δυτικά και Αθηνών – Θεσσαλονίκης (Α1 – Ε75) από βόρεια και τέλος ενώνεται οδικά με τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών μέσω της Αττικής Οδού (Α6).



Εικόνα 3.1: Οδικό δίκτυο λεκανοπεδίου Αττικής
Πηγή: Google maps

Τα βόρεια προάστια της Αθήνας συνδέονται με το κέντρο κατά κύριο λόγο με τις λεωφόρους Κηφισίας και Μεσογείων, τα νότια με τις λεωφόρους Ποσειδώνος, Βουλιαγμένης και Συγγρού, με την λεωφόρο Ποσειδώνος να ενώνει τα νότια προάστια με τον Πειραιά και παράλληλα διοχετεύει κυκλοφοριακό φόρτο προς το κέντρο μέσω των δυο άλλων λεωφόρων. Τα δυτικά προάστια οριοθετούνται από την λεωφόρο Κηφισού, ελεύθερη λεωφόρο σε όλο το μήκος της, η οποία χρησιμοποιείται για μετακινήσεις που συνδέουν τα βόρεια προάστια, διατρέχει δήμους και συνοικίες που βρίσκονται στις όχθες του ποταμού Κηφισού, ενώ τέλος καταλήγει στον Φαληρικό όρμο και συνδέεται με την λεωφόρο Ποσειδώνος. Επιπλέον τα δυτικά προάστια συνδέονται με το κέντρο μέσω της λεωφόρου Αθηνών, η οποία καταλήγει στην Εθνική Οδό Αθηνών – Κορίνθου, καθώς και τις οδούς Πέτρου Ράλλη, Ιερά Οδό και Λένορμαν. Τέλος τα ανατολικά προάστια, λόγω του ότι κατοικεί μικρότερο μέρος του πληθυσμού του λεκανοπεδίου, εξυπηρετούνται κυρίως από το οδικό δίκτυο που εξυπηρετεί τα βόρεια και νότια προάστια καθώς και από την Αττική οδό.

Το οδικό δίκτυο του κέντρου της Αθήνας αποτελείται από αρκετές οδικές αρτηρίες όπως η λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας, η οποία συνδέει το κέντρο με τις λεωφόρους Αλεξάνδρας, Κηφισίας και Μεσογείων, η λεωφόρος Αλεξάνδρας η οποία συνδέει την οδό Πατησίων με την λεωφόρο Κηφισίας, η οδός Πειραιώς που συνδέει τον Πειραιά με το κέντρο και τέλος οι οδοί Πανεπιστημίου και Σταδίου.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι στο κέντρο της Αθήνας εφαρμόζεται ο Δακτύλιος, ένα μέτρο περιορισμού της κυκλοφορίας με στόχο τη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου καθώς και τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

3.1.2 Σύστημα μέσων μαζικής μεταφοράς Αθήνας

Το σύστημα μέσων μαζικής μεταφοράς της Αθήνας αποτελείται από μέσα σταθερής τροχιάς (ΜΕΤΡΟ, Ηλεκτρικός σιδηρόδρομος, Τραμ, Προαστιακός Σιδηρόδρομος) και μέσα οδικών μεταφορών (λεωφορεία, τρόλεϊ).

Ως το 2011 στην περιοχή του λεκανοπεδίου της Αττικής, δραστηριοποιούνται οι 5 παρακάτω εταιρείες παροχής συγκοινωνιακού έργου:

- Εταιρεία Θερμικών Λεωφορείων (Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε)
- Ηλεκτροκίνητα Λεωφορεία Περιοχής Αθηνών Πειραιώς (Η.Λ.Π.Α.Π. Α.Ε.)
- Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος Αθηνών Πειραιώς (Η.Σ.Α.Π. Α.Ε.)
- Αττικό Μετρό Εταιρεία Λειτουργίας Α.Ε. (Α.Μ.Ε.Λ. Α.Ε.)
- TRAM Α.Ε.

Κεφάλαιο 3ο: Μεθοδολογία

Το ΜΕΤΡΟ ξεκίνησε τη λειτουργία του το 2000, αποτελείται από 2 γραμμές (Ανθούπολη – Ελληνικό, Αγία Μαρίνα – Δουκίσσης Πλακεντίας) ενώνοντας τα δυτικά με τα νότια και τα βορειοανατολικά προάστια, συνολικού μήκους 37.8 χλμ με 36 σταθμούς, όπου αν προστεθεί το δίκτυο του Προαστιακού για τη σύνδεση του κέντρου της Αθήνας με τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών το συνολικό δίκτυο προκύπτει στα 58.5 χλμ. Ο ετήσιος μέσος όρος επιβιβάσεων είναι περίπου 136 εκατομμύρια και παρέχει συγκοινωνιακές υπηρεσίες υψηλού επιπέδου (www.stasy.gr). Με τις δύο γραμμές του ΜΕΤΡΟ μετακινούνται περίπου 480.000 επιβάτες ημερησίως. Έχει υπολογιστεί, ότι η λειτουργία του ΜΕΤΡΟ μείωσε κατά 71.000 τα Ι.Χ. αυτοκίνητα, που εισέρχονται στο κέντρο της πόλης ή ισοδύναμα μείωσε την κίνηση με Ι.Χ. κατά 335.000 οχηματοχιλιόμετρα ημερησίως. Λόγω του ΜΕΤΡΟ, οι ρύποι από τα οχήματα μειώθηκαν κατά 8% μέσον όρο.



Ο Ηλεκτρικός σιδηρόδρομος ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1869 αρχικά ως ατμοκίνητος και αργότερα με τη σημερινή του μορφή ως ηλεκτροκίνητος.

Σήμερα εκτείνεται σε μήκος 25.6 χλμ από την Κηφισιά ως τον Πειραιά και εξυπηρετεί 24 σταθμούς.

Το Τραμ της Αθήνας ξεκίνησε τη λειτουργία του, τον Ιούλιο, ελάχιστα πριν τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004. Το μήκος του δικτύου είναι 27 χλμ, διαθέτει 48 στάσεις, εκ των οποίων οι τρεις είναι τερματικές και συνδέει το κέντρο της Αθήνας με τον Πειραιά καθώς και τα νότια προάστια.

Ο Προαστιακός σιδηρόδρομος της Αθήνας εξυπηρετεί αστικά, προαστιακά και περιφερειακά κέντρα εντός του νομού Αττικής καθώς για μέρος των νομών Κορινθίας και Ευβοίας. Συνδέει τον διεθνή αερολιμένα Αθηνών με το Σιδηροδρομικό Κέντρο Αχαρνών (Σ.Κ.Α.) και συνεχίζει προς το Κιάτο, το λιμάνι του Πειραιά με τον κεντρικό σιδηροδρομικό σταθμό Αθηνών (Σταθμός Λαρίσης) και το Σ.Κ.Α με τη Χαλκίδα.

Τον Ιούνιο του 2011, συγχωνεύονται οι εταιρείες Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε. και Η.Λ.Π.Α.Π. Α.Ε. και συνιστούν νέα εταιρεία με ονομασία ΟΔΙΚΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ Α.Ε. (Ο.ΣΥ. Α.Ε.). Ταυτόχρονα συστήνεται η εταιρεία ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ Α.Ε. (ΣΤΑ.ΣΥ Α.Ε.) η οποία προέρχεται από τη συγχώνευση των εταιρειών Α.Μ.Ε.Λ. Α.Ε., Η.Σ.Α.Π. Α.Ε., και ΤΡΑΜ Α.Ε.. Και οι δυο αυτές εταιρείες, πλέον, ανήκουν στον Οργανισμό Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (Ο.Α.Σ.Α. Α.Ε.) ο οποίος εποπτεύεται από το Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων.

3.1.3 Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας

Τα κυκλοφοριακά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη εργασία λήφθηκαν μέσω του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας.

Το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΔΚ) της Περιφέρειας Αττικής ξεκίνησε τη λειτουργία του τον Ιούλιο του 2004 και στοχεύει στη βελτιστοποίηση των κυκλοφοριακών συνθηκών και της ασφάλειας του βασικού οδικού δικτύου μέσω της γρήγορης απόκρισης στα συμβάντα, της ενημέρωσης των οδηγών για τις επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες και των παρεμβάσεων στη φωτεινή σηματοδότηση (Περιφέρεια Αττικής, 2014).

Ο βασικός εξοπλισμός αποτελείται από περίπου 550 θέσεις μέτρησης των κυκλοφοριακών δεδομένων (απλοί επαγωγικοί βρόχοι και βρόχοι «μηχανικής όρασης»), 217 κάμερες εποπτείας της κυκλοφορίας, 24 Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων, το σύστημα Εποπτείας της Κυκλοφορίας SITRAFFIC CONCERT, καθώς και περίπου 850 ρυθμιστές κυκλοφορίας στους σηματοδοτούμενους κόμβους. Οι Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση σε πραγματικό χρόνο πληροφοριών σχετικών με την κυκλοφορία προς τους οδηγούς, με σκοπό την έγκαιρη και με ασφάλεια απόκρισή τους στις επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες. Είναι τοποθετημένες σε θέσεις

ανάντη σημαντικών κυκλοφοριακά κόμβων όπου πρέπει να ληφθούν από τους χρήστες του οδικού δικτύου αποφάσεις σχετικά με εναλλακτικές διαδρομές. Η επιθυμητή ακρίβεια των εκτιμώμενων χρόνων διαδρομών βάσει του τρόπου εκτίμησής τους από το Σύστημα Διαχείρισης που διαθέτει το ΚΔΚ είναι 20%. (Σερμπής κ.α. 2011)

Τέλος το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας πραγματοποιεί τροποποιήσεις στη φωτεινή σηματοδότηση με στόχο τη βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών και της οδικής ασφάλειας στους βασικούς οδικούς άξονες της Αθήνας. Ακόμη, έχει τη δυνατότητα επεμβάσεων σε πραγματικό χρόνο στη φωτεινή σηματοδότηση όταν αυτό θεωρηθεί απαραίτητο για τη διευκόλυνση της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο που εμποττεύει.

3.2 Επιλογή δεδομένων – Σχεδιασμός σεναρίων ανάλυσης

3.2.1 Οδικές αρτηρίες

Έχοντας ως στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης των απεργιακών κινητοποιήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς, σε βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη, εξετάστηκαν οι προαναφερθείσες λεωφόροι και οδοί της Αθήνας. Η επιλογή των αρτηριών, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την έρευνα, βασίστηκε στην εξέταση οδικών αρτηριών, εστιάζοντας σε αστικές οδικές αρτηρίες, με διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως την ύπαρξη σηματοδοτούμενων κόμβων, αν πρόκειται για κεντρική ή υπεραστική οδική αρτηρία, αν πρόκειται για οδική αρτηρία ελεύθερης ροής, καθώς και σε στοιχεία κυκλοφοριακού φόρτου προηγούμενων μετρήσεων όπως και σε προηγούμενη έρευνα (Σερμπής κ.α. 2007) του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας.

Έτσι επιλέχθηκαν η λεωφόρος Αλεξάνδρας η οποία είναι μια από τις κυριότερες σηματοδοτούμενες οδικές αρτηρίες στο κέντρο της Αθήνας, στη συμβολή της οποίας με τη Δημητρίου Σούτσου βρίσκεται ο σταθμός Αμπελόκηποι του Μέτρο, οι λεωφόροι Ποσειδώνος και Συγγρού, οι οποίες συνδέουν τα νότια προάστια με το κέντρο, η λεωφόρος Συγγρού μάλιστα παραλαμβάνει κυκλοφοριακό φόρτο από τη λεωφόρο Ποσειδώνος με κατεύθυνση το κέντρο και αντίστροφα. Η λεωφόρος Ποσειδώνος είναι σηματοδοτούμενη οδική αρτηρία αντίθετα με τη λεωφόρο Συγγρού η οποία είναι ελεύθερη λεωφόρος, με εξαίρεση την ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης πλησίον του σταθμού του Μετρό Συγγρού/Φιξ. Επιπλέον επιλέχθηκε η λεωφόρος Κηφισίας που συνδέει τα βόρεια προάστια με το κέντρο, η οποία αποτελεί σηματοδοτούμενη οδική αρτηρία και η οποία δέχεται αυξημένη κυκλοφορία λεωφορείων πιθανώς λόγω της μη ύπαρξης σταθμού Μετρό. Τέλος επιλέχθηκε και η ελεύθερη λεωφόρος της Αθήνας, η οποία χαρακτηρίζεται ως υπεραστική, η λεωφόρος Κηφισού η οποία συνδέει τα νότια προάστια, μέσω της λεωφόρου Ποσειδώνος, με τα δυτικά και τον Πειραιά καθώς και επίσης τα προάστια αυτά με τα βόρεια.

Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά διατομών οδικών αρτηριών

Λεωφόρος	Κατεύθυνση προς	Αρ. λωρίδων	Κυκλ. Ικαν.	Κεντρική οδική αρτηρία	Αστική οδική αρτηρία	Οδική αρτηρία με φωτεινό σηματοδότη	Ελεύθερη λεωφόρος
Αλεξάνδρας	λ. Κηφισίας	3	1500	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι
	Πατησίων	2	2040	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι
Κηφισίας	Κηφισιά	2	2880	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
	κέντρο	3	3285	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
Κηφισού	Λαμία	4	8400	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
	Πειραιά	4	6300	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Συγγρού	κέντρο	3	4080	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
	Πειραιά	3	3720	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
Ποσειδώνος	Αθήνα	4	8400	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
	Γλυφάδα	3	8400	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι

3.2.2 Ημερομηνίες απεργιών και τυπικές ημέρες

Όπως προαναφέρθηκε στη διπλωματική αυτή εργασία διερευνάται η επίδραση των απεργιών των μέσων μαζικής μεταφοράς. Για τον λόγο αυτό αναζητήθηκαν απεργίες μέσων μαζικής μεταφοράς από συγκεκριμένο ιστότοπο (www.apergia.gr), οι οποίες κατά κύριο λόγο αφορούσαν το συχνότερα χρησιμοποιούμενο μέσο μετακίνησης, το Μετρό.

Από την αναζήτηση αποκλείστηκαν ημέρες όπου παράλληλα με την απεργία των μέσων μαζικής μεταφοράς είχε εξαγγελθεί απεργία των συνδικαλιστικών οργάνων των εργαζομένων (ΓΣΕΕ, ΑΔΕΔΥ), όπως την Τρίτη 6/11/2012, καθώς δεν θα υπήρχαν μετακινήσεις εργαζομένων λόγω των απεργιών των δυο αυτών συνδικαλιστικών οργάνων. Επιπλέον οι κυκλοφοριακές συνθήκες αναμένεται να διαφέρουν σημαντικά από τις τυπικές λόγω των πορειών που συνήθως οργανώνονται εκείνες τις ημέρες σε κεντρικά σημεία της Αθήνας και έχουν ως αποτέλεσμα τον αποκλεισμό οδικών τμημάτων και τη διοχέτευση των οχημάτων μέσω παραπλεύρων οδών με αποτέλεσμα τον περιορισμό των μετακινήσεων στις κυριότερες οδικές αρτηρίες.

Όπως παρατηρείται και στον παρακάτω πίνακα στα τέλη του 2012 και τις πρώτες ημέρες του 2013 είχαν εξαγγελθεί αρκετές απεργίες στα Μ.Μ.Μ. Αυτό είχε αποτέλεσμα το να δημιουργηθεί αρκετά μεγαλύτερη, από τη συνηθισμένη, συμφόρηση στις οδικές αρτηρίες της Αθήνας με αποτέλεσμα η κυβέρνηση να αναγκαστεί να επιστρατεύσει τους εργαζόμενους του Μετρό με αποτέλεσμα τη μη πραγματοποίηση απεργιών του Μετρό μεταγενέστερα της συγκεκριμένης απόφασης.

Πίνακας 3.2: Χαρακτηριστικά απεργιών Μ.Μ.Μ.

Ημέρα	Ημερομηνία	Μ.Μ.Μ.	Διάρκεια απεργίας
Πέμπτη	8/11/2012	ΜΕΤΡΟ	24h
		ΗΣΑΠ	24h
Παρασκευή	9/11/2012	ΜΕΤΡΟ	24h
		ΗΣΑΠ	24h
Πέμπτη	20/12/2012	ΜΕΤΡΟ	24h
		ΗΣΑΠ	24h
Πέμπτη	17/1/2013	ΜΕΤΡΟ	24h
Παρασκευή	18/1/2013	ΗΣΑΠ	24h
		ΜΕΤΡΟ	24h
		ΤΡΑΜ	24h
Σάββατο	19/1/2013	ΜΕΤΡΟ	24h
Κυριακή	20/1/2013	ΜΕΤΡΟ	24h
Δευτέρα	21/1/2013	ΜΕΤΡΟ	24h
		ΗΣΑΠ	16:00 - τέλος βάρδιας
Τετάρτη	23/1/2013	ΜΕΤΡΟ	24h
		ΗΣΑΠ	12:00 - 16:00
Πέμπτη	24/1/2013	ΌΛΑ	24h
Παρασκευή	25/1/2013	ΕΘΕΛ - ΗΛΠΑΠ	24h

Οι παραπάνω απεργίες κατηγοριοποιήθηκαν ως εξής:

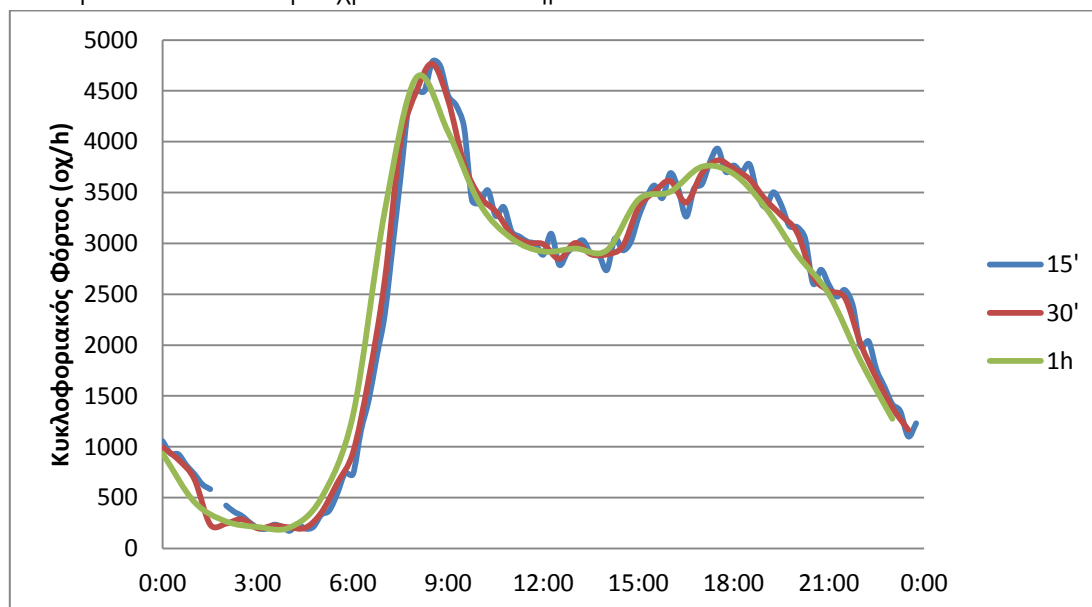
1. βάσει των Μ.Μ.Μ. που συμμετείχαν στην απεργία
 - α. γενική απεργία Μ.Μ.Μ. στις 24/1/2013
 - β. Μετρό στις 17/1/2013, 19/1/2013 και 20/1/2013
 - γ. Μετρό, ΗΣΑΠ και ΤΡΑΜ στις 18/1/2013
 - δ. Μετρό, ΗΣΑΠ στις 8/11/2012, 9/11/2012, 20/12/2012, 21/1/2013 και 23/1/2013
 - ε. ΕΘΕΛ, ΗΛΠΑΠ στις 25/1/2013
2. βάσει της ημέρας που έγινε η απεργία
 - α. καθημερινή τις 8/11/2012, 9/11/2012, 20/12/2012, 17/1/2013, 18/1/2013, 21/1/2013, 23/1/2013, 24/1/2013, 25/1/2013
 - β. σαββατοκύριακο 19/1/2013 και 20/1/2013

Αυτό που μπορεί να προκύψει βάσει της παραπάνω κατηγοριοποίησης είναι κατά πόσο μεταβάλλεται ο κυκλοφοριακός φόρτος όταν συγκεκριμένα μέσα μαζικής μεταφοράς απεργούν, πως επηρεάζονται οι χρήστες όταν πραγματοποιείται απεργία του Μετρό το Σαβ/κο, όπου οι περισσότεροι χρήστες μετακινούνται για αναψυχή ή και ψυχαγωγία, ιδιαίτερα κατά το βράδυ, πόσο εξαρτημένοι είναι οι μετακινούμενοι από τις αστικές συγκοινωνίες συγκρίνοντας μια τυπική ημέρα με μια ημέρα όπου πραγματοποιείται γενική απεργία κ.α.

Ως τυπικές ημέρες, αρχικά, θεωρήθηκαν οι ίδιες ημέρες εντός περιόδου μιας εβδομάδας στις οποίες όμως τα μέσα μαζικής μεταφοράς δεν πραγματοποιούσαν απεργία. Μετά από υπόδειξη των συγκοινωνιολόγων του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας αναζητήθηκαν περισσότερες ημέρες και στις περιπτώσεις όπου παρατηρήθηκαν κοινά κυκλοφοριακά πρότυπα χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των ημερών αυτών. Για παράδειγμα η Πέμπτη 20/12/2012 συγκρίθηκε με τον μέσο όρο των ημερών Τετάρτη, Πέμπτη και Παρασκευή 12-14/12/2012.

3.2.3 Χρονικό διάστημα διερεύνησης

Τα δεδομένα, των βασικών κυκλοφοριακών μεγεθών, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την έρευνα προέκυψαν από μετρήσεις φορατών του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας, συχνότητας 90 δευτερόλεπτων. Όπως γίνεται αντιληπτό η παρουσίαση και η χρήση των στοιχείων αυτών με το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα δεν θα οδηγούσε σε ασφαλή συμπεράσματα. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα για το οποίο οι κυκλοφοριακές συνθήκες μπορούν να θεωρηθούν σταθερές είναι το 15λεπτο. Κατά συνέπεια, επιλέγονται διαστήματα διερεύνησης τα 15', 30' και η 1 ώρα για να αναζητηθεί το αντιπροσωπευτικότερο χρονικό διάστημα.



Διάγραμμα 3.1: Κυκλοφοριακός φόρτος ανά χρονικά διαστήματα

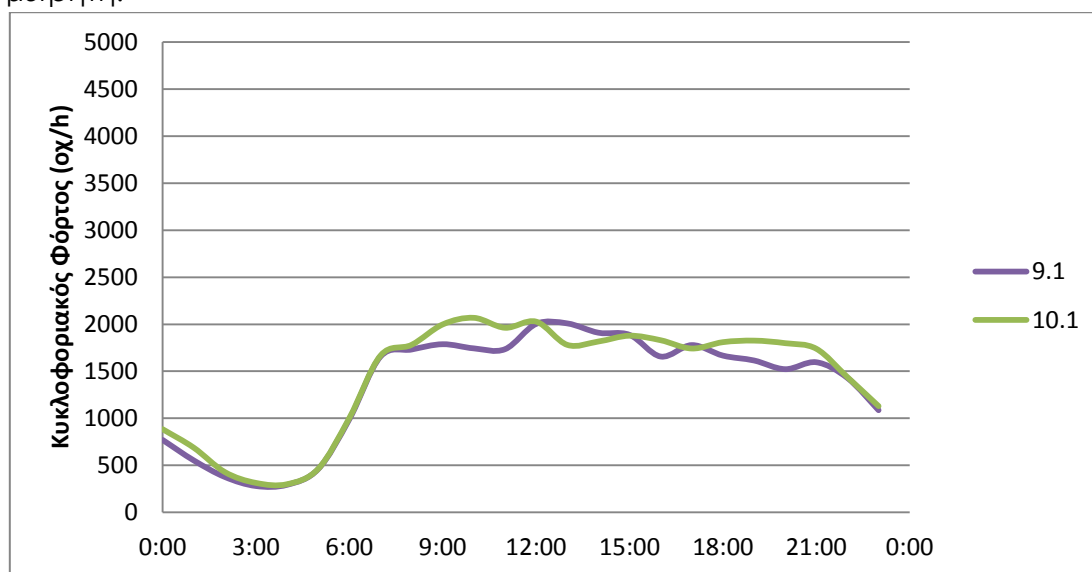
Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα και βασιζόμενοι στο γεγονός ότι για χρονικό διάστημα μιας ώρας ο κυκλοφοριακός φόρτος δεν εμφανίζει τυχαίες μεταπτώσεις, είναι σταθερός και παρουσιάζεται αρκετά εξομαλυμένος καθώς και ότι είχε χρησιμοποιηθεί ως χρονικό διάστημα προγενέστερα σε παρεμφερή έρευνα (Tsarakis et al, 2012) επιλέχθηκε ως χρονικό διάστημα διερεύνησης η μια ώρα.

3.2.4 Αντιπροσωπευτικοί μετρητές

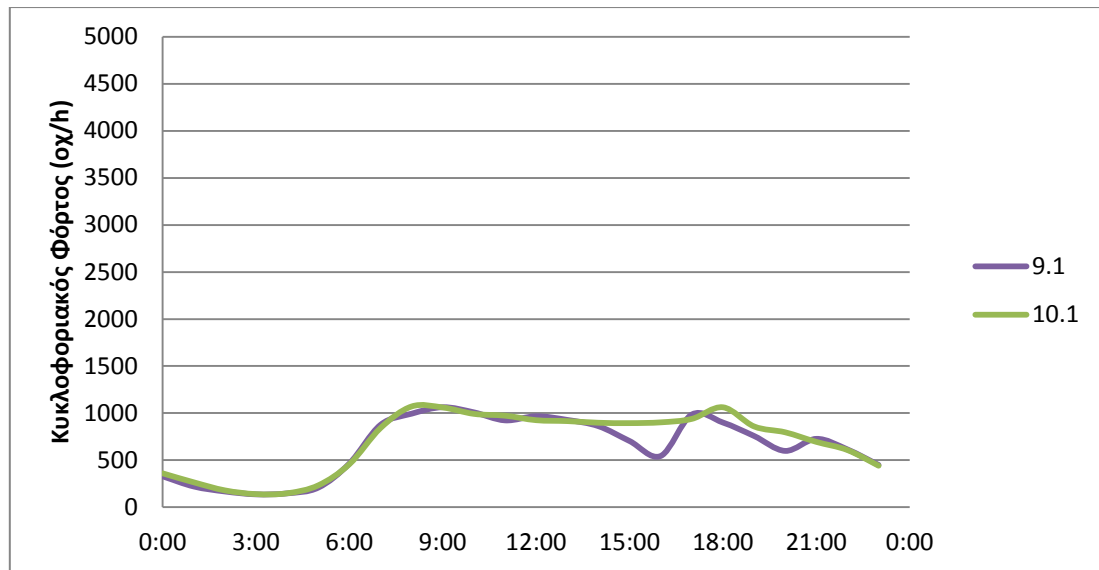
Όπως προαναφέρθηκε υπάρχουν περίπου 550 θέσεις μέτρησης κυκλοφοριακών δεδομένων οι οποίες υποστηρίζονται από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας και βρίσκονται σε στρατηγικά επιλεγμένες θέσεις.

Αρχικά, επιλέχθηκε αριθμός μετρητών για κάθε αρτηρία υπό διερεύνηση αντίστοιχος με το μήκος της οδικής αρτηρίας από τους οποίους αποκλείστηκαν μετρητές με ελλιπείς μετρήσεις. Από τους μετρητές της κάθε οδικής αρτηρίας επιλέχθηκε εκείνος που παρουσιάζει το αντιπροσωπευτικότερο αποτέλεσμα κατά τις εξεταζόμενες τυπικές ημέρες δίνοντας έμφαση στις τρεις περιόδους αιχμής (Σερμπής κ.α., 2007).

Συγκεκριμένα για την λεωφόρο Αλεξάνδρας, στην κατεύθυνση προς λεωφόρο Κηφισίας, παρατηρείται ότι στον μετρητή MS257 πιθανώς λόγω της θέσης του (βρίσκεται ανάντη του φωτεινού σηματοδότη στη διασταύρωση της λεωφόρου Αλεξάνδρας με τη λεωφόρο Κηφισίας), ο κυκλοφοριακός φόρτος, τις ώρες αιχμής, πλησιάζει την κυκλοφοριακή ικανότητα ενώ αντίθετα στον μετρητή MS413 ο κυκλοφοριακός φόρτος δεν είναι τόσο αντιπροσωπευτικός μιας τυπικής ημέρας για τη συγκεκριμένη οδό αφού δεν πλησιάζει αρκετά την κυκλοφοριακή ικανότητα γεγονός το οποίο μπορεί να οφείλεται στη θέση του μετρητή.

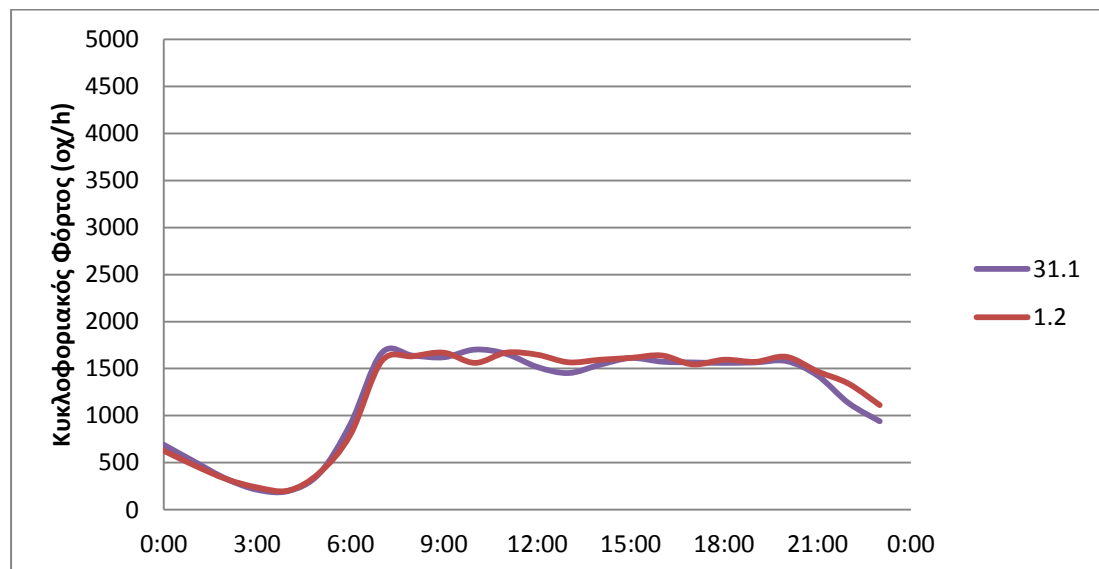


Διάγραμμα 3.2: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 9/1/2013 και 10/1/2013 (MS257)

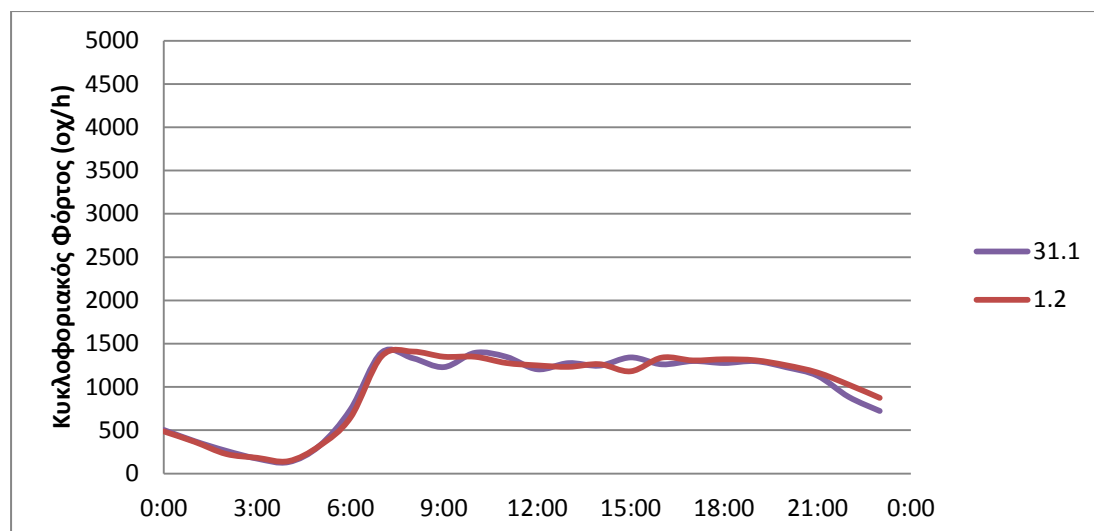


Διάγραμμα 3.3: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 9/1/2013 και 10/1/2013 (MS413)

Στη λεωφόρο Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς την οδό Πατησίων παρατηρείται ότι ενώ ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι μεγαλύτερος στον μετρητή MS419, και ο αριθμός λωρίδων είναι ίδιος, η κυκλοφοριακή ικανότητα στο σημείο που βρίσκεται ο μετρητής MS423 είναι μικρότερη από ότι στον μετρητή MS419, το οποίο οφείλεται στον μικρότερο χρόνο πράσινης ένδειξης στον φωτεινό σηματοδότη ο οποίος βρίσκεται ανάντη του μετρητή MS423.

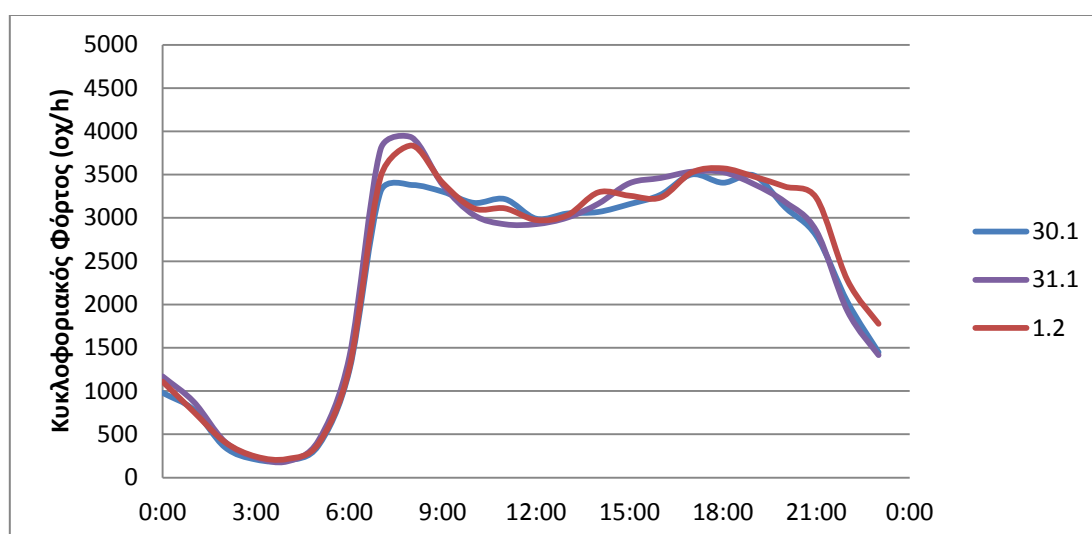


Διάγραμμα 3.4: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS419)

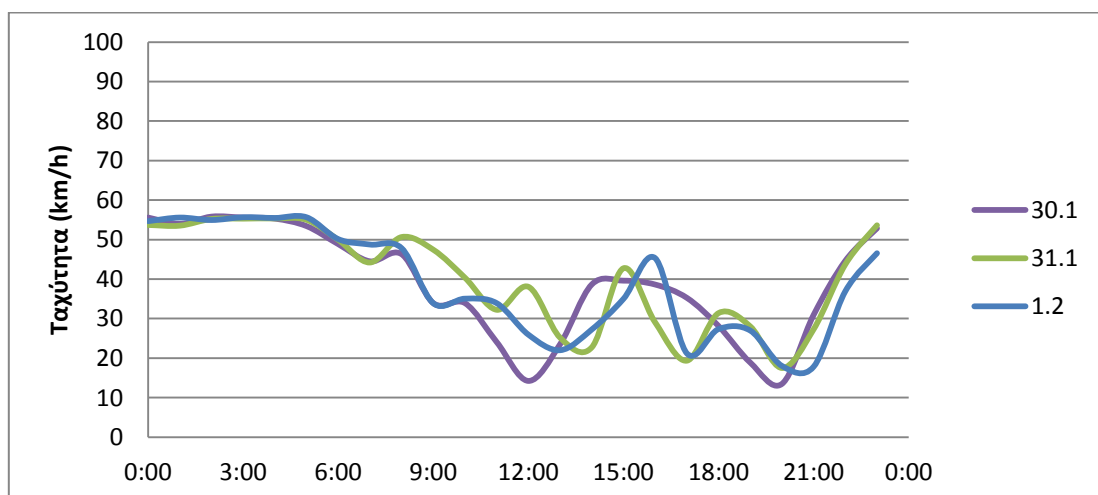
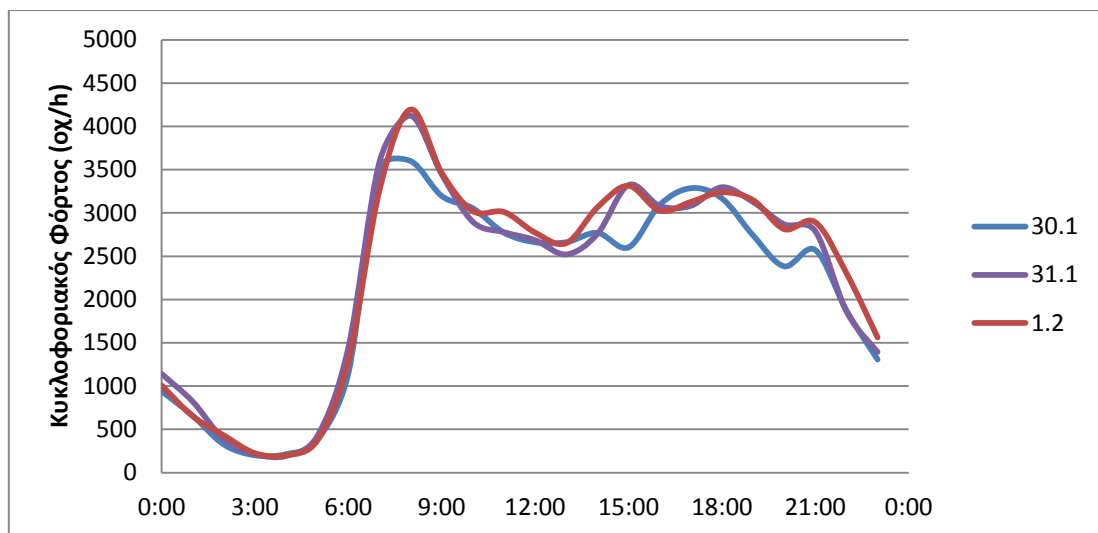
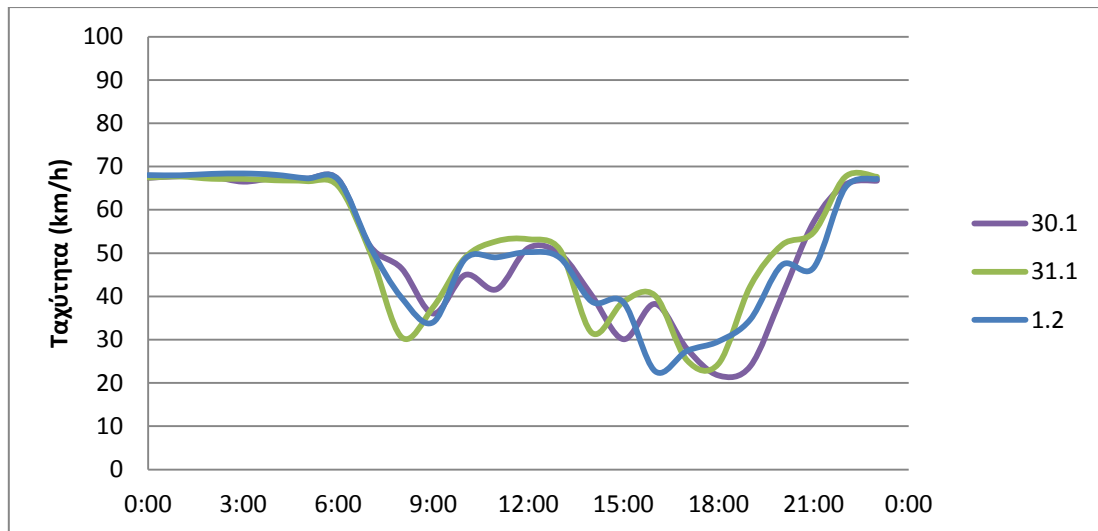


Διάγραμμα 3.5: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS423)

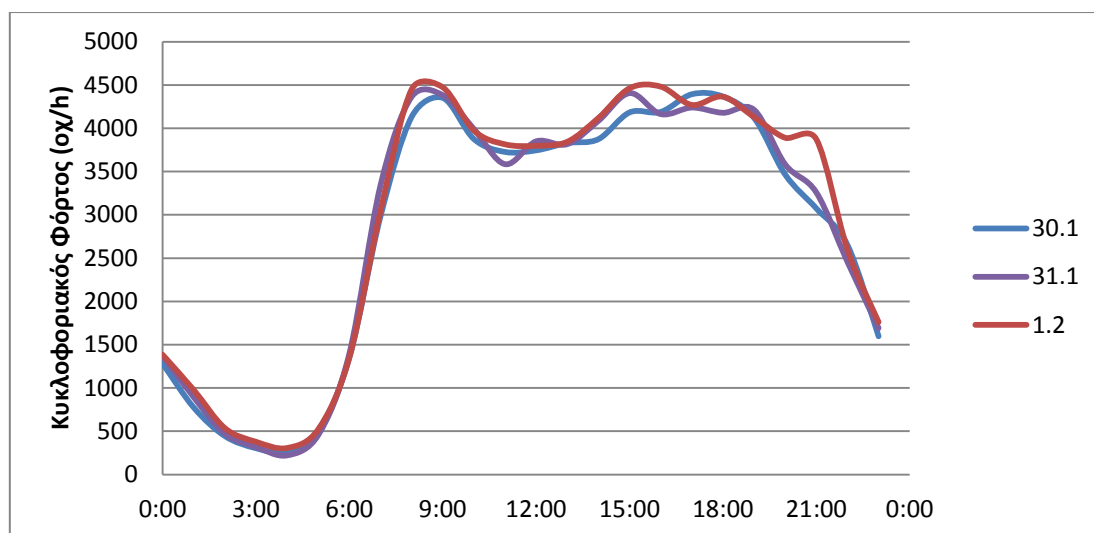
Για την λεωφόρο Κηφισίας, με κατεύθυνση προς κέντρο και λόγω της αυξημένης κυκλοφορίας κατά τις πρωινές ώρες ο αντιπροσωπευτικός μετρητής έπρεπε να παρουσιάζει μέγιστες τιμές κατά την πρωινή αιχμή κάτι που παρατηρείται στα διαγράμματα 3.6 και 3.8 όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος πλησιάζει την κυκλοφοριακή ικανότητα της οδού, με αποτέλεσμα την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Επιπλέον αυτό που οδήγησε στην επιλογή του μετρητή MS291 (έναντι του MS278) ήταν ότι παρατηρείται ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος, αν και δεν είναι τόσο αυξημένος όσο κατά την πρωινή αιχμή, πλησιάζει στην κυκλοφοριακή ικανότητα της οδού εν αντιθέσει με αυτό που παρατηρείται στον μετρητή MS 278 κατά την μεσημεριανή και απογευματινή περίοδο αιχμής. Τέλος στα διαγράμματα 3.7 και 3.9 παρατηρείται ότι κατά τις περιόδους αιχμής οι ταχύτητες ελαττώνονται από τα 70 χλμ/ώρα στα 40 χλμ/ώρα ακόμη και στα 20 χλμ/ώρα με αποτέλεσμα να αποτυπώνεται η δημιουργία συμφόρησης.



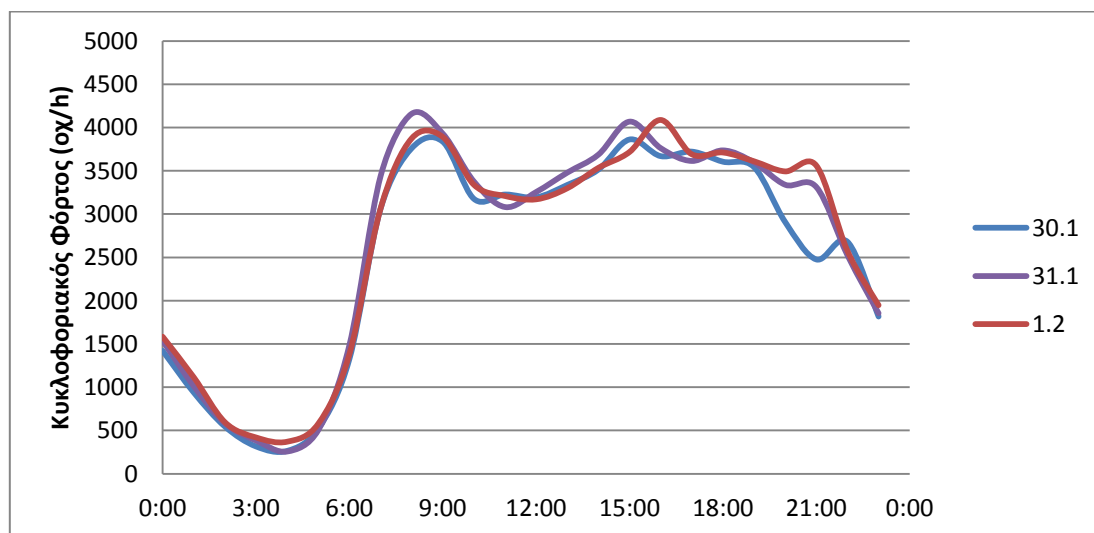
Διάγραμμα 3.6: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS291)



Στη λεωφόρο Κηφισίας, στην κατεύθυνση προς Κηφισιά παρατηρούνται δυο μέγιστα, στην πρωινή και μεσημεριανή περίοδο αιχμής. Ενώ ο κυκλοφοριακός φόρτος έχει μεγαλύτερες τιμές στον μετρητή MS290, λόγω των τεσσάρων λωρίδων κυκλοφορίας, παρόλα αυτά δεν πλησιάζει την κυκλοφοριακή ικανότητα, αντίθετα με τον κυκλοφοριακό φόρτο που παρατηρείται στον μετρητή MS272 (βρίσκεται σε θέση όπου υπάρχουν 3 λωρίδες κυκλοφορίας). Για τον λόγο αυτό επιλέχθηκε ο μετρητής MS272.



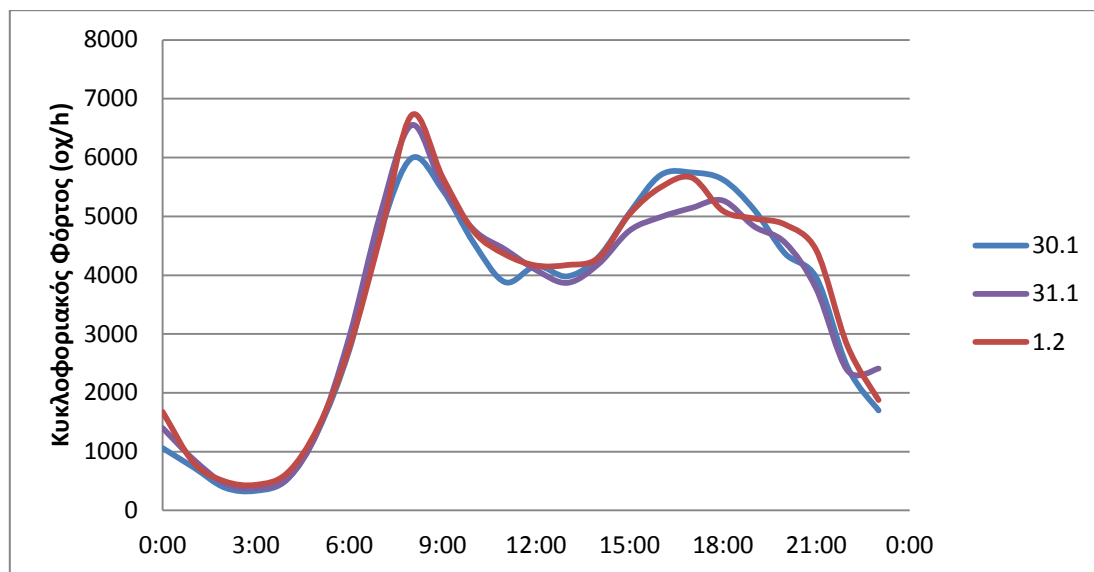
Διάγραμμα 3.10: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS290)



Διάγραμμα 3.11: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS277)

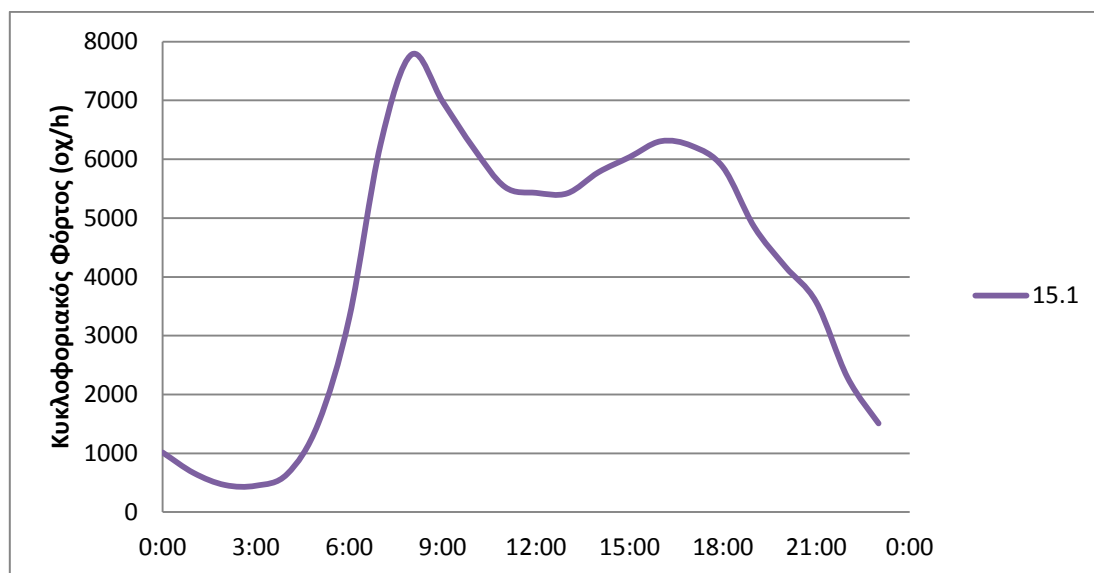
Για τη λεωφόρο Κηφισού λόγω του ότι δεν είναι σηματοδοτημένη, αφού πρόκειται για ελεύθερη λεωφόρο, η κυκλοφοριακή ικανότητα ανά λωρίδα θεωρήθηκε ίση με 2100 οχήματα/ώρα. Προς Λαμία, αντιπροσωπευτικός μετρητής θεωρήθηκε ο MS94 από τον οποίο προκύπτει ότι στη λεωφόρο Κηφισού παρατηρείται σημαντική αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου το πρωί με τον κυκλοφοριακό φόρτο να πλησιάζει την κυκλοφοριακή ικανότητα.

Μικρότερη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρείται κατά την μεσημεριανή περίοδο αιχμής.

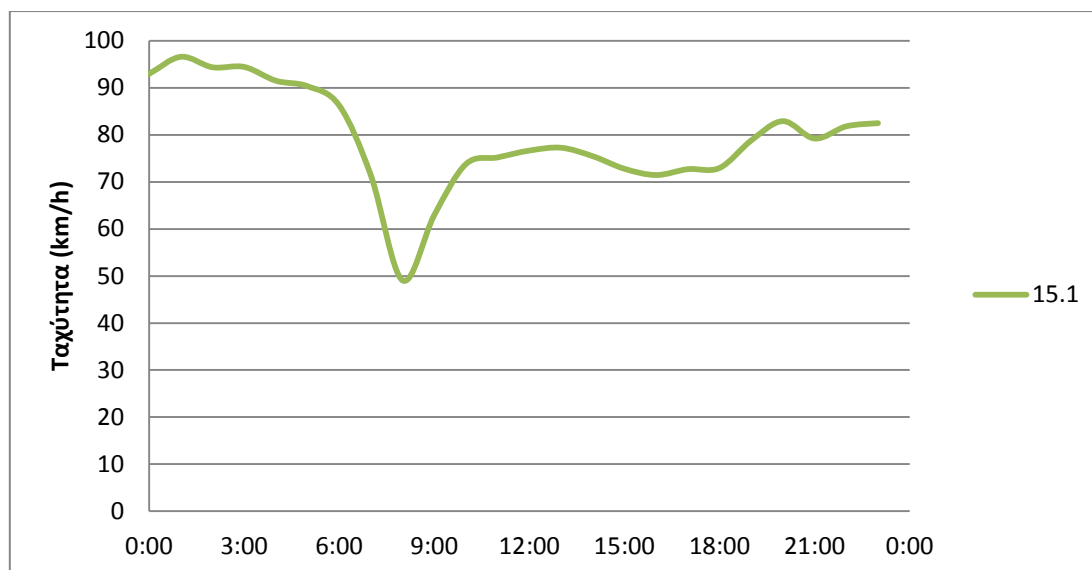


Διάγραμμα 3.12: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS94)

Όπως είναι λογικό και στην κατεύθυνση προς Πειραιά αντιστοιχεί παρόμοιο διάγραμμα με αυξημένες όμως τιμές, ενώ αντιπαραβάλλοντας τον φόρτο και την ταχύτητα κατά την πρωινή αιχμή παρατηρείται ότι δημιουργείται συμφόρηση. Αντίστοιχη ελάττωση της ταχύτητας με παράλληλη αύξηση φόρτου παρατηρείται και στην μεσημεριανή περίοδο αιχμής.

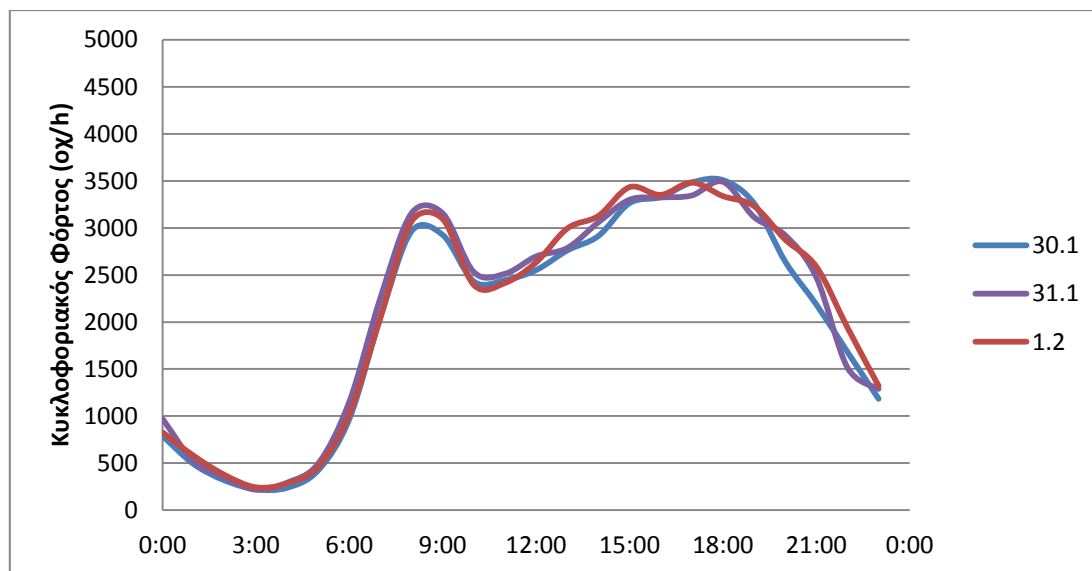


Διάγραμμα 3.13: Κυκλοφοριακός φόρτος την ημέρα 15/1/2013 (MS72)

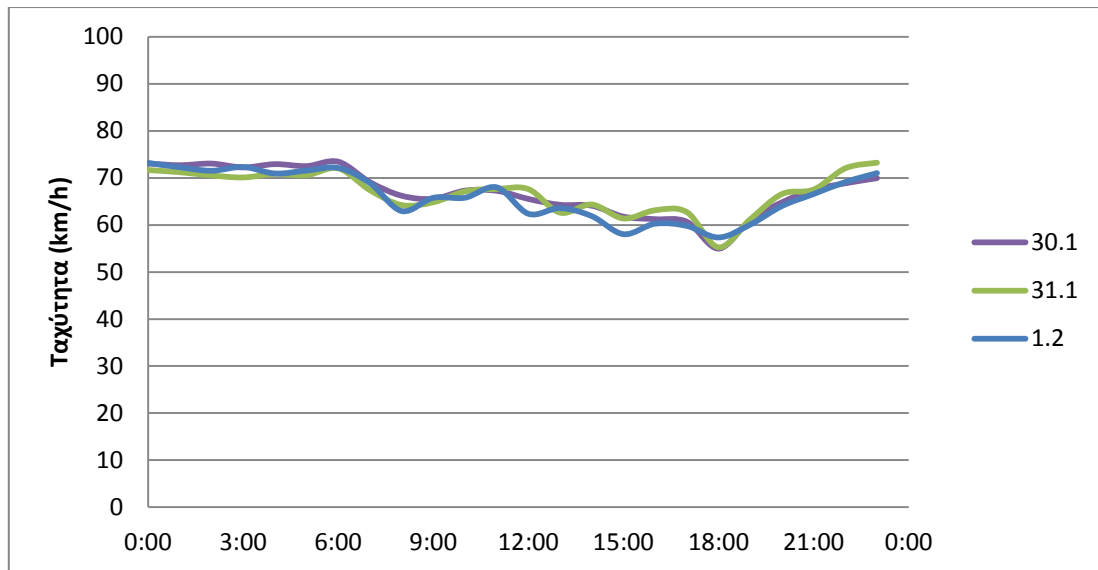


Διάγραμμα 3.14: Ταχύτητα την ημέρα 15/1/2013 (MS72)

Για τη λεωφόρο Ποσειδώνος, προς Γλυφάδα, η μεγαλύτερη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου εντοπίζεται κυρίως κατά την απογευματινή περίοδο αιχμής κατά την οποία πραγματοποιείται η επιστροφή των εργαζομένων ενώ μικρότερη είναι η αύξηση την πρωινή. Παράλληλα οι ταχύτητες είναι μειωμένες κατά την απογευματινή περίοδο ως αποτέλεσμα της αύξησης του φόρτου και της προσέγγισης στην κυκλοφοριακή ικανότητα της οδου.

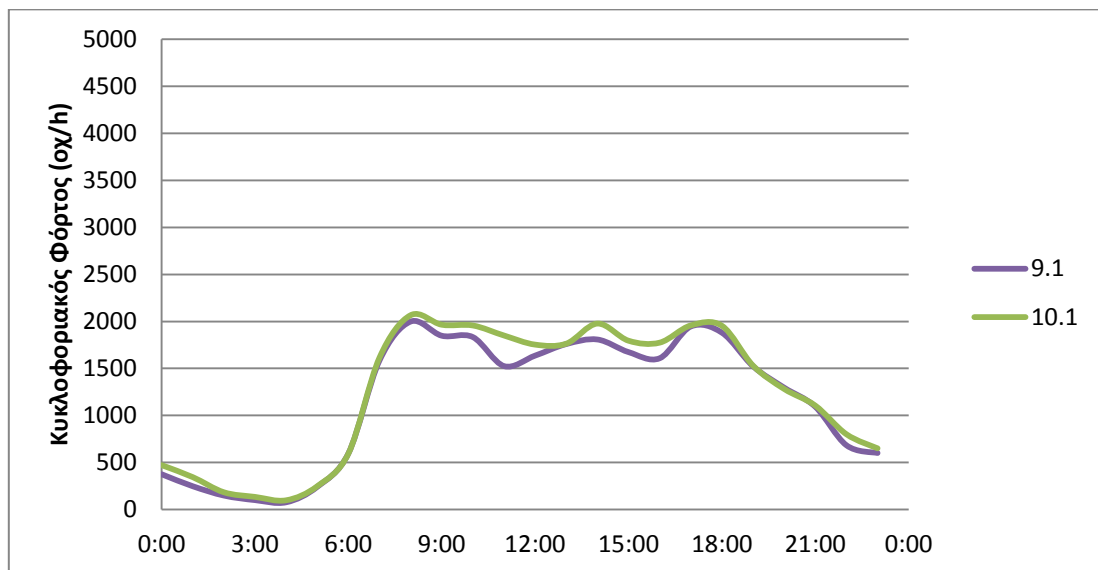


Διάγραμμα 3.15: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS797)

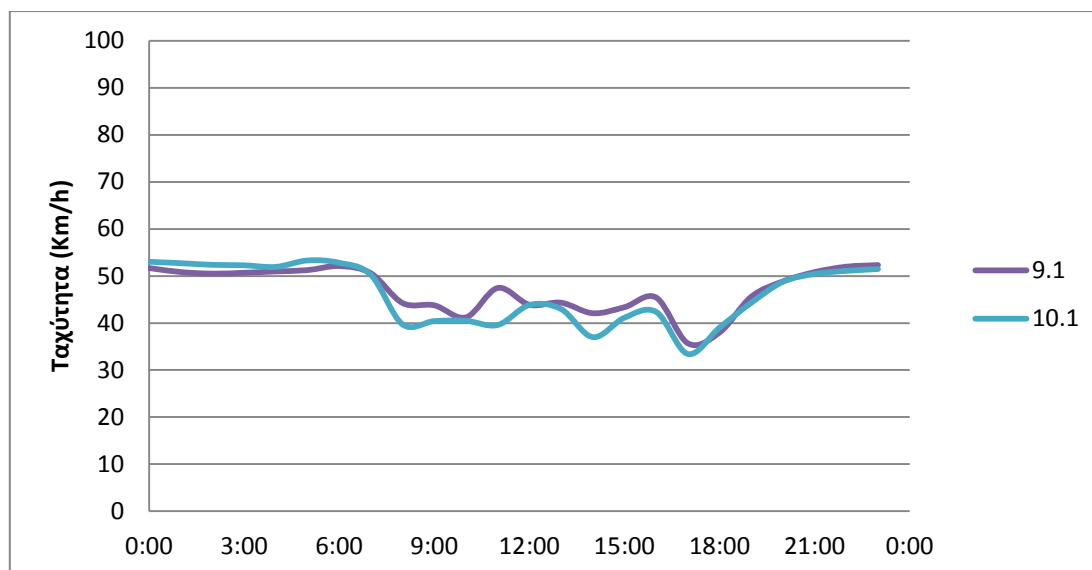


Διάγραμμα 3.16: Ταχύτητα τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS797)

Στη λεωφόρο Ποσειδώνος, στην κατεύθυνση προς Πειραιά επιλέχθηκε ο μετρητής MS821, ο οποίος παρουσιάζει την πρωινή και απογευματινή περίοδο συμφόρηση όπως φαίνεται και στα παρακάτω διαγράμματα με την ταχύτητα εμφανώς ελαττωμένη εκείνες τις περιόδους.

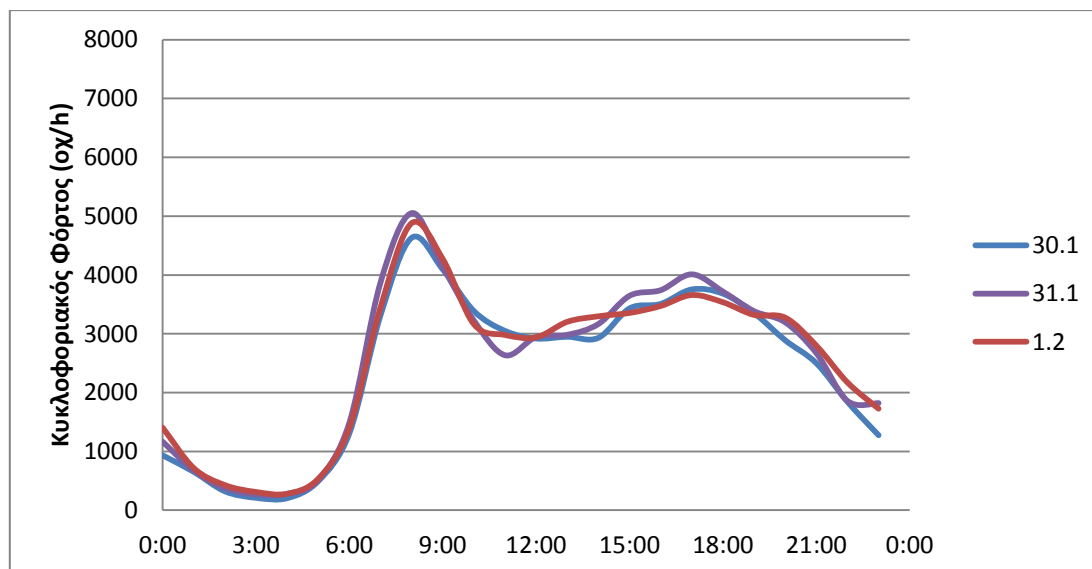


Διάγραμμα 3.17: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 9/1/2013 και 10/1/2013 (MS809)

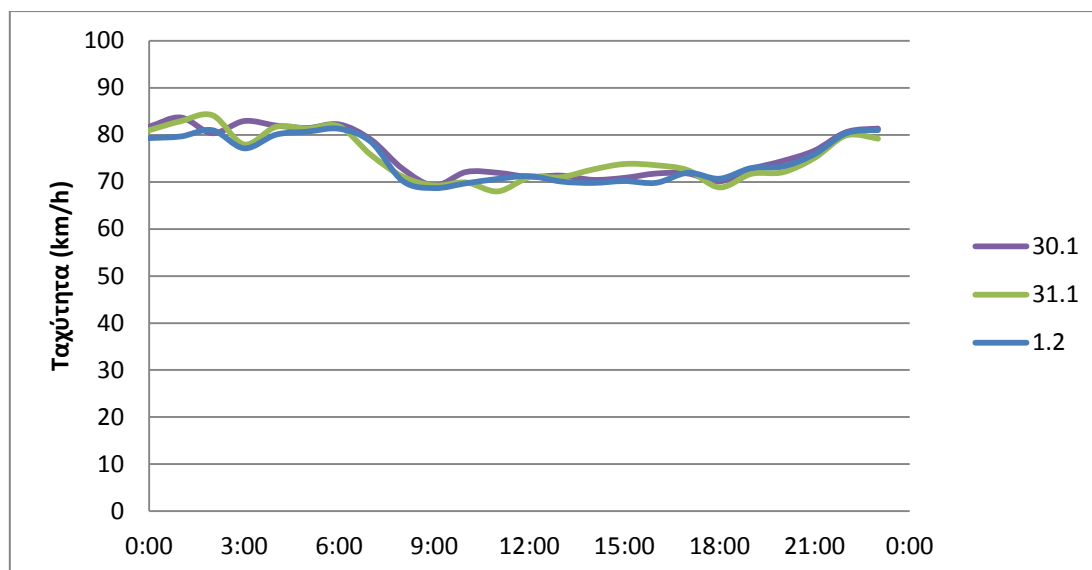


Διάγραμμα 3.18: Ταχύτητα τις ημέρες 9/1/2013 και 10/1/2013 (MS821)

Τέλος για τη λεωφόρο Συγγρού, στην κατεύθυνση προς κέντρο, ο κυκλοφοριακός φόρτος αναμένεται να πλησιάσει την κυκλοφοριακή ικανότητα κατά την πρωινή περίοδο χωρίς όμως να την ξεπερνά ενώ κατά την απογευματινή να είναι σημαντικά μειωμένος. Παράλληλα επειδή δεν δημιουργείται συμφόρηση οι ταχύτητες παραμένουν σταθερά υψηλές κατά τη διάρκεια της ημέρας.

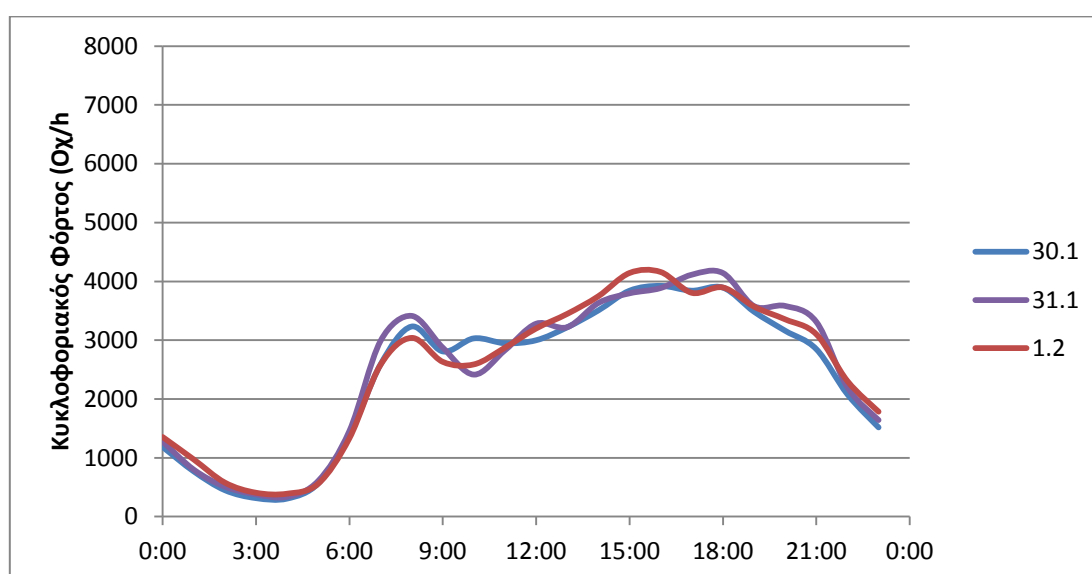


Διάγραμμα 3.19: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS195)

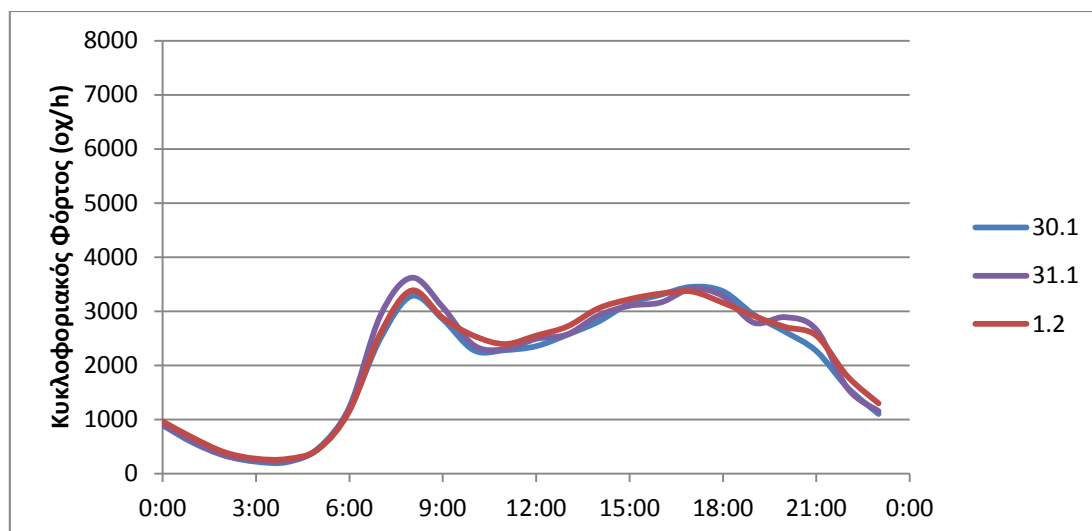


Διάγραμμα 3.20: Ταχύτητα τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS195)

Ενώ για τη λεωφόρο Συγγρού, στην κατεύθυνση προς Πειραιά αντιπροσωπευτικότερος θεωρήθηκε ο μετρητής MS179. Συγκρίνοντας τα δυο παρακάτω διαγράμματα παρατηρείται ότι αν και στην πρωινή περίοδο ο κυκλοφοριακός φόρτος βρίσκεται σε παρόμοια επίπεδα και στους δυο μετρητές, κατά την απογευματινή στον μετρητή MS179 ο κυκλοφοριακός φόρτος βρίσκεται σε αντίστοιχες τιμές με την πρωινή περίοδο ενώ, αντίθετα, στον μετρητή MS193 παρατηρείται αύξηση η οποία και αναμένεται λόγω της επιστροφής των εργαζομένων. Αυτό που οδήγησε στην επιλογή ήταν ότι ο μετρητής MS193 βρίσκεται σε θέση με 3 λωρίδες κυκλοφορίας ενώ αντίθετα ο MS179 σε θέση 4 λωρίδων κυκλοφορίας και άρα στη θέση που βρίσκεται ο μετρητής MS179 ο κυκλοφοριακός φόρτος βρίσκεται πλησιεστέρα στην κυκλοφοριακή ικανότητα της οδου.



Διάγραμμα 3.21: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS193)



Διάγραμμα 3.22: Κυκλοφοριακός φόρτος τις ημέρες 30/1/2013, 31/1/2013 και 1/2/2013 (MS179)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μετρητές που επιλέχθηκαν όπως και η θέση τους.

Πίνακας 3.3: Συνοπτικός πίνακας μετρητών

Μετρητής	Οδική αρτηρία	Κατεύθυνση προς
MS257	λ. Αλεξάνδρας	λ. Κηφισίας πριν από τη λ. Κηφισίας
MS423	λ. Αλεξάνδρας	Πατησίων 80 μ. πριν από την Πανόρμου
MS272	λ. Κηφισίας	Κηφισιά 140 μ. πριν από τη Σωρού
MS291	λ. Κηφισίας	κέντρο 120 μ. πριν από την Ερυθρού Σταυρού
MS094	λ. Κηφισού	Λαμία μετά τη ράμπα εξόδου της λ. Κηφισού προς Ιερά οδό
MS072	λ. Κηφισού	Πειραιά πριν από τη ράμπα εισόδου στη λ. Κηφισού από Λένορμαν
MS195	λ. Συγγρού	κέντρο πριν από την είσοδο από Νέα Σμύρνη (πριν την οδό Σάρδεων)
MS179	λ. Συγγρού	Πειραιά πριν από την έξοδο προς λ. Αμφιθέας
MS809	λ. Ποσειδώνος	Αθήνα 150 μ. πριν από τη Γρ. Λαμπράκη
MS797	λ. Ποσειδώνος	Γλυφάδα 120 μ. πριν από την Αλίμου

Στις ίδιες οδικές αρτηρίες αναζητήθηκαν χαρακτηριστικές διαδρομές οι οποίες θεωρήθηκαν ότι αντιπροσωπεύουν όσο το δυνατόν καλύτερα τις εξεταζόμενες οδικές αρτηρίες αποτυπώνοντας τον χρόνο διαδρομής της καθεμίας.

Πίνακας 3.4: Συνοπτικός πίνακας διαδρομών

Διαδρομή	Μήκος (m)	Οδική αρτηρία	Περιγραφή
RO18.3	4590.00	λ. Αλεξάνδρας	λ. Μεσογείων από Κατεχάκη έως Πεδίο Άρεως
RO23.4	4360.00	λ. Αλεξάνδρας	από Πατησίων έως Χίλτον μέσω Βασ. Σοφίας
RO20.2	9479.52	λ. Κηφισίας	από Αγ. Κων/νου έως Χίλτον
RO22.1	6327.20	λ. Κηφισίας	από Κατεχάκη έως Αττική οδό
RO02.1	7613.79	λ. Κηφισού	από Αναγεννήσεως έως Λένορμαν
RO05.2	9463.41	λ. Κηφισού	από Κων/νουπολεως έως Αχαρνών
RO14.3	7028.30	λ. Συγγρού	από Σκρά έως Αλίμου
RO13.1	10432.69	λ. Συγγρού	από Πύρρας έως Σύνταγμα
RO11.1	3013.95	λ. Ποσειδώνος	λ. Αλκυωνίδων έως Αλίμου
RO14.1	6135.06	λ. Ποσειδώνος	λ. Συγγρού από Σκρά έως πλ. Ιπποδαμείας

Αντίθετα με την έρευνα των Tsarakis et al., 2012 οι διαδρομές που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα διπλωματική εργασία δεν είχαν παρόμοιο μήκος ενώ, όπως φαίνεται και στον προηγούμενο πίνακα, δεν ανήκουν αποκλειστικά και μόνο στην εκάστοτε εξεταζόμενη οδική αρτηρία.

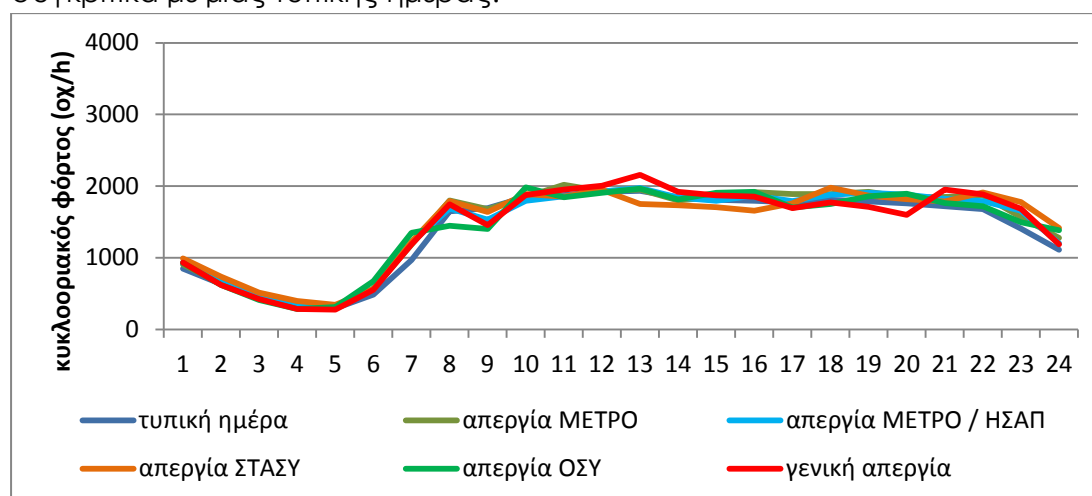
3.3 Στατιστική ανάλυση

Μετά την επιλογή των χαρακτηριστικών οδικών αρτηριών, μετρητών, ημερών κλπ που παρουσιάστηκε προηγούμενα, επόμενο βήμα ήταν ο σχεδιασμός στατιστικών μοντέλων τα οποία περιγράφουν μεγέθη που αποτυπώνουν τις κυκλοφοριακές συνθήκες σε σχέση με κατάλληλες παραμέτρους των μετακινήσεων που περιγράφουν χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου ή των απεργιών.

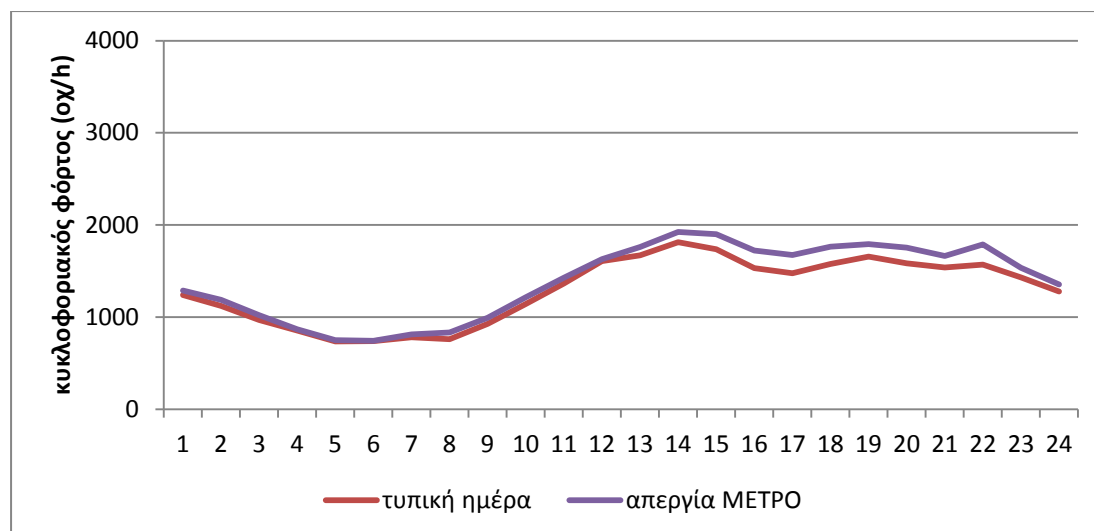
3.3.1 Περιγραφική στατιστική – Ανάλυση δεδομένων

Στο υποκεφάλαιο αυτό επιλέχθηκαν να αναλυθούν ορισμένα διαγράμματα σύγκρισης πρωτογενών δεδομένων, κυκλοφοριακού φόρτου και χρόνου διαδρομής όπως και τη μεταβολή αυτών σε συγκεκριμένες συνθήκες.

Συγκρίνοντας τα παρακάτω διαγράμματα παρατηρεί κανείς, ότι για τη λεωφόρο Αλεξάνδρας, ο κυκλοφοριακός φόρτος τις καθημερινές, είτε σε απεργία ή σε τυπική ημέρα, είναι μεγαλύτερος από ότι του Σαββατοκύριακου εξαιρουμένων των πρώτων πρωινών ωρών πιθανώς λόγω επιστροφής μετακινουμένων από διασκέδαση. Ακόμη όπως είναι αναμενόμενο μικρότερη αύξηση παρατηρείται, σε Σαββατοκύριακο αλλά και σε καθημερινή, σε ώρες κατά τις οποίες τα ΜΜΜ δεν λειτουργούν. Επίσης είναι εμφανές ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος σε ημέρες γενικής απεργίας είναι αυξημένος συγκριτικά με μιας τυπικής ημέρας.

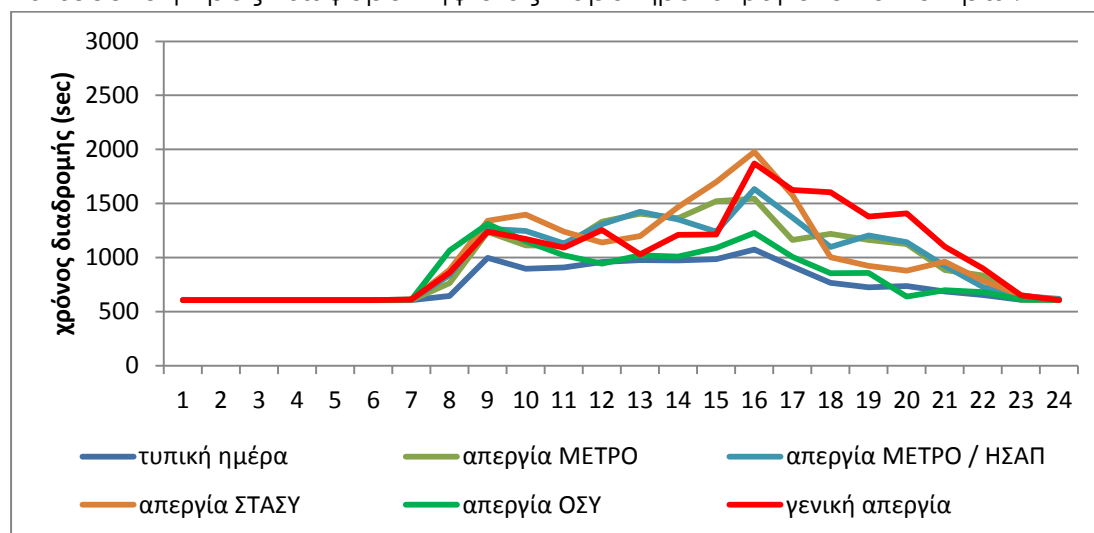


Διάγραμμα 3.23: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς λεωφ. Κηφισίας - καθημερινή

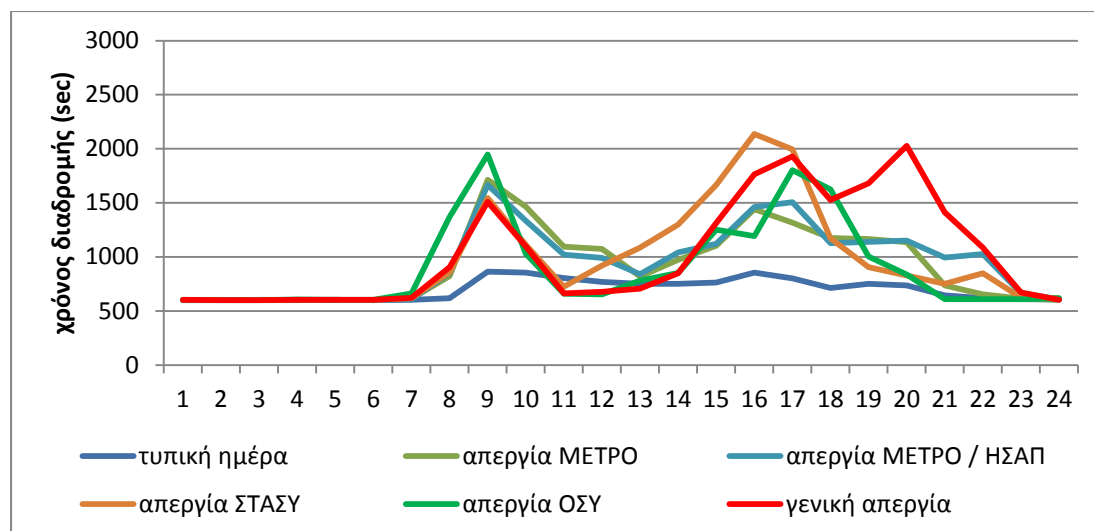


Διάγραμμα 3.24: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς λεωφ. Κηφισίας - Σαββατοκύριακο

Κάτι που ακόμα ενισχύει την λογική αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσιάζεται στα παρακάτω διαγράμματα. Είναι εμφανές ότι πριν τις 7 (ώρες δηλαδή κατά τις οποίες δεν λειτουργούν τα ΜΜΜ) δεν παρουσιάζεται καμία ορατή μεταβολή στον χρόνο διαδρομής είτε πρόκειται για ημέρα χωρίς απεργία ή για ημέρα με οποιαδήποτε απεργία. Αντίθετα μέχρι τις 9 το πρωί παρατηρείται ως και διπλασιασμός του χρόνου διαδρομής. Παρόμοιο αύξηση παρατηρείται και τις υπόλοιπες ώρες, ενώ για όλες τις κατηγορίες απεργίας ο χρόνος διαδρομής είναι αυξημένος συγκριτικά με μιας τυπικής ημέρας. Ο μέγιστος χρόνος διαδρομής παρατηρείται τις απογευματινές ώρες ενώ στην κατεύθυνση προς λεωφόρο Κηφισίας παρατηρείται μέγιστο και το πρωί.

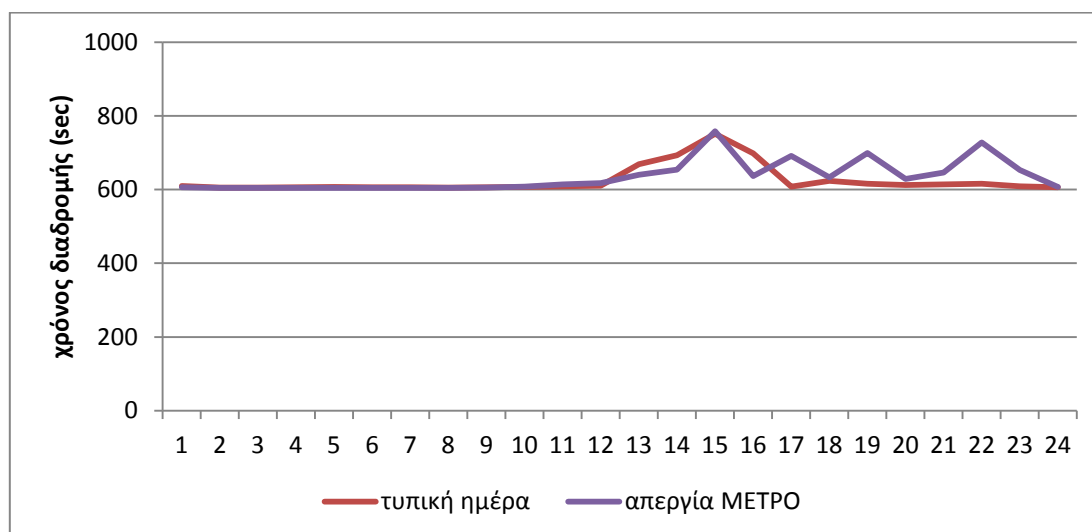


Διάγραμμα 3.25: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς Πατησίων - καθημερινή

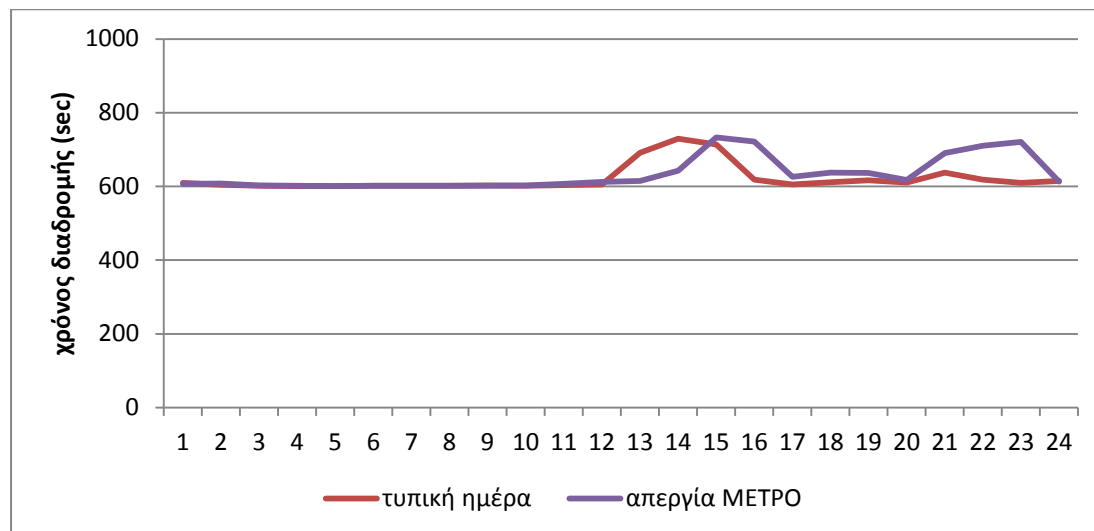


Διάγραμμα 3.26: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς λεωφ. Κηφισίας - καθημερινή

Αντίθετα το Σαββατοκύριακο δεν παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο, το οποίο μπορεί να οφείλεται στον όχι και τόσο μεγάλο κυκλοφοριακό φόρτο όπως σε ημέρες καθημερινής ή ακόμα και στο γεγονός ότι Σαββατοκύριακο διερευνήθηκε με απεργία μόνο του METPO. Βέβαια παρατηρείται αύξηση κατά τις απογευματινές ώρες η οποία όμως δεν είναι σε καμία περίπτωση όμοια με την αύξηση που παρατηρείται την καθημερινή.

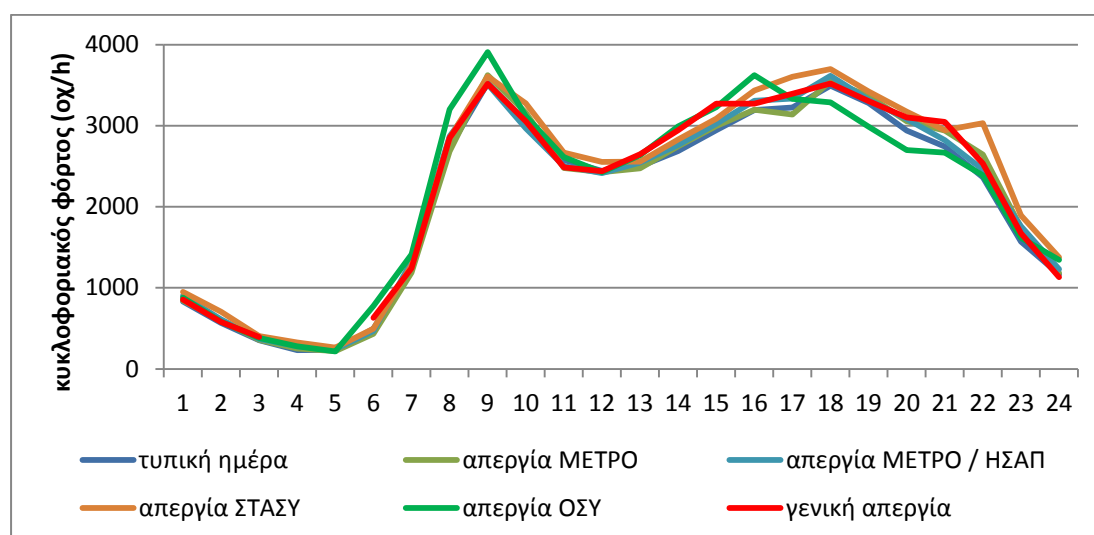


Διάγραμμα 3.27: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς Πατησίων - Σαββατοκύριακο

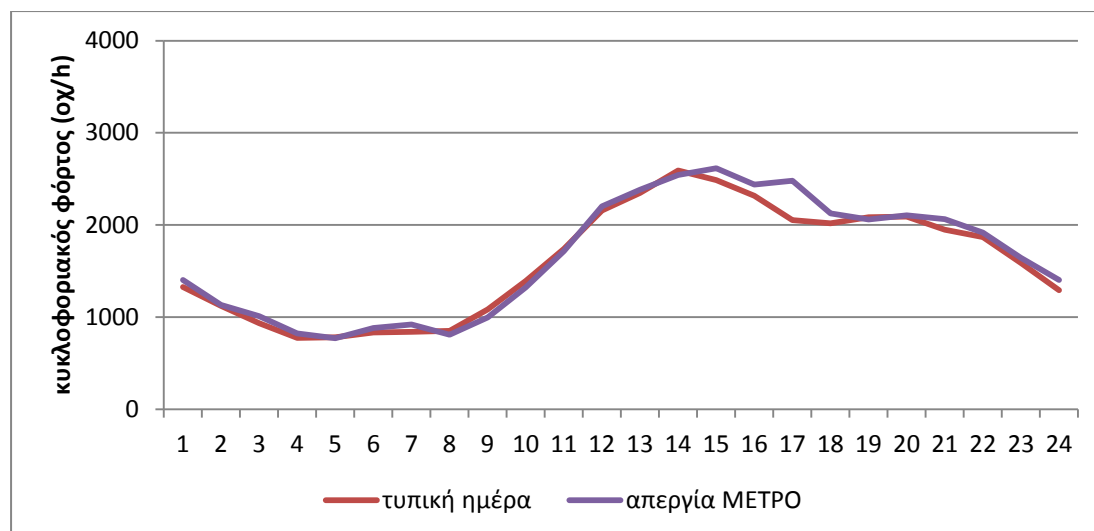


Διάγραμμα 3.28: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς λεωφ. Κηφισίας - Σαββατοκύριακο

Παρόμοια αποτελέσματα έχει η σύγκριση μεταξύ ημερών απεργίας με τυπικές ημέρες για την λεωφόρο Συγγρού. Αξιοσημείωτη είναι η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τις πρωινές ώρες σε ημέρες με απεργία της Ο.ΣΥ ενώ παράλληλα κατά τις απογευματινές ώρες παρατηρείται μείωση. Ακόμη παρατηρείται ότι η λεωφόρος Συγγρού, η οποία εξυπηρετείται από σταθμό ΜΕΤΡΟ παρουσιάζει μεγαλύτερη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου σε ημέρες με απεργία Σταθερών Συγκοινωνιών. Τέλος αντίστοιχη, με της λεωφόρου Αλεξάνδρας, είναι η εικόνα και όσον αφορά απεργίες ΜΕΤΡΟ το Σαββατοκύριακο.

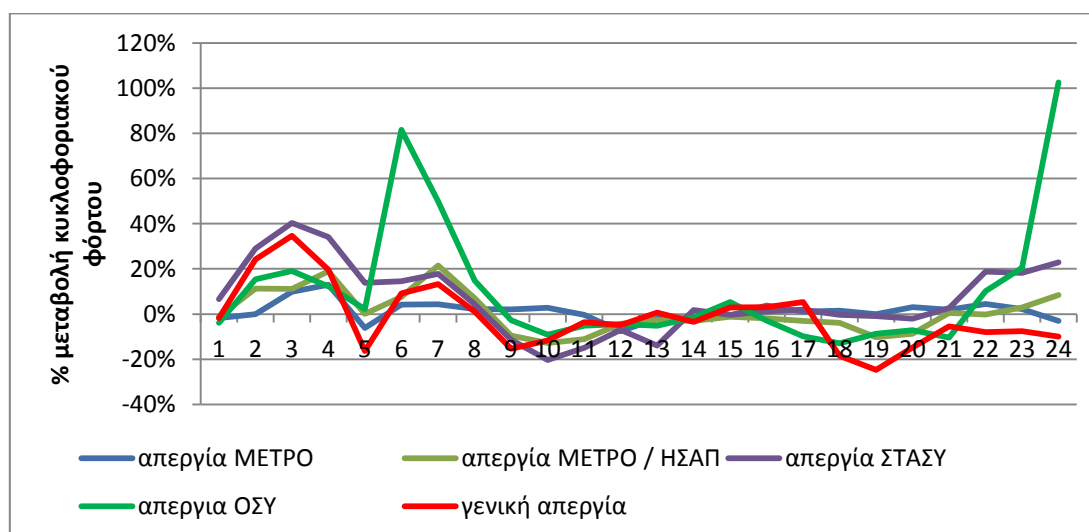


Διάγραμμα 3.29: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου λεωφ. Συγγρού με κατεύθυνση από κέντρο - καθημερινή

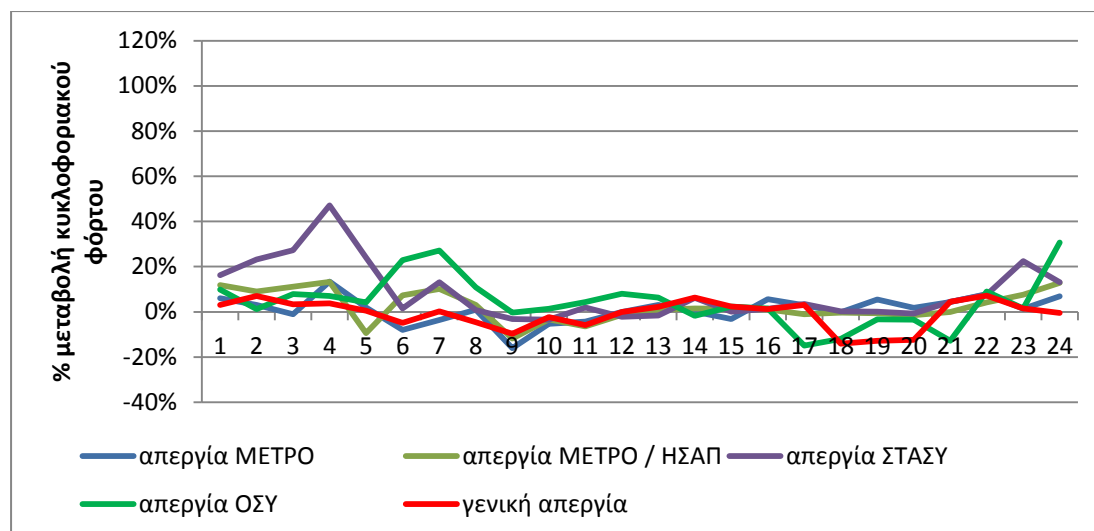


Διάγραμμα 3.30: Σύγκριση κυκλοφοριακού φόρτου λεωφ. Συγγρού με κατεύθυνση προς κέντρο - Σαββατοκύριακο

Στα παρακάτω διαγράμματα έγινε προσπάθεια παρουσίασης της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου συγκρίνοντας τις τυπικές ημέρες με τις κατηγορίες των απεργιών. Παρατηρείται ότι σε ημέρες γενικής απεργίας δεν μεταβάλλεται αρκετά ο κυκλοφοριακός φόρτος από το οποίο μπορεί να προκύψει το συμπέρασμα ότι πιθανά οι μετακινούμενοι έχουν ακυρώσει τη μετακίνησή τους. Ακόμα παρατηρείται ότι για απεργία Ο.ΣΥ η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου μετατοπίζεται κατά τις πρωινές ώρες στις οποίες οι μετακινούμενοι χρησιμοποιούσαν μέσα της Ο.ΣΥ για την μετακίνησή τους προς σταθμούς του ΜΕΤΡΟ ή του ΗΣΑΠ. Επίσης οι μεγαλύτερες μεταβολές παρατηρούνται κατά την πρωινή περίοδο και συγκεκριμένα πριν τις 8:00, το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι μετακινούμενοι ξεκίνησαν νωρίτερα για τη μετακίνησή τους.

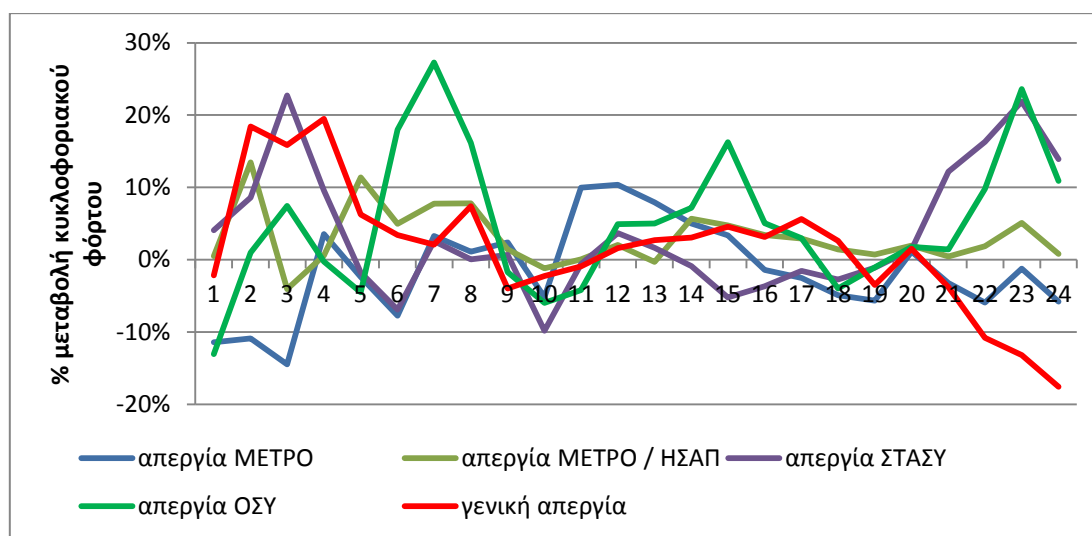


Διάγραμμα 3.31: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τυπική ημέρα λεωφ. Κηφισίας με κατεύθυνση προς κέντρο - καθημερινή



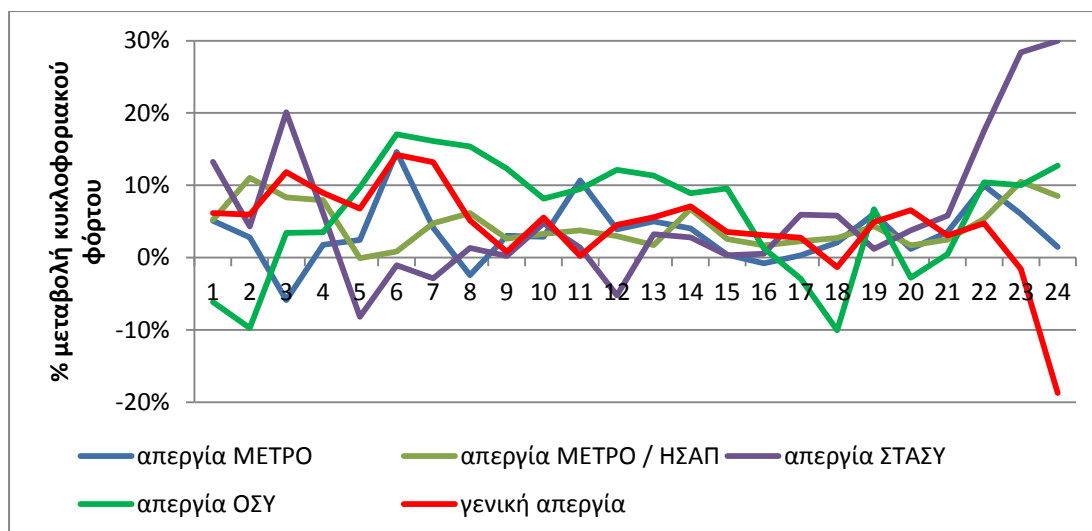
Διάγραμμα 3.32: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τυπική ημέρα λεωφ. Κηφισίας με κατεύθυνση προς Κηφισιά - καθημερινή

Στην περίπτωση της λεωφόρου Ποσειδώνος, την οποία διατρέχουν λεωφορειακές γραμμές και TRAM, παρουσιάζεται τις πρώτες πρωινές ώρες αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου σε ημέρες απεργίας της Ο.ΣΥ. Πιθανά λόγω του ότι δεν υπάρχει κάποιος σταθμός ΜΕΤΡΟ στην λεωφόρο δεν επηρεάζεται από απεργία ΣΤΑΣΥ ή ΜΕΤΡΟ.



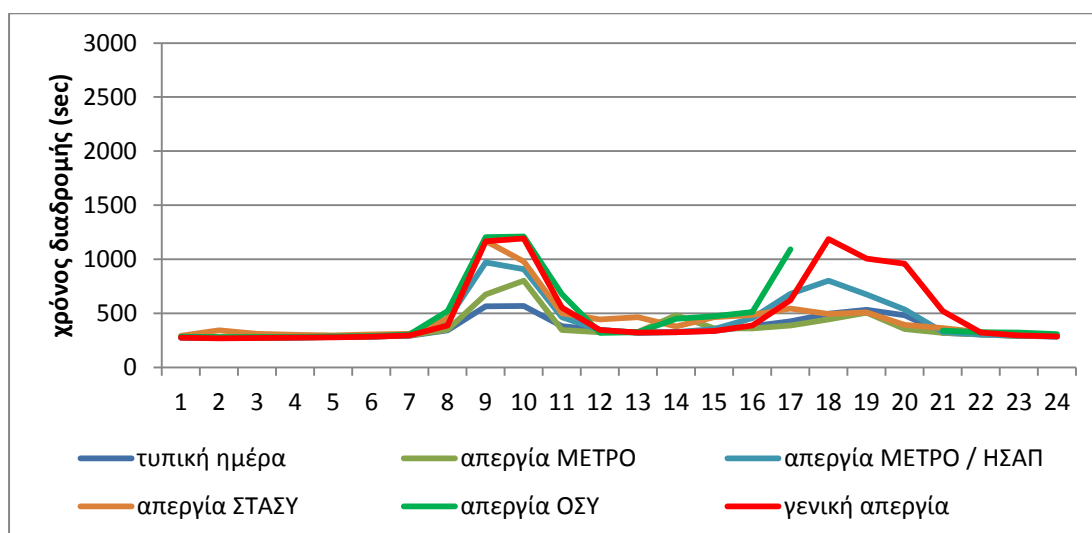
Διάγραμμα 3.33: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τυπική ημέρα λεωφ. Ποσειδώνος με κατεύθυνση προς Πειραιά - καθημερινή

Αντίθετα δεν παρατηρείται αρκετά μεγάλη μεταβολή στην κατεύθυνση προς Γλυφάδα και πάλι όμως μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρούνται σε απεργίες της Ο.ΣΥ.

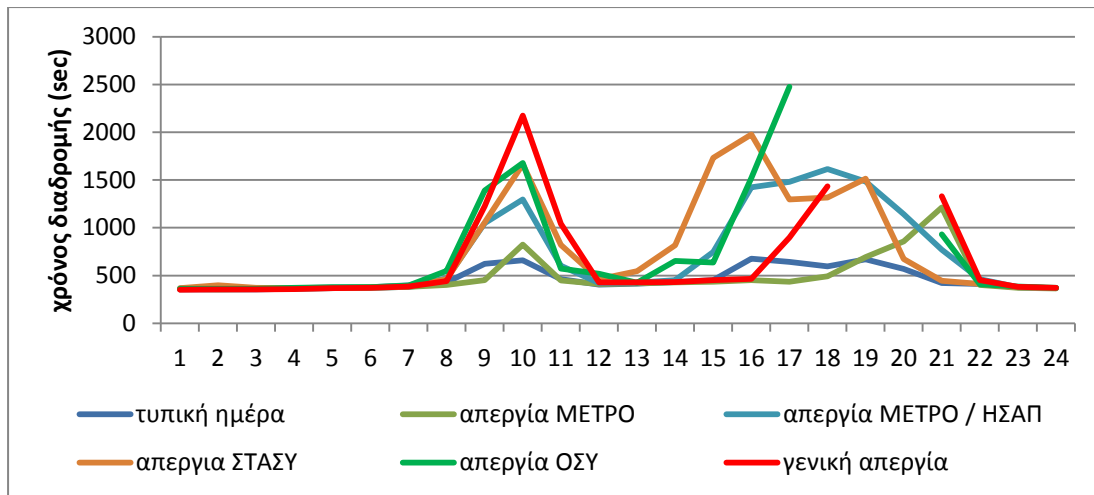


Διάγραμμα 3.34: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τυπική ημέρα λεωφ. Ποσειδώνος με κατεύθυνση προς Γλυφάδα - καθημερινή

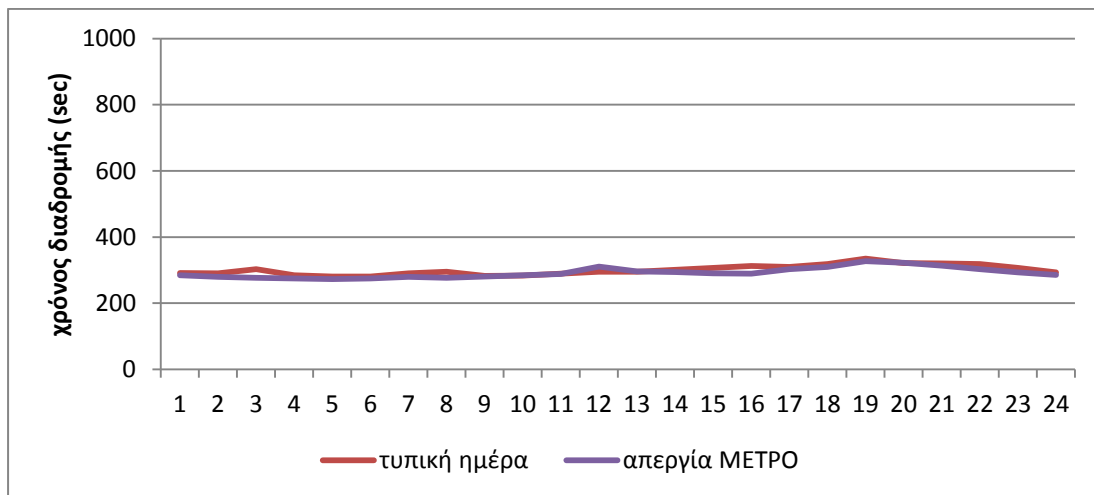
Τέλος στη λεωφόρο Κηφισού παρατηρείται ότι σε ημέρες γενικής απεργίας αρκετοί μετακινούμενοι καταφεύγουν στη λύση της λεωφόρου Κηφισού με αποτέλεσμα ο χρόνος μετακίνησης να αυξάνεται αρκετά. Ακόμα αρκετά σημαντικό είναι το ότι κατά τις πρωινές ώρες όπου και στις τυπικές ημέρες παρατηρείται αύξηση στον χρόνο διαδρομής, παρόμοιο μοτίβο εμφανίζεται και σε ημέρες απεργιών, είτε είναι συγκεκριμένοι μέσου μεταφοράς ή και γενικής. Αντίθετα σε απεργίες ΜΕΤΡΟ κατά το Σαββατοκύριακο δεν παρατηρείται ορατή μεταβολή στον χρόνο διαδρομής (διαγράμματα 3.37 και 3.38).



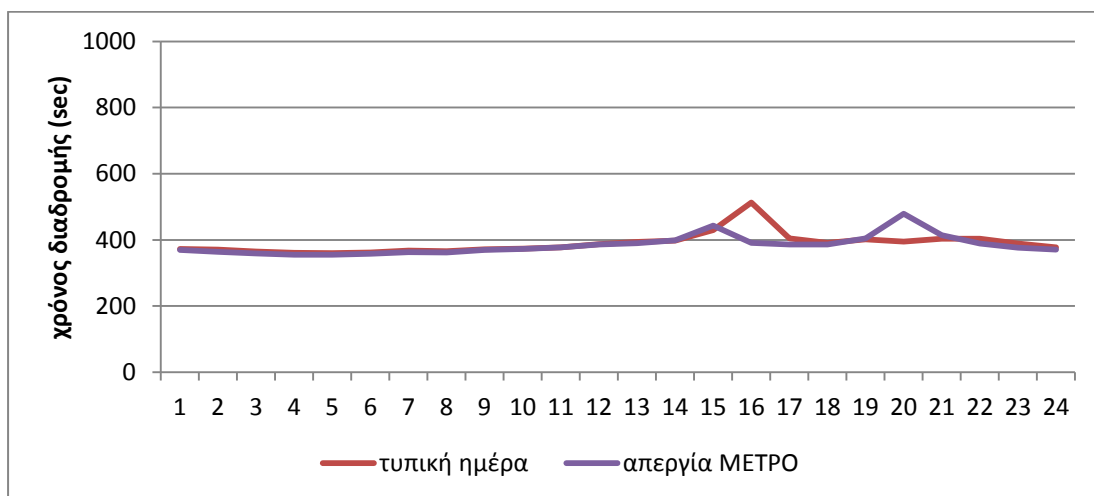
Διάγραμμα 3.35: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Κηφισού με κατεύθυνση προς Πειραιά - καθημερινή



Διάγραμμα 3.36: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Κηφισού με κατεύθυνση προς Λαμία - καθημερινή



Διάγραμμα 3.37: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Κηφισού με κατεύθυνση προς Πειραιά - Σαββατοκύριακο



Διάγραμμα 3.38: Σύγκριση χρόνου διαδρομής λεωφ. Κηφισού με κατεύθυνση προς Λαμία - Σαββατοκύριακο

3.3.2 Στατιστική ανάλυση δεδομένων

Σε αρκετές εφαρμογές συναντάται το πρόβλημα της μελέτης δυο ή περισσότερων τυχαίων μεταβλητών με διερεύνηση για το αν και κατά πόσο υπάρχει σχέση (γραμμική ή όχι) μεταξύ των μεταβλητών και τελικά ο προσδιορισμός αυτής. Για να λυθεί το πρόβλημα αυτό κατασκευάζεται μια μαθηματική εξίσωση (μαθηματικό μοντέλο) η οποία περιγράφει τη σχέση των εξεταζόμενων μεταβλητών.

Μοντέλα Παλινδρόμησης

Με την ανάλυση παλινδρόμησης εξετάζεται η σχέση μεταξύ δυο ή περισσότερων μεταβλητών με στόχο την πρόβλεψη τιμών της μιας, μέσω τιμών των υπολοίπων μεταβλητών. Διακρίνονται δυο είδη μεταβλητών: οι ανεξάρτητες μεταβλητές X (independent ή explanatory variables) και οι εξαρτημένες μεταβλητές Y (dependent ή response variables). Συνηθέστερα οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι εκείνες στις οποίες μπορούμε να καθορίσουμε τις τιμές τους, ενώ η εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζει το αποτέλεσμα των μεταβολών που πραγματοποιούνται στις ανεξάρτητες μεταβλητές (Παπαδόπουλος Γ., 2014).

Η μελέτη γραμμικών μοντέλων είναι χρήσιμη για την πρόβλεψη της τιμής της μεταβλητής Y για δοθείσα τιμή x της X , όπως επίσης για τον προσδιορισμό του βαθμού εξάρτησης μεταξύ των μεταβλητών αυτών. Μοντέλα τέτοιας μορφής συναντώνται συχνά σε διάφορες επιστήμες. Για παράδειγμα, σχέσεις τέτοιας μορφής συναντάμε στη Φυσική όπως:

$$E = m \times c^2$$

όπου E : ενέργεια, m : μάζα και c : ταχύτητα του φωτός

Το προηγούμενο παράδειγμα πρόκειται για ντετερμινιστικό μοντέλο (deterministic model). Η ονομασία οφείλεται στο γεγονός ότι εξισώσεις τέτοιας μορφής επιτρέπουν τον καθορισμό της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής από την τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής, με εξαίρεση μικρά λάθη μετρήσεων. Η μελέτη σχέσεων τέτοιας μορφής είναι γνωστή από τα Μαθηματικά. Στην καθημερινή ζωή, όμως, τα πράγματα είναι σχεδόν απίθανο να έχουμε δύο μεγέθη που να έχουν μια τέλεια γραμμική σχέση. Επομένως, σε περιπτώσεις οι οποίες αναφέρονται σε πρακτικά προβλήματα, πρέπει να χρησιμοποιηθούν μοντέλα που να περικλείουν το στοιχείο της τυχαιότητας, τα οποία ονομάζονται μοντέλα πιθανότητας (probabilistic models).

Γραμμικά μοντέλα τέτοιας μορφής είναι:

- Απλή γραμμική παλινδρόμηση (simple linear regression):

$$Y = \alpha + \beta \times X + \varepsilon$$

- Πολλαπλή παλινδρόμηση (multiple regression):

$$Y = \alpha + \beta_1 \times X_1 + \dots + \beta_k \times X_k + \varepsilon$$

- Πολυωνυμική παλινδρόμηση (multinomial regression):

$$Y = \alpha + \beta_1 \times X + \beta_2 \times X^2 + \dots + \beta_k \times X^k + \varepsilon$$

Γραμμική παλινδρόμηση

Η παλινδρόμηση είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την μοντελοποίηση και την ανάλυση αριθμητικών δεδομένων, μιας εξαρτημένης μεταβλητής και κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών. Το μοντέλο είναι μια συνάρτηση συσχέτισης της εξαρτημένης με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Στην γραμμική παλινδρόμηση, η απαίτηση του μοντέλου που θα παραχθεί είναι η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι γραμμικός συνδυασμός των ανεξαρτήτων μεταβλητών.

Μοντέλο απλής γραμμικής παλινδρόμησης (simple linear regression)

Σε περιπτώσεις όπου οι μεταβλητές έχουν γραμμική σχέση τότε υπάρχει μόνο μια ανεξάρτητη μεταβλητή και η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να προσεγγισθεί ικανοποιητικά από μια γραμμική συνάρτηση της ανεξάρτητης μεταβλητής:

$$Y = \alpha + \beta \times X$$

με: α , β : άγνωστες παραμέτρους.

Επιπλέον λόγω των σφαλμάτων των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής, στην παραπάνω εξίσωση προστίθεται ο όρος ε που περιγράφει την διαφορά της παρατηρούμενης από τη θεωρητική τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής:

$$Y = \alpha + \beta \times X + \varepsilon$$

με: α , β : άγνωστες παραμέτρους.

Υποθέσεις της απλής γραμμικής παλινδρόμησης

- Η σχέση ανάμεσα στα X και Y μοιάζει με μία ευθεία.
- Για κάθε συγκεκριμένη τιμή της X αντιστοιχούν πολλές τιμές της Y που κατανέμονται κανονικά.
- Οι τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής X θεωρούνται γνωστές.
- Τα σφάλματα ε κατανέμονται κανονικά. Τα σφάλματα διαδοχικών παρατηρήσεων είναι ασυσχέιστα (δεν αλληλοεξαρτώνται).
- Οι ατομικές παρατηρήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής Y είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες.

Γενικό γραμμικό μοντέλο (General Linear Model)

Το γενικό γραμμικό μοντέλο, είναι ένα στατιστικό γραμμικό μοντέλο της μορφής:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \times X_{1i} + \beta_2 \times X_{2i} + \dots + \beta_k \times X_{ki} + \varepsilon_i$$

ή σε μορφή πινάκων:

$$Y = \beta \times X + \varepsilon$$

με:

- Y : πίνακα εξαρτημένων μεταβλητών
- X : πίνακα ανεξάρτητων μεταβλητών
- β : πίνακα παραμέτρων

- ε: πίνακα σφαλμάτων (θεωρούνται ότι είναι ασυσχέιστα με τις μετρήσεις και ακολουθούν την κανονική κατανομή)

Το γενικό γραμμικό μοντέλο είναι μια γενίκευση του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης όπου υπάρχουν περισσότερες από μια εξαρτημένη μεταβλητή. Ισχύουν οι παραδοχές (Φουσκάκης Δ., 2014):

1. **Γραμμικότητα (Linearity)**, υποθέτοντας ότι οι μέσες τιμές της μεταβλητής Y , για τα διάφορα επίπεδα της μεταβλητής X , είναι γραμμικές συναρτήσεις της μεταβλητής X ,
2. **Ομοσκεδαστικότητα – Σταθερότητα διασποράς (Homoscedasticity – Variance Stability)**, δηλαδή οι κατανομές της μεταβλητής Y έχουν την ίδια διασπορά για όλα τα επίπεδα της μεταβλητής X ,
3. **Ανεξαρτησία (Independence)**, με τις τιμές της μεταβλητής Y που αντιστοιχούν στα διάφορα επίπεδα της μεταβλητής X να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και
4. **Κανονικότητα (Normality)**, ότι δηλαδή η κατανομή της μεταβλητής Y , για όλα τα επίπεδα της μεταβλητής X , είναι κανονική.

Η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου μπορεί να γίνει με δυο μεθόδους (Βασδέκης Β., 2014):

- τη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood method)
- τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων (least squares method)

Ένα συνηθισμένο μέτρο για την καλή προσαρμογή είναι ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 ο οποίος ορίζεται ως το άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων προς το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων και εκφράζει το ποσοστό της διασποράς της μεταβλητής Y που εξηγείται βάσει του μοντέλου παλινδρόμησης. Κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0 και 1 με όσο πιο κοντά στο 1 τόσο καλύτερη και η προσαρμογή του μοντέλου. Πιο έγκυρος, αντί του συντελεστή προσδιορισμού είναι ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού (adjusted R^2) ο οποίος ορίζεται ως το μέσο άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων προς το μέσο συνολικό άθροισμα των τετραγώνων. Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται περισσότερο ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού είναι επειδή δεν αυξάνει την τιμή του όταν προστίθεται στο μοντέλο μια μεταβλητή παρά μόνο όταν η συγκεκριμένη μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική.

Τέλος εφαρμόζονται ορισμένοι διαγνωστικοί έλεγχοι για το αν πληρούνται οι παραπάνω παραδοχές (Βασδέκης Β., 2014). Ο έλεγχος της γραμμικότητας γίνεται γραφικά μέσω των διαγραμμάτων καταλοίπων. Στον άξονα X τοποθετούνται οι τιμές του x και στον άξονα Y οι τιμές των καταλοίπων για κάθε τιμή του x αντίστοιχα. Για να ισχύει η υπόθεση ότι τα y είναι ανεξάρτητα, θα πρέπει η γραφική παράσταση των καταλοίπων να δείχνει μια τυχαία τοποθέτηση των καταλοίπων αυτών γύρω από την ευθεία $\varepsilon = 0$. Εάν εμφανίζεται να υπάρχει μια προφανής έλλειψη τυχειότητας στο γράφημα των

καταλοίπων, αυτό ίσως αποτελεί ένδειξη εξάρτησης μεταξύ των μεταβλητών y . Από τα διαγράμματα καταλοίπων καθώς και από το διάγραμμα διασποράς μπορεί να ελεγχθεί και η ομοσκεδαστικότητα. Αναπαρίστανται γραφικά τα κατάλοιπα συναρτήσεως των προβλεπόμενων τιμών και για να ισχύει η παραδοχή θα πρέπει τα ζεύγη των τιμών να μην εμφανίζουν συστηματικό τρόπο συμπεριφοράς. Τέλος η κανονικότητα ελέγχεται με διαγράμματα πιθανοτήτων (normal probability plot).

Γενικευμένο γραμμικό μοντέλο (Generalized Linear Model)

Το 1972 οι Nelder και Wedderburn παρουσίασαν την θεωρία των γραμμικών μοντέλων στα οποία δεν απαιτείται η υπόθεση της κανονικότητας για τη μεταβλητή απόκρισης, αλλά μπορεί να ανήκει στην εκθετική οικογένεια κατανομών. Αντίθετα με τα γενικά γραμμικά μοντέλα όπου η απόκριση ακολουθεί την κανονική κατανομή στα γενικευμένα γραμμικά μοντέλα η απόκριση μπορεί να ακολουθεί, για παράδειγμα, τη διωνυμική κατανομή (Fox, 2008).

Αποτελείται από 3 μέρη (Turner, 2008):

1. την κατανομή των αποτελεσμάτων (κανονική κατανομή, διωνυμική, Poisson, Gamma κ.α)
2. την ευθεία πρόβλεψης: $\eta_i = \alpha + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik}$
3. μια ομαλή και αντιστρέψιμη συνάρτηση σύνδεσης η οποία συσχετίζει την ευθεία πρόβλεψης με τη μέση τιμή της απόκρισης:

$$g(\mu_i) = \eta_i = \alpha + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik}$$

Οι κατανομές που χρησιμοποιούνται είναι (Dunn, 2008):

Πίνακας 3.5: Κατανομές που χρησιμοποιούνται στα GLM

Κατανομή	Εύρος τιμών	
Κανονική (Gaussian)	Πραγματικοί αριθμοί	$(-\infty, +\infty)$
Gamma	Πραγματικοί αριθμοί	$(0, +\infty)$
Αντίστροφη Κανονική (inverse Gaussian)	Πραγματικοί αριθμοί	$(0, +\infty)$
Διωνυμική	Ακέραιοι αριθμοί	$[0, N]$

Η προσαρμογή του γενικευμένου γραμμικού μοντέλου στα δεδομένα γίνεται μέσω της μεθόδου μεγίστης πιθανοφάνειας παρέχοντας όχι μόνο εκτιμήσεις των συντελεστών παλινδρόμησης αλλά και τα τυπικά σφάλματα των συντελεστών.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων των στατιστικών μοντέλων όπως αυτά αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό R Statistics.

Από τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση δυο είναι εκείνες οι οποίες έχουν άμεσο και αντιληπτό αντίκτυπο στους μετακινούμενους, ο κυκλοφοριακός φόρτος (traffic flow) και ο χρόνος διαδρομής (travel time). Οι μετακινούμενοι αντιλαμβάνονται ότι, για παράδειγμα, η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου θα προκαλέσει αύξηση στον χρόνο διαδρομής τους. Έτσι το μέγεθος της επίπτωσης των απεργιών των μέσων μαζικής μεταφοράς στους μετακινούμενους γίνεται πιο κατανοητό επιλέγοντας ως μεταβλητές απόκρισης τον κυκλοφοριακό φόρτο και τον χρόνο διαδρομής καθώς και τις ποσοστιαίες μεταβολές τους συγκρίνοντας ημέρες απεργιών και τυπικές ημέρες. Εξαιτίας της μορφής των δεδομένων κρίθηκε σκόπιμος ο μετασχηματισμός των μεταβλητών απόκρισης σε λογαριθμική κλίμακα. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε μετασχηματισμός του κυκλοφοριακού φόρτου χρησιμοποιώντας την κυβική ρίζα. Αντίστοιχοι μετασχηματισμοί έχουν πραγματοποιηθεί και σε προηγούμενες παρεμφερείς έρευνες (Tsarakis et al., 2012).

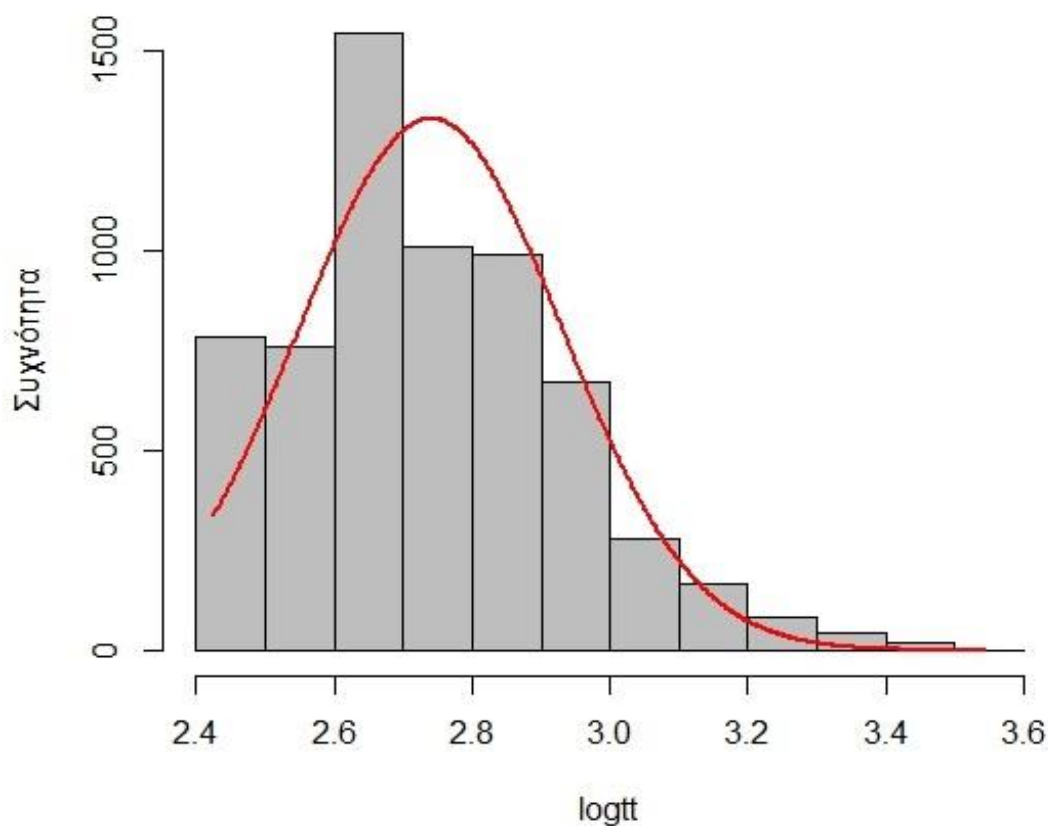
Ως επεξηγηματικές μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν οι:

- οδική αρτηρία: link (1 – 5, για την κάθε οδική αρτηρία) (1 = Λεωφ. Αλεξάνδρας, 2 = Λεωφ. Κηφισίας, 3 = Λεωφ. Κηφισού, 4 = Λεωφ. Ποσειδώνος και 5 = Λεωφ. Συγγρού)
- ώρα: time (1 – 24, για τις 24 ώρες της ημέρας)
- αιχμή: peak (1 αν η συγκεκριμένη χρονική περίοδος δεν αντιστοιχεί σε ώρα αιχμής και 2 αν αντιστοιχεί)
- ημέρα: day (1 – 7, για τις ημέρες της εβδομάδας, αντίστοιχα)
- εβδομάδα: week (1 αν πρόκειται για καθημερινή και 2 για Σαββατοκύριακο)
- μήνας: month (1, 11 και 12 για τους αντίστοιχους εξεταζόμενους μήνες)
- είδος απεργίας: strike (1 – 6, για το είδος απεργίας) (1 = χαρακτηριστική ημέρα, 2 = απεργία ΜΕΤΡΟ, 3 = απεργία ΜΕΤΡΟ και Η.Σ.Α.Π., 4 = απεργία ΣΤΑ.ΣΥ, 5 = απεργία Ο.ΣΥ και 6 = γενική απεργία)
- κατεύθυνση: dir (1 για κατεύθυνση προς το κέντρο και 2 προς τα προάστια)
- κεντρική οδική αρτηρία: area (1 για κεντρική οδική αρτηρία και 2 για μη κεντρική οδική αρτηρία)
- αστική οδική αρτηρία: road (1 για αστική οδική αρτηρία και 2 για μη αστική οδική αρτηρία)
- ελεύθερη λεωφόρος: free (1 αν πρόκειται για ελεύθερη λεωφόρο και 2 αν όχι)
- σηματοδοτημένη οδική αρτηρία: lights (1 αν πρόκειται για οδική αρτηρία με φωτεινή σηματοδότηση και 2 για οδική αρτηρία χωρίς φωτεινή σηματοδότηση)

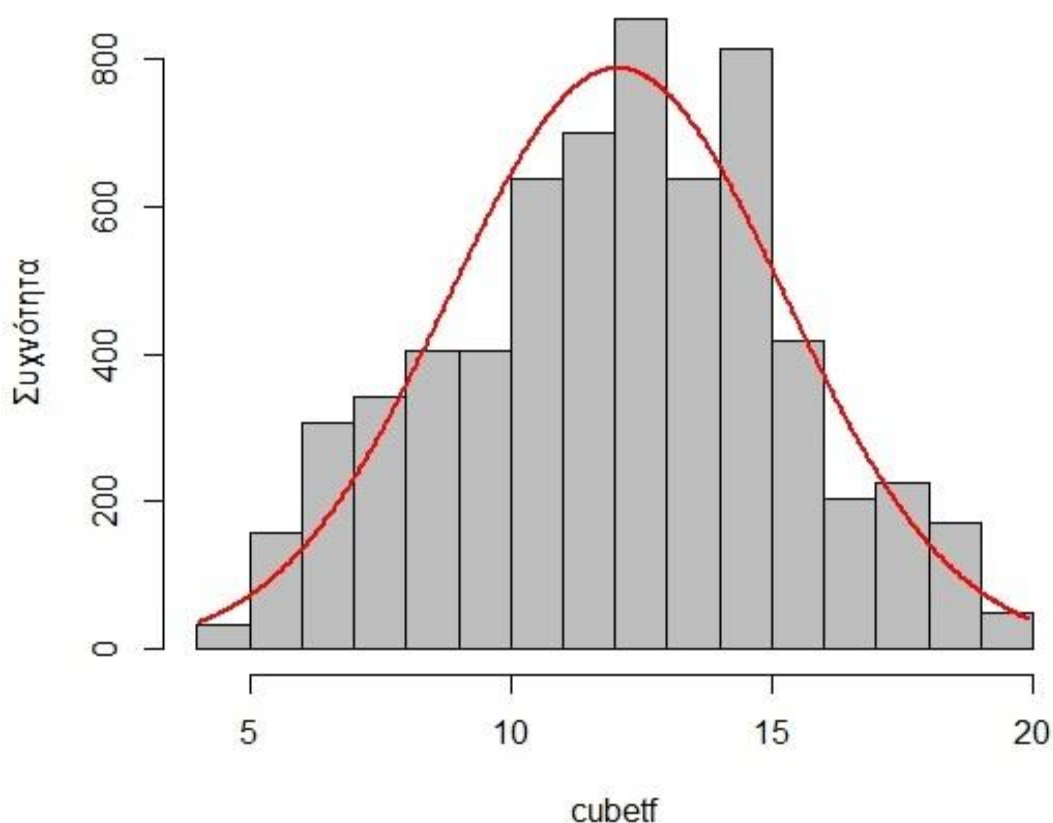
- βαθμός κορεσμού τυπικής ημέρας: ορίστηκε ως το πηλίκο του κυκλοφοριακού φόρτου κατά την τυπική ημέρα προς την θεωρηθείσα κυκλοφοριακή ικανότητα.

Οι παραπάνω επεξηγηματικές μεταβλητές, εκτός της μεταβλητής βαθμός κορεσμού τυπικής ημέρας, αποτελούν κατηγορικές μεταβλητές, χρησιμοποιήθηκαν ως παράμετροι (factors) και έτσι οι τιμές τους δεν αντιστοιχούσαν στις αριθμητικές τους τιμές. Εκτός των παραπάνω μεταβλητών, αρχικά χρησιμοποιήθηκαν και άλλες μεταβλητές, οι οποίες όμως αφαιρέθηκαν γιατί δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές.

Μετά τη αναζήτηση των επεξηγηματικών μεταβλητών διερευνήθηκε η συσχέτιση τους, για να προκύψουν εκείνες μεταξύ των οποίων υπάρχει ισχυρή συσχέτιση και έτσι δεν μπορούν να συμπεριληφθούν ταυτόχρονα στο ίδιο στατιστικό μοντέλο. Στη συνέχεια και αφού επιλέχθηκε η γραμμική παλινδρόμηση ως μέθοδος παλινδρόμησης και για το λόγο ότι οι μεταβλητές απόκρισης ακολουθούν περίπου την κανονική κατανομή (διαγράμματα 4.1 και 4.2) επιλέχθηκε ως κατανομή των αποτελεσμάτων η Gaussian ενώ μέσω διαδοχικών δοκιμών προέκυψαν οι επεξηγηματικές μεταβλητές οι οποίες θεωρήθηκαν σημαντικές για το στατιστικό μοντέλο.



Διάγραμμα 4.1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων εμφάνισης μεταβλητής logtt



Διάγραμμα 4.2: Ιστογράμμο συχνοτήτων εμφάνισης μεταβλητής cubeff

Αξιζει να αναφερθει ότι ως μηδενική τιμή, το στατιστικό μοντέλο, λάμβανε το επίπεδο βάσης, που συνήθως ήταν το πρώτο επίπεδο της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής.

Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων λήφθησαν υπόψη οι τιμές των συντελεστών όπως και τα πρόσημα τους. Ο έλεγχος της αξιοπιστίας των μεταβλητών γίνεται μέσω του t-test, με χαρακτηριστικές τιμές: για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η χαρακτηριστική τιμή του t ισούται με 1.96 ενώ για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% ισούται με 1.65. Οι μεταβλητές με έντονη γραφή έχουν θεωρηθεί στο εκάστοτε στατιστικό μοντέλο ως σημαντικές για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, εκείνες με πλάγια γραφή για επίπεδο εμπιστοσύνης 90%, ενώ εκείνες που δεν θεωρήθηκαν στατιστικά σημαντικές δεν παρουσιάζονται.

Αρχικά εξετάστηκε η συσχέτιση του χρόνου διαδρομής με τις επεξηγηματικές μεταβλητές:

- ✓ οδική αρτηρία
- ✓ είδος απεργίας
- ✓ ώρα
- ✓ ημέρα
- ✓ μήνας

και μετά από ανάλυση προέκυψε το στατιστικό μοντέλο που περιγράφεται στον πίνακα 4.1:

Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 1

Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	2.77E+00	267.405
οδική αρτηρία (Λ. Αλεξάνδρας)	-	-
οδική αρτηρία (Λ. Κηφισίας)	-4.76E-03	-0.947
οδική αρτηρία (Λ. Κηφισού)	-2.65E-01	-51.556
οδική αρτηρία (Λ. Ποσειδώνος)	-1.18E-01	-23.325
οδική αρτηρία (Λ. Συγγρού)	-2.82E-01	-56.003
είδος απεργίας (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	2.01E-02	3.540
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ)	5.83E-02	11.860
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	7.03E-02	7.449
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	5.03E-02	5.280
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	9.28E-02	9.975
ώρα (1)	-	-
ώρα (2)	-1.65E-03	-0.151
ώρα (3)	-1.98E-03	-0.181
ώρα (4)	-1.32E-03	-0.120
ώρα (5)	-8.25E-05	-0.007
ώρα (6)	3.97E-04	0.036
ώρα (7)	5.42E-03	0.496
ώρα (8)	4.02E-02	3.669
ώρα (9)	1.66E-01	15.145
ώρα (10)	1.91E-01	17.435
ώρα (11)	1.15E-01	10.508
ώρα (12)	6.99E-02	6.389
ώρα (13)	6.72E-02	6.132
ώρα (14)	7.62E-02	6.942
ώρα (15)	8.99E-02	8.164
ώρα (16)	1.29E-01	11.740
ώρα (17)	1.26E-01	11.509
ώρα (18)	1.36E-01	12.434
ώρα (19)	1.61E-01	14.578
ώρα (20)	1.21E-01	10.959
ώρα (21)	7.91E-02	7.186
ώρα (22)	5.11E-02	4.644
ώρα (23)	1.50E-02	1.376
ώρα (24)	3.39E-03	0.311
ημέρα (ΔΕΥ)	-	-
ημέρα (ΤΡΙ)	7.76E-03	0.752
ημέρα (ΤΕΤ)	1.18E-02	1.588
ημέρα (ΠΕΜ)	1.43E-02	1.925
ημέρα (ΠΑΡ)	3.44E-02	4.370
ημέρα (ΣΑΒ)	-1.56E-02	-1.943
ημέρα (ΚΥΡ)	-2.77E-02	-3.427
μήνας (ΙΑΝ)	-	-
μήνας (ΝΟΕ)	3.65E-02	5.793
μήνας (ΔΕΚ)	2.58E-02	4.883
Null deviance	231.02 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	101.18 on 6319 degrees of freedom	
AIC	-8202.9	

Για κάθε στατιστικό μοντέλο παραθέτονται 4 διαγράμματα. Στο πρώτο (residuals vs fitted) και στο τρίτο διάγραμμα (scale - location) γίνεται έλεγχος της διακύμανσης των σφαλμάτων και κατά πόσο η μεταβλητότητα είναι τυχαία ή όχι. Στο δεύτερο διάγραμμα (normal Q-Q plot) ελέγχεται η κανονικότητα των υπολοίπων του στατιστικού μοντέλου. Όσο περισσότερο ακολουθείται η εστιγμένη ευθεία τόσο περισσότερο ακολουθείται η κανονική κατανομή. Τέλος το τέταρτο διάγραμμα (residuals vs leverage) εμφανίζει ποιες είναι οι παρατηρήσεις εκείνες οι οποίες ασκούν σημαντικότερη επιρροή (μόχλευση) στο στατιστικό μοντέλο.

Για την ουσιαστικότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων ορισμένες τιμές μεταβλητών οι οποίες θεωρήθηκαν ότι είχαν παρεμφερή χαρακτηριστικά ομαδοποιήθηκαν μαζί. Η ομαδοποίηση πραγματοποιήθηκε με βάση τόσο τη φυσική έννοια των τιμών της εκάστοτε μεταβλητής όσο και των αποτελεσμάτων του αρχικού στατιστικού μοντέλου.

Πιο συγκεκριμένα, ομαδοποιήθηκαν οι ημέρες της εβδομάδας, στην ίδια κατηγορία οι ημέρες του Σαββάτου και της Κυριακής (ημέρα* = 1) ημέρες κατά τις οποίες οι περισσότεροι μετακινούμενοι δεν πραγματοποιούν μετακίνηση προς την εργασία και έτσι αναμένεται να διαφέρουν σημαντικά τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά συγκριτικά με τις υπόλοιπες ημέρες, από Δευτέρα ως και Τετάρτη (ημέρα* = 2), και οι ημέρες Πέμπτη και Παρασκευή ημέρα* = 3 και ημέρα* = 4 αντίστοιχα.

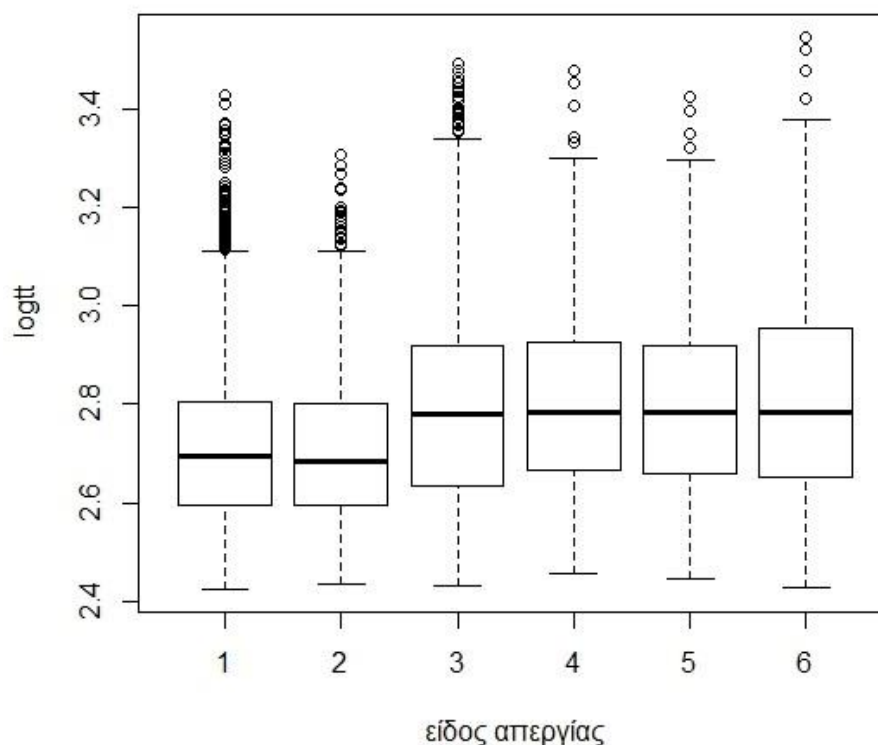
Κατά παρόμοιο τρόπο έχουν ομαδοποιηθεί και οι ώρες της ημέρας σε ώρες μη λειτουργίας των Μ.Μ.Μ. από 1:00 ως 7:00 (ώρα* = 1), ώρες αιχμής, 8:00 – 11:00 και 16:00 – 20:00, κυρίως ώρες όπου τα Μ.Μ.Μ. και οι γενικά μετακινούμενοι πραγματοποιούν τις μετακινήσεις τους, (ώρα* = 2) και τέλος ώρες εκτός αιχμής, ώρες όπου παρατηρείται πτώση των μετακινήσεων 12:00 – 15:00 και 21:00 – 0:00, (ώρα* = 3). Η ομαδοποίηση αυτή βασίστηκε στα χαρακτηριστικά της αιχμής της λειτουργίας των Μ.Μ.Μ. ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι οι προαναφερθείσες ομαδοποιήσεις υποστηρίζονται από τα αποτελέσματα του παραπάνω στατιστικού μοντέλου. Τέλος ακόμα μια ομαδοποίηση πραγματοποιήθηκε διαχωρίζοντας τις ημέρες με απεργία (είδος απεργίας* = 2) και τις τυπικές ημέρες (είδος απεργίας* = 1).

Ακόμη η μεταβλητή οδική αρτηρία λόγω της αναμενόμενης ισχυρής συσχέτισης της με τις επεξηγηματικές μεταβλητές αφαιρέθηκε από τα υπόλοιπα μοντέλα που παρουσιάζονται παρακάτω. Η συσχέτιση αυτή ισχύει καθώς για κάθε επιλεγθείσα οδική αρτηρία, το μήκος και κατ' επέκταση ο χρόνος διαδρομής διαφέρει σημαντικά. Επιπλέον, ο αριθμός λωρίδων επίσης διαφέρει. Κατά συνέπεια οι εξεταζόμενες μεταβλητές κυκλοφοριακός φόρτος και χρόνος διαδρομής εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την εξεταζόμενη διατομή. Η εξάρτηση αυτή διαφαίνεται και από τις τιμές των συντελεστών και των t , σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές. Για τον ίδιο λόγο αφαιρέθηκε και η

μεταβλητή σηματοδοτημένη οδική αρτηρία αφού είναι προφανές ότι σε οδικές αρτηρίες με φωτεινό σηματοδότη ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται λόγω της ύπαρξης του φωτεινού σηματοδότη.

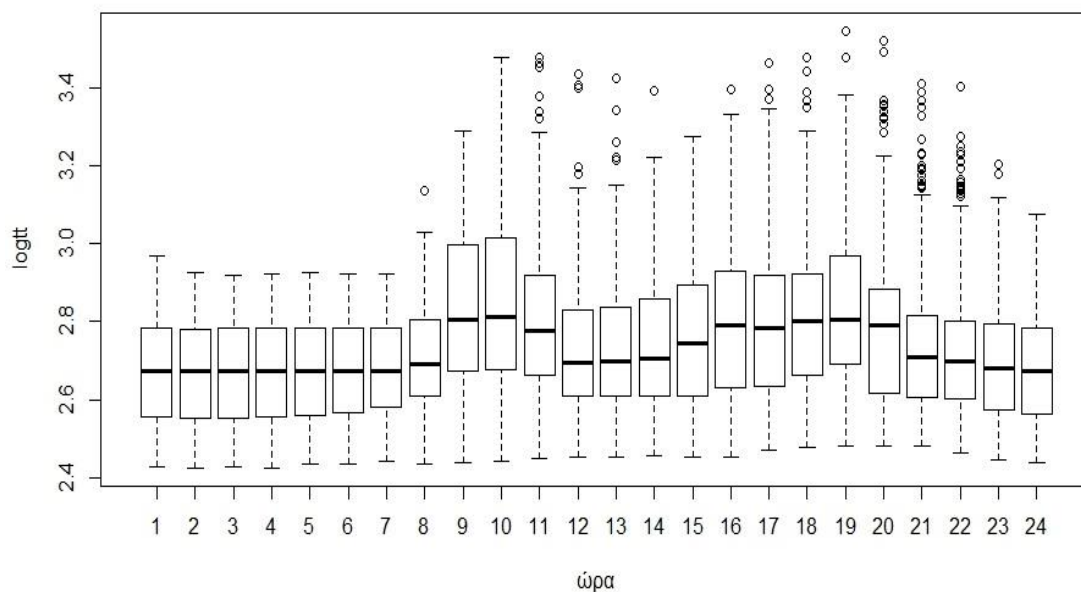
4.1 Μεταβλητή απόκρισης: χρόνος διαδρομής

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων στα οποία χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή απόκρισης ο χρόνος διαδρομής. Όπως προαναφέρθηκε λόγω της μορφής των δεδομένων μετασχηματίστηκε η μεταβλητή σε λογαριθμική κλίμακα. Ακόμη στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η διασπορά των τιμών της μεταβλητής απόκρισης με τις επεξηγηματικές μεταβλητές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση.



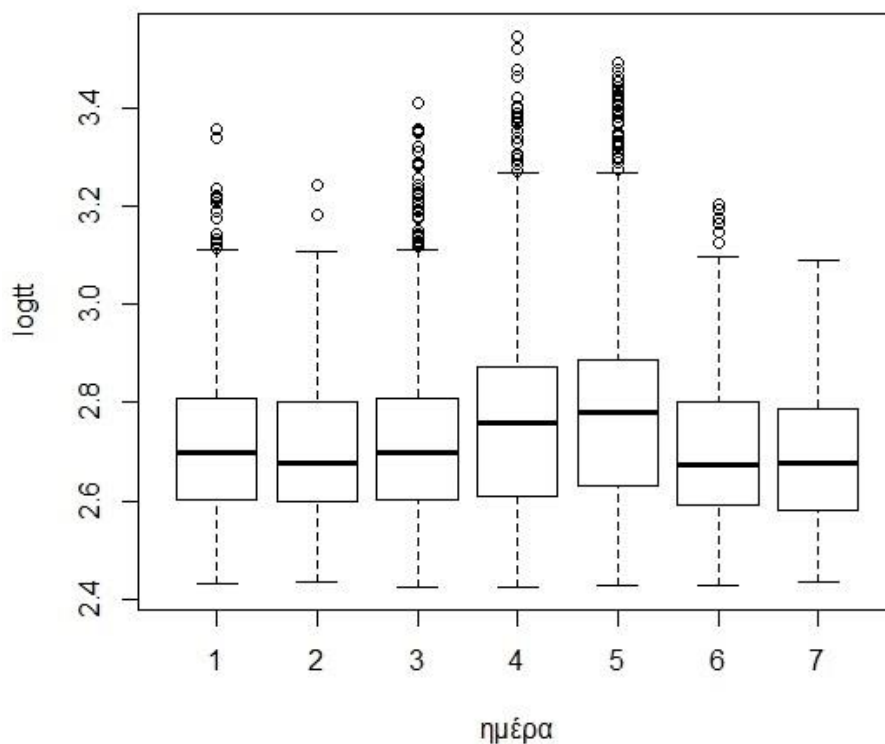
Διάγραμμα 4.3: Box plot τιμών της μεταβλητής $\log tt$ ως προς τα είδη απεργιών

Από το διάγραμμα 4.3 είναι εμφανές ότι μικρότερος κατά μέσο όρο χρόνος διαδρομής παρατηρείται κατά τις ημέρες όπου δεν υπάρχουν απεργιακές κινητοποιήσεις, αν και υπάρχουν περιπτώσεις ακραίων τιμών που ίσως οφείλονται σε κορεσμένο οδικό δίκτυο. Επίσης σημαντική αύξηση του χρόνου διαδρομής παρατηρείται σε ημέρες απεργιών ΣΤΑ.ΣΥ και γενικής απεργίας.



Διάγραμμα 4.4: Box plot διασποράς της μεταβλητής $\log_{10} t_t$ ως προς την ώρα

Από το προηγούμενο διάγραμμα εύκολα γίνεται αντιληπτή η αύξηση του χρόνου διαδρομής σε πρωινές ώρες αιχμής, στη συνέχεια και μέχρι το μεσημέρι ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται ομαλά και κατά τις απογευματινές ώρες αιχμής αυξάνεται σημαντικά, όχι όμως όπως κατά τις πρωινές. Στο διάγραμμα 4.5 παρατηρείται αυξημένος χρόνος διαδρομής τις καθημερινές και ειδικότερα τις Πέμπτες και τις Παρασκευές.



Διάγραμμα 4.5: Box plot τιμών της μεταβλητής $\log_{10} t_t$ ως προς την ημέρα

Αρχικά προσδιορίστηκε ένα στατιστικό μοντέλο που να περιγράφει τη σχέση μεταξύ του φυσικού λογάριθμου του χρόνου διαδρομής με βασικές επεξηγηματικές μεταβλητές. Πιο συγκεκριμένα μετά από δοκιμές προσδιορίστηκε το στατιστικό μοντέλο 2 τα αποτελέσματα του οποίου παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2:

Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 2

Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	2.614	406.918
είδος απεργίας (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	0.018	2.242
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ)	0.059	8.867
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	0.065	4.881
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	0.048	3.578
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	0.092	7.021
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.132	23.961
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.056	9.944
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΔΕΥ - ΤΕΤ)	0.028	3.938
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.038	5.057
ημέρα* (ΠΑΡ)	0.060	7.209
μήνας (ΙΑΝ)	-	-
μήνας (ΝΟΕ)	0.021	2.446
μήνας (ΔΕΚ)	0.024	3.318
Null deviance	231.02 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	200.92 on 6347 degrees of freedom	
AIC	-3896.2	

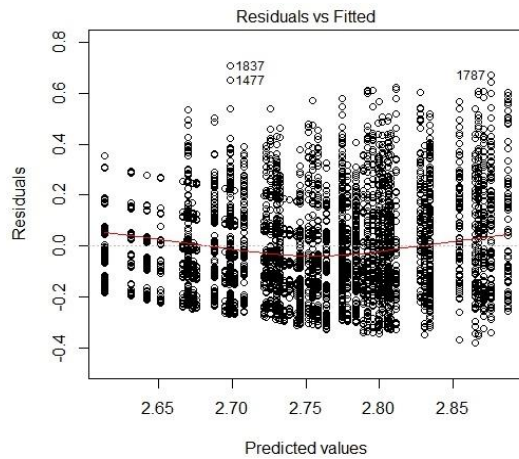
Από το συγκεκριμένο στατιστικό μοντέλο άμεσα παρατηρείται ότι ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται σε ημέρες απεργίας σε σχέση με τυπικές ημέρες ανεξαρτήτως του είδους απεργίας των Μ.Μ.Μ.. Συγκριτικά με την τυπική ημέρα μεγαλύτερη αύξηση του χρόνου διαδρομής παρατηρείται σε ημέρες γενικής απεργίας ενώ σημαντική αύξηση παρατηρείται σε απεργίες όλων ή μεμονωμένων μέσων της ΣΤΑ.ΣΥ ενώ μικρότερη αύξηση παρατηρείται συγκρίνοντας τυπικές ημέρες με ημέρες απεργίας της Ο.ΣΥ.

Σε ώρες αιχμής, λόγω αύξησης της κυκλοφορίας, ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται, συγκριτικά με ώρες μη αιχμής ενώ αντίστοιχα αυξημένος είναι συγκρίνοντας ώρες μη αιχμής με ώρες μη λειτουργίας των Μ.Μ.Μ., ακόμη, παρατηρείται αύξηση τις καθημερινές ημέρες, με τη μεγαλύτερη να παρουσιάζεται την Παρασκευή και την Πέμπτη. Παράλληλα αύξηση παρατηρείται είτε αφορά τον μήνα Δεκέμβριο ή τον Νοέμβριο συγκριτικά με τον Ιανουάριο.

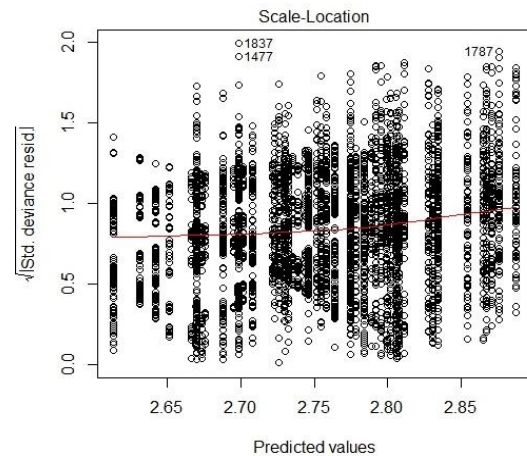
Παρακάτω παραθέτονται διαγνωστικά τεστ για το στατιστικό μοντέλο 2. Από τα διαγράμματα 4.6 και 4.8 παρατηρείται ότι η μεταβλητότητα των σφαλμάτων

Κεφάλαιο 4ο: Αποτελέσματα

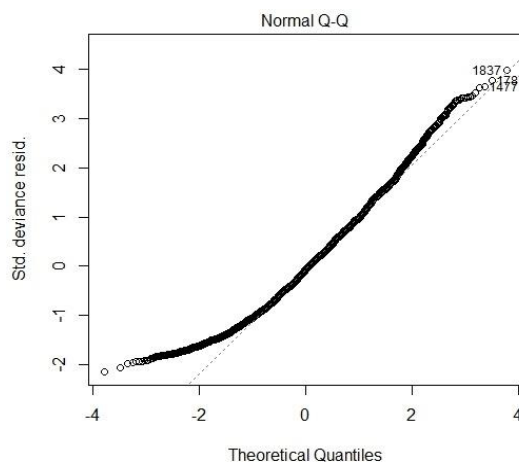
είναι τυχαία και δεν συσχετίζεται με τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής. Στο διάγραμμα 4.7 παρατηρείται ότι τα σφάλματα του μοντέλου ακολουθούν περίπου την κανονική κατανομή ενώ από το διάγραμμα 4.9 παρατηρείται ότι υπάρχουν μερικές παρατηρήσεις οι οποίες έχουν σημαντική επιρροή στο μοντέλο. Από τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι τηρούνται οι βασικές προϋποθέσεις χρήσης γενικευμένων γραμμικών μοντέλων.



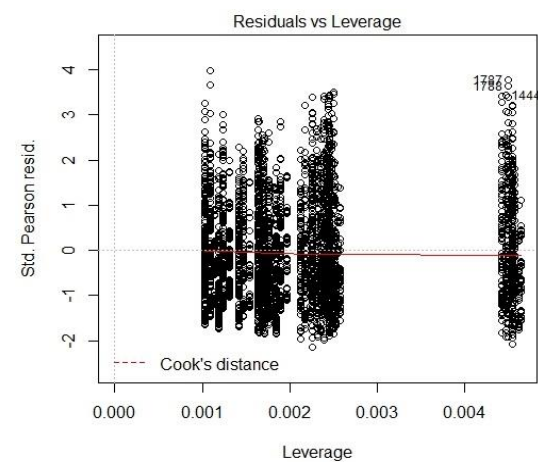
Διάγραμμα 4.6: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 2



Διάγραμμα 4.8: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 2



Διάγραμμα 4.7: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 2



Διάγραμμα 4.9: Μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 2

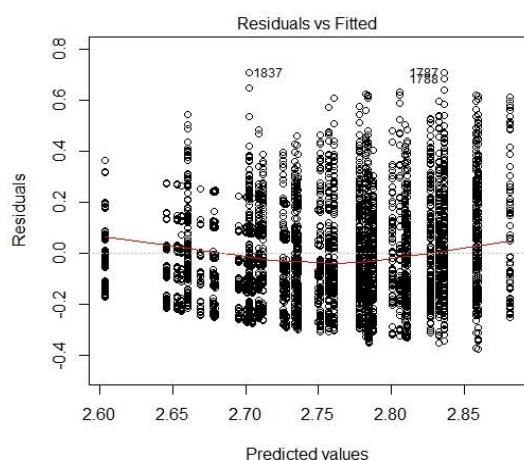
Στη συνέχεια εξετάστηκε το στατιστικό μοντέλο 3, γενικεύοντας το προηγούμενο στατιστικό μοντέλο και πραγματοποιώντας ομαδοποίηση των διαφορετικών τύπων απεργιών, και τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον πίνακα 4.3:

Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 3

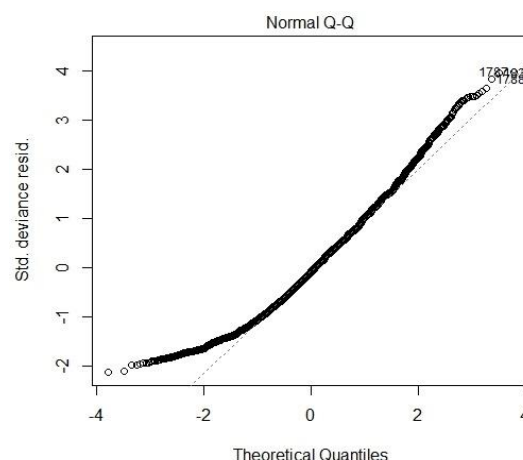
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	2.604	429.620
είδος απεργίας* (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας* (ΑΠΕΡΓΙΑ)	0.049	10.417
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.132	23.913
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.056	9.933
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΔΕΥ - ΤΕΤ)	0.042	6.432
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.052	7.450
ημέρα* (ΠΑΡ)	0.074	10.563
μήνας (ΙΑΝ)	-	-
μήνας (ΝΟΕ)	0.023	3.030
μήνας (ΔΕΚ)	0.023	3.372
Null deviance	231.02 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	202.00 on 6351 degrees of freedom	
AIC	-3870.1	

Στο στατιστικό μοντέλο αυτό αντικαταστάθηκε η μεταβλητή είδος απεργίας με την ομαδοποιημένη (είδος απεργίας*) στην οποία γίνεται διαχωρισμός ημερών απεργίας με τυπικές ημέρες.

Παρατηρείται και σε αυτή την περίπτωση ότι ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται σε ημέρες με απεργιακή κινητοποίηση των Μ.Μ.Μ. συγκριτικά με τυπικές ημέρες. Συγκριτικά με το προηγούμενο μοντέλο εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι δεν υπάρχει διαφοροποίηση ως προς τις μεταβλητές οι οποίες θεωρούνται στατιστικά σημαντικές ενώ και στις τιμές του t-test δεν παρουσιάζονται σημαντικές μεταβολές. Τέλος, η αντικατάσταση της μεταβλητής δεν επιφέρει ορατές αλλαγές και ισχύουν οι ίδιες παρατηρήσεις που έγιναν για τα διαγράμματα του προηγούμενου μοντέλου.

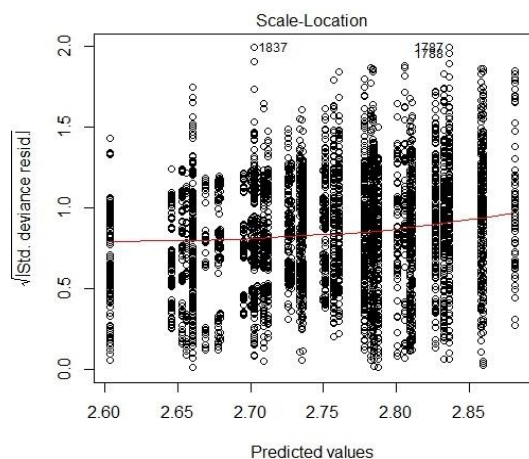


Διάγραμμα 4.10: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 3

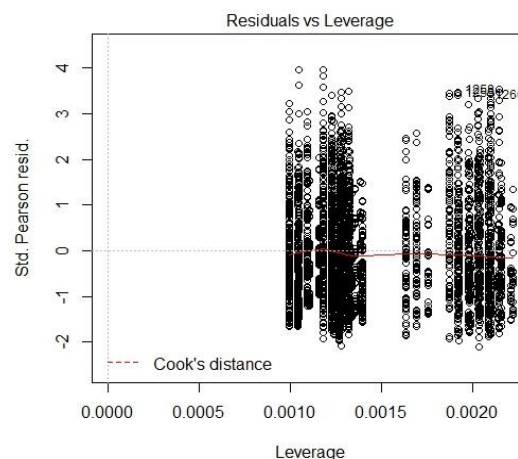


Διάγραμμα 4.11: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 3

Κεφάλαιο 4ο: Αποτελέσματα



Διάγραμμα 4.12: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 3



Διάγραμμα 4.13: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 3

Στη συνέχεια εξετάστηκε το στατιστικό μοντέλο 4 στο οποίο εκτός από ομαδοποίηση των διαφορετικών τύπων απεργιών πραγματοποιήθηκε και αλληλεπίδραση της χρονικής περιόδου με το είδος απεργίας και τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4:

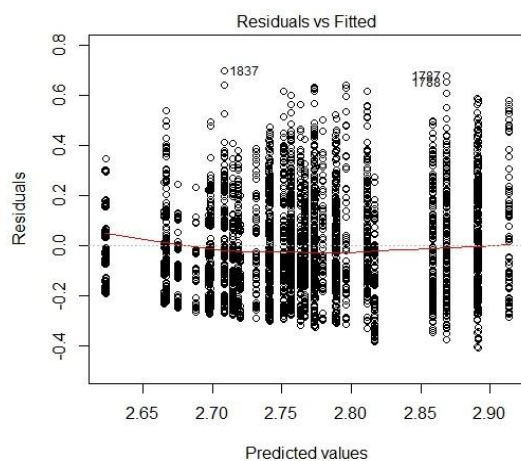
Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 4

Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	2.623	395.618
είδος απεργίας* (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας* (ΑΠΕΡΓΙΑ)	0.000	-0.022
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.092	13.017
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.044	6.028
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΔΕΥ - ΤΕΤ)	0.042	6.471
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.052	7.511
ημέρα* (ΠΑΡ)	0.074	10.677
μήνας (ΙΑΝ)	-	-
μήνας (ΝΟΕ)	0.023	3.020
μήνας (ΔΕΚ)	0.023	3.325
είδος απεργίας* (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ) : ώρα*	-	-
είδος απεργίας* (ΑΠΕΡΓΙΑ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.102	9.110
είδος απεργίας* (ΑΠΕΡΓΙΑ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.033	2.828
Null deviance	231.02 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	199.19 on 6349 degrees of freedom	
AIC	-3955.2	

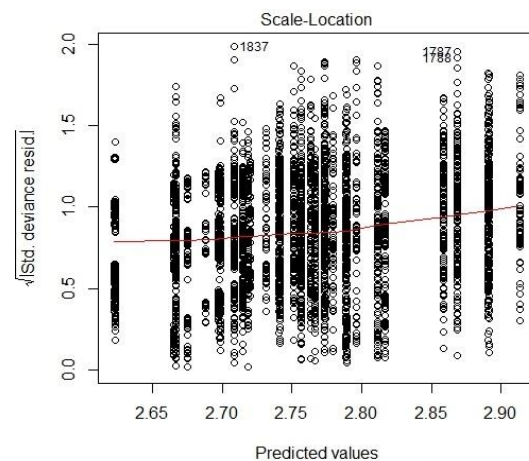
Στο στατιστικό μοντέλο αυτό προστέθηκε η αλληλεπίδραση των ομαδοποιημένων μεταβλητών είδος απεργίας* και ώρα*. Παρατηρείται, όπως και στα προηγούμενα μοντέλα, ότι κατά τις περιόδους αιχμής ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται, όπως και σε περιόδους εκτός αιχμής, συγκριτικά πάντα με ώρες μη λειτουργίας των Μ.Μ.Μ.. Επίσης αυξημένος χρόνος διαδρομής

παρατηρείται τις καθημερινές και ειδικότερα την Παρασκευή και την Πέμπτη, όπως και προηγούμενα.

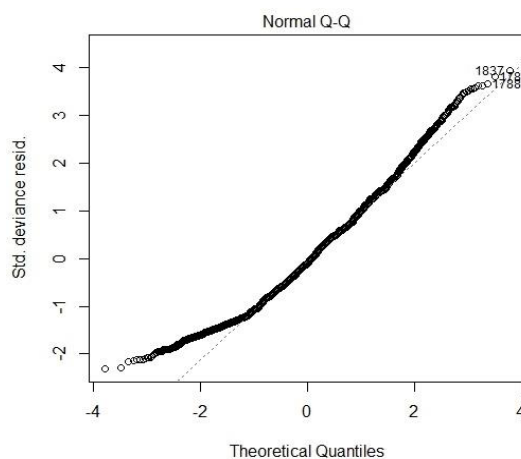
Επιπλέον, όπως προκύπτει από το συγκεκριμένο μοντέλο, η ύπαρξη απεργιακής κινητοποίησης δεν θεωρείται ότι επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στον χρόνο διαδρομής συγκριτικά με τον χρόνο διαδρομής τυπικών ημερών, όμως όταν αλληλεπιδρά με την ώρα και ειδικότερα όταν η χρονική περίοδος βρίσκεται εντός περιόδου αιχμής, ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται σημαντικά, συγκρινόμενος με τον χρόνο διαδρομής σε χρονική περίοδο μη λειτουργίας των Μ.Μ.Μ.. Αύξηση παρατηρείται και για ώρες εκτός αιχμής όχι όμως τόσο σημαντική. Κατά συνέπεια, οι κυκλοφοριακές συνθήκες όπως αυτές αποτυπώνονται από το μέγεθος του χρόνου διαδρομής επηρεάζονται από τις ώρες απεργιών με βάση το στατιστικό μοντέλο 3. Οι επιπτώσεις αυτές όμως διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ωρών αιχμής και εκτός ωρών αιχμής όπως διαφαίνεται από το στατιστικό μοντέλο 4. Τέλος παρόμοιας μορφής με των προηγούμενων στατιστικών μοντέλων τα διαγνωστικά τεστ και για το συγκεκριμένο.



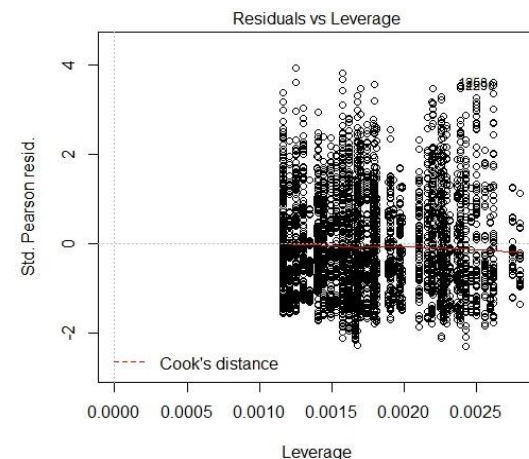
Διάγραμμα 4.14: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 4



Διάγραμμα 4.16: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 4



Διάγραμμα 4.15: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 4



Διάγραμμα 4.17: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 4

Στο στατιστικό μοντέλο 5 δεν χρησιμοποιήθηκε η ομαδοποιημένη μεταβλητή για το είδος απεργίας αλλά διερευνήθηκε ποιο είδος απεργίας επιφέρει σημαντικότερη επίπτωση στον χρόνο διαδρομής σε αλληλεπίδραση με τη χρονική περίοδο ενώ τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5:

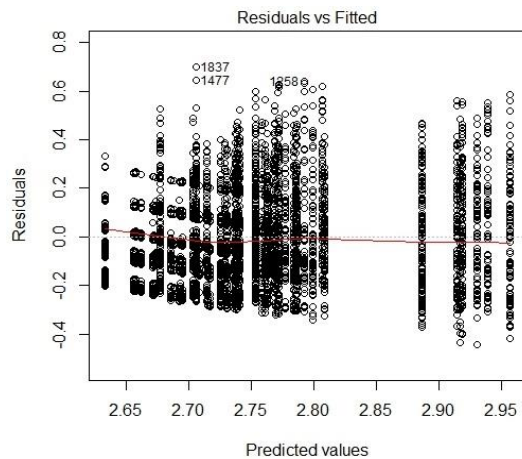
Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 5

Συντελεστής	Τιμή	Τιμή †
(Intercept)	2.633	381.181
είδος απεργίας (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	0.024	1.779
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ)	-0.006	-0.558
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	-0.016	-0.728
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	-0.020	-0.883
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	0.001	0.041
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.092	13.138
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.044	6.085
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΔΕΥ - ΤΕΤ)	0.029	3.998
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.038	5.130
ημέρα* (ΠΑΡ)	0.060	7.339
μήνας (ΙΑΝ)	-	-
μήνας (ΝΟΕ)	0.021	2.468
μήνας (ΔΕΚ)	0.024	3.292
είδος απεργίας (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ) : ώρα*	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	-0.018	-1.050
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.139	9.350
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.146	5.053
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.165	5.648
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.193	6.624
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.002	0.102
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.040	2.618
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.079	2.656
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.022	0.754
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.055	1.858
Null deviance	231.02 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	195.16 on 6337 degrees of freedom	
AIC	-4061.1	

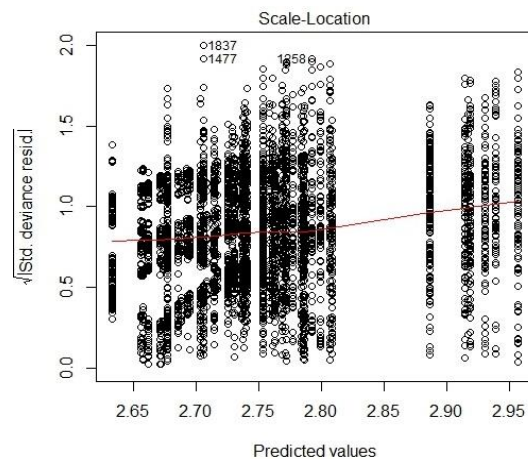
Από αυτό το στατιστικό μοντέλο δεν θεωρήθηκε στατιστικά σημαντική η απεργία των Μ.Μ.Μ., ως αυτόνομη μεταβλητή, εκτός της απεργίας του ΜΕΤΡΟ η οποία όμως δεν θεωρήθηκε στατιστικά σημαντική στην αλληλεπίδραση με τη χρονική περίοδο είτε αναφέρεται σε περίοδο αιχμής ή εκτός αιχμής. Αντίθετα αρκετά σημαντική θεωρήθηκε η αλληλεπίδραση του είδους απεργίας και της χρονικής περιόδου. Από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα γίνεται αντιληπτή η στατιστική διαφορά για την αύξηση του χρόνου διαδρομής σε

περίοδο αιχμής ή και μη αιχμής συγκριτικά με περίοδο μη λειτουργίας των Μ.Μ.Μ.. Είναι εμφανές ότι σε περίοδο αιχμής σε όλα τα είδη απεργιών παρατηρείται αρκετά μεγάλη αύξηση του χρόνου διαδρομής κάτι που είναι λογικό καθώς σε περιόδους αιχμής το μεγαλύτερο μέρος των μετακινούμενων μετακινείται κυρίως προς την εργασία και έτσι δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση στις οδικές αρτηρίες που οδηγεί στην αύξηση του χρόνου διαδρομής.

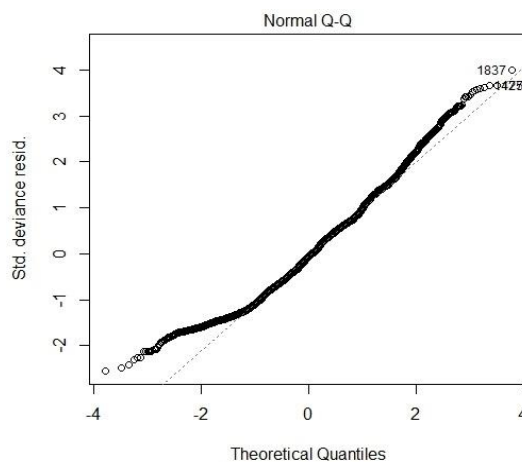
Μια ακόμη σημαντική παρατήρηση που μπορεί να γίνει είναι ότι δεν εμφανίζεται σημαντική αύξηση του χρόνου διαδρομής σε ώρες εκτός αιχμής για απεργίες μέσω της Ο.Σ.Υ. Τέλος όπως και στα προηγούμενα μοντέλα αύξηση παρατηρείται στις καθημερινές, συγκριτικά με το Σαββατοκύριακο, και ειδικότερα κατά τις ημέρες Παρασκευή και Πέμπτη. Αντίστοιχης μορφής με τα προηγούμενα διαγράμματα με μικρότερες τιμές μόχλευσης, συγκριτικά με τα προηγούμενα, για τις παρατηρήσεις με σημαντική επιρροή στο συγκεκριμένο στατιστικό μοντέλο.



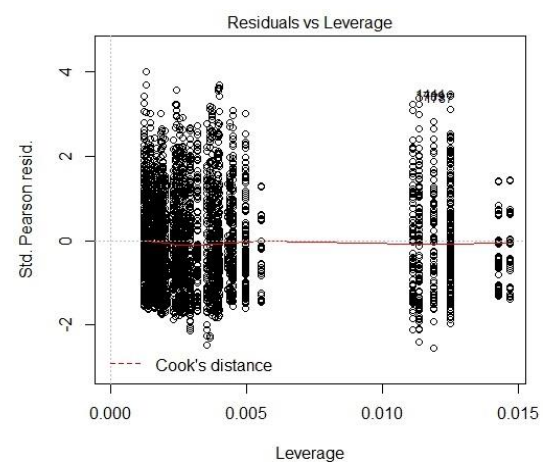
Διάγραμμα 4.18: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 5



Διάγραμμα 4.20: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 5



Διάγραμμα 4.19: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 5



Διάγραμμα 4.21: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 5

Εκτός των προηγούμενων, εξετάστηκε και το στατιστικό μοντέλο 6 στο οποίο χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή απόκρισης το πηλίκo του χρόνου διαδρομής με το μήκος της οδικής αρτηρίας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

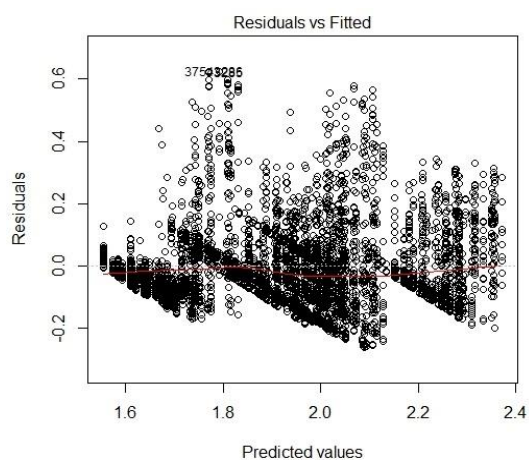
Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 6

Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	2.097	406.918
οδική αρτηρία (λ. Αλεξάνδρας)	-	-
οδική αρτηρία (λ. Κηφισίας)	-0.243	-51.515
οδική αρτηρία (λ. Κηφισού)	-0.542	-112.154
οδική αρτηρία (λ. Ποσειδώνος)	-0.404	-84.963
οδική αρτηρία (λ. Συγγρού)	-0.265	-56.034
είδος απεργίας (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	0.019	3.628
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ)	0.060	13.352
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	0.069	7.790
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	0.049	5.465
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	0.092	10.575
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.130	35.444
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.055	14.592
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΔΕΥ - ΤΕΤ)	0.028	5.974
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.038	7.611
ημέρα* (ΠΑΡ)	0.067	10.271
μήνας (ΙΑΝ)	-	-
μήνας (ΝΟΕ)	0.027	4.641
μήνας (ΔΕΚ)	0.025	5.124
Null deviance	318.93 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	89.78 on 6343 degrees of freedom	
AIC	-9011.7	

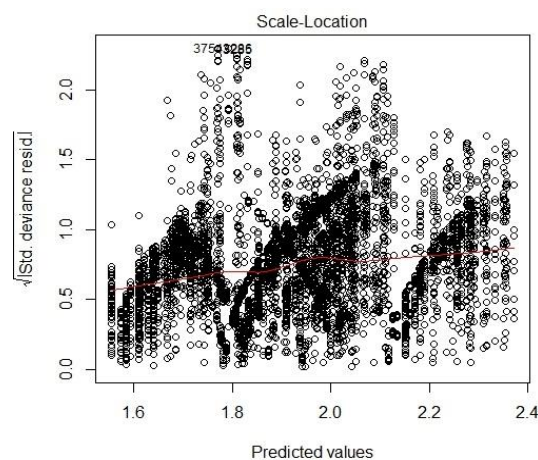
Το στατιστικό μοντέλο αυτό δοκιμάστηκε για να αφαιρεθεί η επιρροή του μήκους της διαδρομής που επιλέχθηκε για την κάθε οδική αρτηρία ο οποίος είναι ο κυριότερος παράγοντας που ευθύνεται για την αύξηση ή τη μείωση του χρόνου διαδρομής ο οποίος όμως δεν αφορά τα εξωγενή χαρακτηριστικά που αναζητήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

Παρατηρείται αύξηση του χρόνου διαδρομής σε ημέρες με γενική απεργία, ενώ περίπου παρόμοια αύξηση του παρατηρείται σε ημέρες απεργίας ΣΤΑ.ΣΥ, Ο.ΣΥ, και ΜΕΤΡΟ/Η.Σ.Α.Π., αντίθετα σημαντική αύξηση αλλά όχι τόσο όσο των προηγούμενων απεργιών παρατηρείται και σε ημέρες απεργίας μόνο του ΜΕΤΡΟ ενώ και σε αυτό το στατιστικό μοντέλο στις ώρες αιχμής παρουσιάζεται η μεγαλύτερη αύξηση συγκριτικά με ώρες μη λειτουργίας των ΜΜΜ.

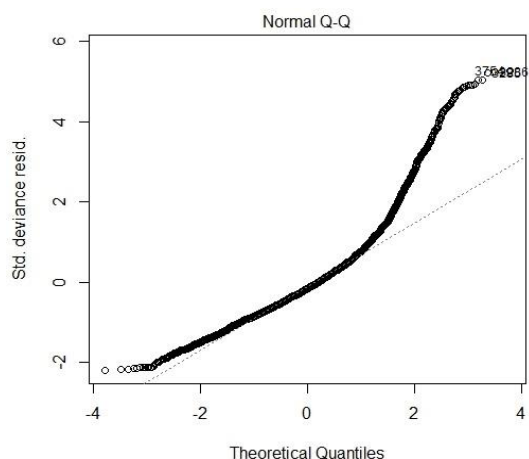
Τέλος με την προσθήκη της μεταβλητής της οδικής αρτηρίας τα παρακάτω διαγράμματα δεν εμφανίζουν τόσο καλό αποτέλεσμα όπως των προηγούμενων στατιστικών μοντέλων.



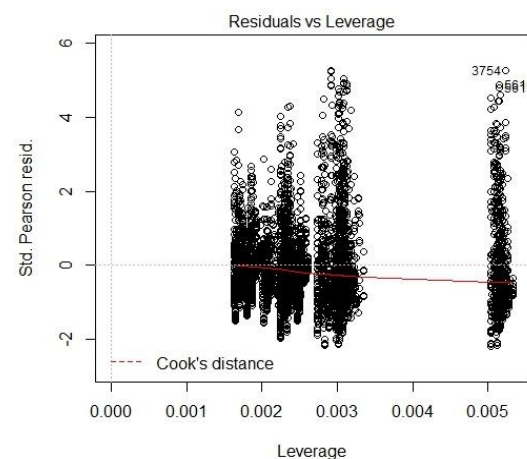
Διάγραμμα 4.22: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 6



Διάγραμμα 4.24: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 6



Διάγραμμα 4.23: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 6



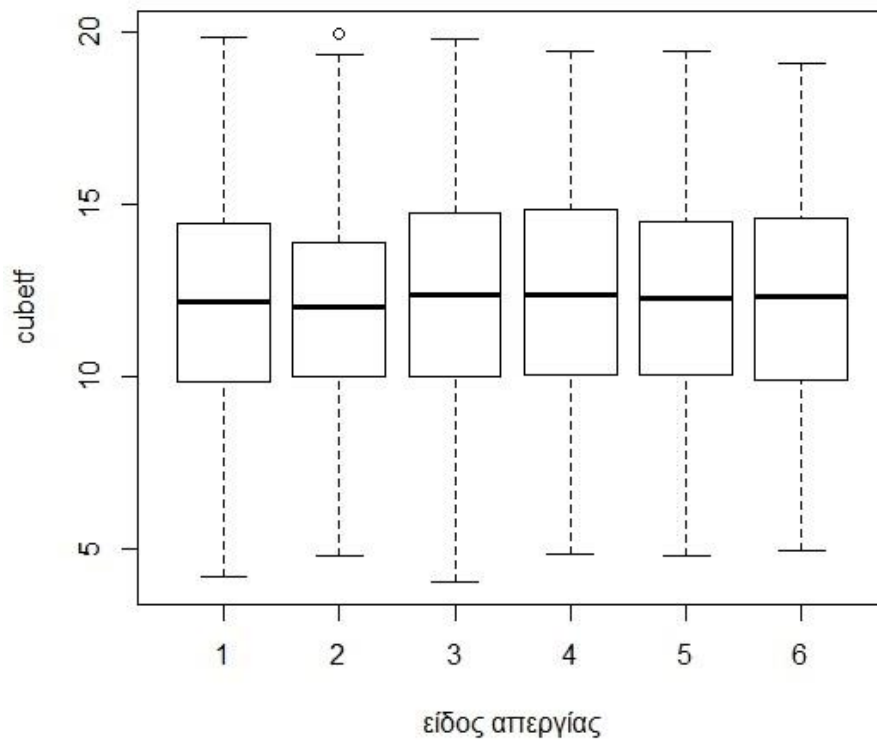
Διάγραμμα 4.25: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 6

4.2 Μεταβλητή απόκρισης: κυκλοφοριακός φόρτος

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων στα οποία χρησιμοποιήθηκε ως μεταβλητή απόκρισης ο κυκλοφοριακός φόρτος. Για τον μετασχηματισμό της μεταβλητής, μετά από κατάλληλες δοκιμές, χρησιμοποιήθηκε η κυβική ρίζα. Ακόμη στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η διασπορά των τιμών της μεταβλητής απόκρισης με τις επεξηγηματικές μεταβλητές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση.

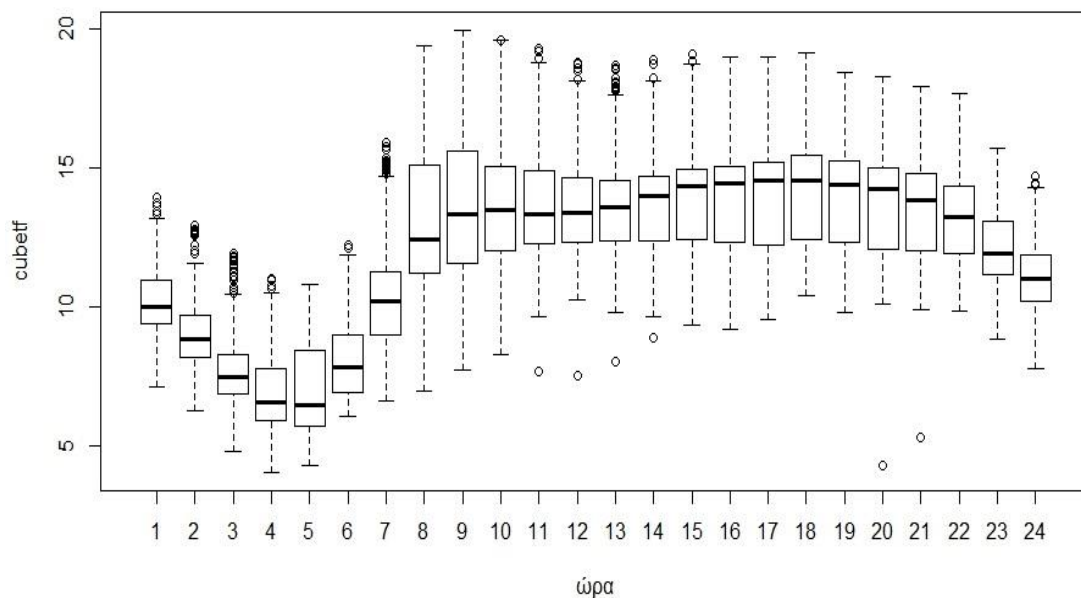
Από τα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται ότι δεν υπάρχουν εμφανείς διαφοροποιήσεις του κυκλοφοριακού φόρτου είτε σε ημέρες απεργιακής

κινητοποίησης ή σε τυπικές ημέρες, που ίσως οφείλεται στην εξάρτηση των Αθηναίων, και γενικά των μετακινουμένων σε μεγαλουπόλεις, από τα Ι.Χ. τους.

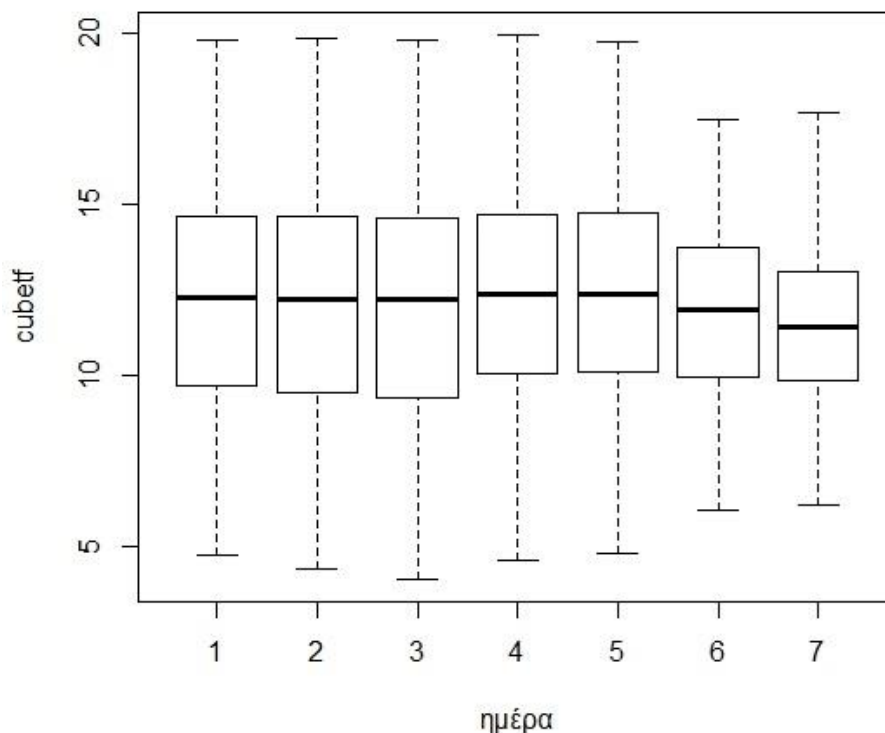


Διάγραμμα 4.26: Box plot τιμών της μεταβλητής cubetf ως προς τα είδη απεργιών

Αντίθετα εντός της ημέρας παρουσιάζεται σημαντική αύξηση τις ώρες αιχμής και ειδικότερα κατά τις πρωινές και τις απογευματινές.



Διάγραμμα 4.27: Box plot διασποράς της μεταβλητής cubetf ως προς την ώρα



Διάγραμμα 4.28: Box plot τιμών της μεταβλητής cubeff ως προς την ημέρα

Αρχικά προσδιορίστηκε ένα στατιστικό μοντέλο που να περιγράφει τη σχέση μεταξύ της κυβικής ρίζας του κυκλοφοριακού φόρτου (cubeff) με βασικές επεξηγηματικές μεταβλητές.

Πιο συγκεκριμένα, μετά από δοκιμές προσδιορίστηκε το στατιστικό μοντέλο 7 τα αποτελέσματα του οποίου παρουσιάζονται στον πίνακα 4.7:

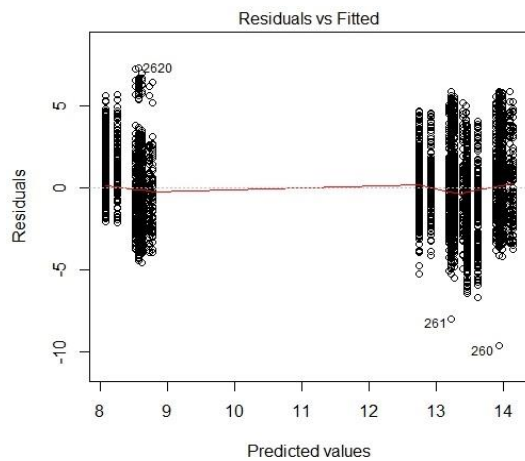
Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 7

Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	8.583	158.379
είδος απεργίας (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	0.159	1.667
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	5.364	77.502
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	4.663	65.603
εβδομάδα (ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ)	-	-
εβδομάδα (ΣΑΒ/ΚΟ)	-0.493	-6.786
Null deviance	66007 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	31822 on 6351 degrees of freedom	
AIC	28301	

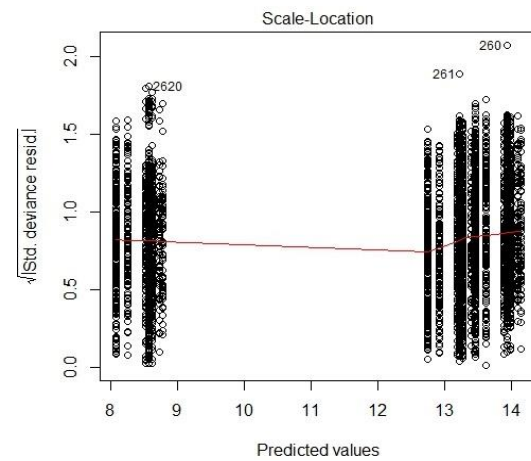
Στο στατιστικό μοντέλο αυτό παρατηρείται πως μεταβάλλεται ο κυκλοφοριακός φόρτος σε συγκεκριμένες απεργιακές κινητοποιήσεις καθώς και σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους.

Παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου σε περιπτώσεις απεργιών μέσω της ΣΤΑ.ΣΥ είτε μεμονωμένων (αρκετά μεγαλύτερη αύξηση σε απεργία ΜΕΤΡΟ συγκριτικά με απεργία ΜΕΤΡΟ – Η.Σ.Α.Π.) ή όλων μαζί ταυτόχρονα συγκριτικά με τυπικές ημέρες. Αντίθετα δεν παρατηρείται αύξηση σε απεργίες Ο.ΣΥ ή σε γενική απεργία.

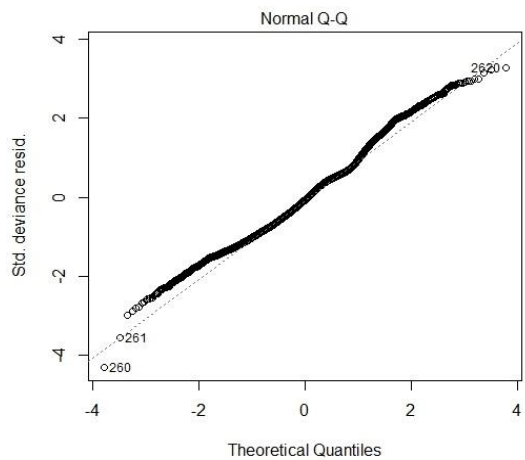
Ακόμη εμφανής είναι η σημαντική αύξηση που παρατηρείται σε περιόδους αιχμής. Αντίστοιχα υψηλή είναι η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου σε περιόδους εκτός αιχμής ενώ τέλος, όπως είναι λογικό, μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρείται το Σαββατοκύριακο συγκριτικά με καθημερινή. Από τα διαγράμματα 4.29 και 4.31 παρατηρείται ότι η μεταβλητότητα των σφαλμάτων είναι τυχαία και δεν συσχετίζεται με τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής ενώ από το διάγραμμα 4.30 παρατηρείται ότι τα σφάλματα του μοντέλου ακολουθούν περίπου την κανονική κατανομή.



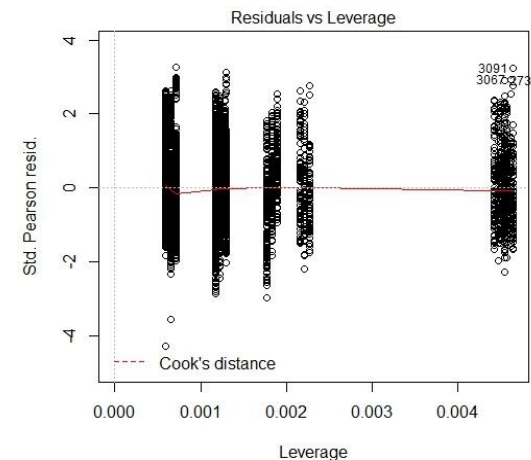
Διάγραμμα 4.29: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 7



Διάγραμμα 4.31: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 7



Διάγραμμα 4.30: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 7



Διάγραμμα 4.32: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 7

Στη συνέχεια εξετάστηκε το στατιστικό μοντέλο 8 στο οποίο διερευνήθηκε ποιο είδος απεργίας επιφέρει σημαντικότερη επίπτωση στον κυκλοφοριακό φόρτο σε αλληλεπίδραση με τη χρονική περίοδο ενώ τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον πίνακα 4.8:

Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 8

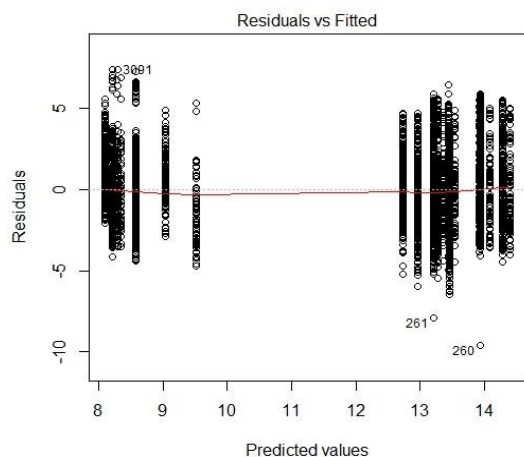
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	8.585	124.926
είδος απεργίας (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	0.935	5.491
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ)	-0.371	-2.589
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	-0.240	-0.873
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	-0.289	-1.051
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	-0.300	-1.077
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	5.351	60.474
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	4.617	50.738
εβδομάδα (ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ)	-	-
εβδομάδα (ΣΑΒ/ΚΟ)	-0.478	-6.344
είδος απεργίας (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ) : ώρα*	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	-1.425	-6.386
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.712	3.769
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.697	1.905
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.273	0.734
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ) : ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.438	1.184
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	-0.700	-3.054
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.449	2.314
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.570	1.517
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.440	1.172
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ) : ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.300	0.794
Null deviance	66007 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	31444 on 6341 degrees of freedom	
AIC	28253	

Συγκριτικά με το στατιστικό μοντέλο 7, σε αυτό το στατιστικό μοντέλο, παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου μόνο σε ημέρες με απεργία ΜΕΤΡΟ και μείωση σε ημέρες με τα υπόλοιπα είδη απεργιών συγκριτικά με τον κυκλοφοριακό φόρτο των τυπικών ημερών. Ακόμη, όπως και προηγούμενα, αύξηση κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρείται σε χρονικές περιόδους της ημέρας κατά τις οποίες παρατηρείται αιχμή της κυκλοφορίας και προφανώς τις ώρες κατά τις οποίες λειτουργούν τα Μ.Μ.Μ. είτε η χρονική περίοδος θεωρείται εντός ή εκτός αιχμής.

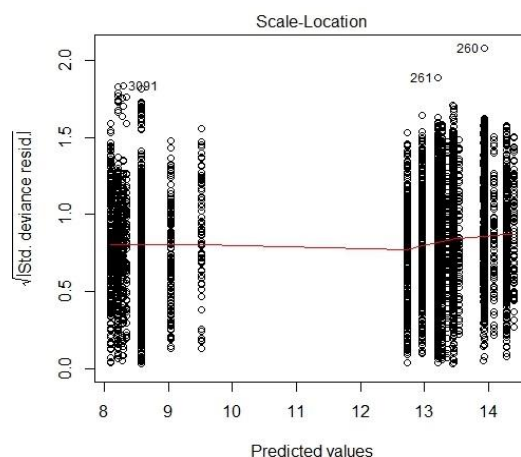
Παρατηρώντας όμως την αλληλεπίδραση μεταξύ κυκλοφοριακού φόρτου και χρονικών περιόδων παρατηρείται πως ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται σημαντικά εντός χρονικών περιόδων κατά τις οποίες αναμένεται αιχμή στην κυκλοφορία και παράλληλα απεργούν διάφορα Μ.Μ.Μ. και συγκεκριμένα σε

Κεφάλαιο 4ο: Αποτελέσματα

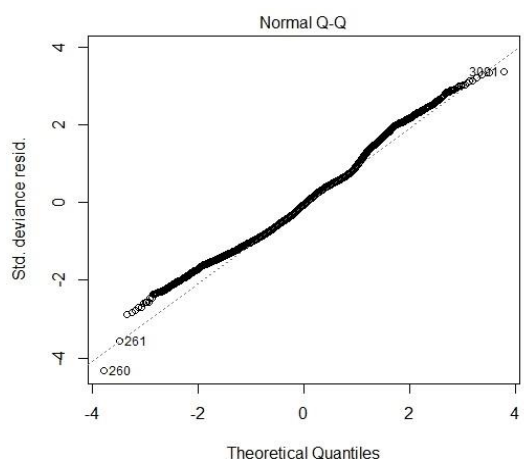
απεργίες μέσω της ΣΤΑ.ΣΥ.. Ακόμη, λόγω του ότι οι περισσότεροι μετακινούμενοι δεν μετακινούνται προς την εργασία τους, το Σαββατοκύριακο δεν παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Τέλος παρόμοιας μορφής με του προηγούμενου στατιστικού μοντέλου τα διαγνωστικά τεστ και για το συγκεκριμένο.



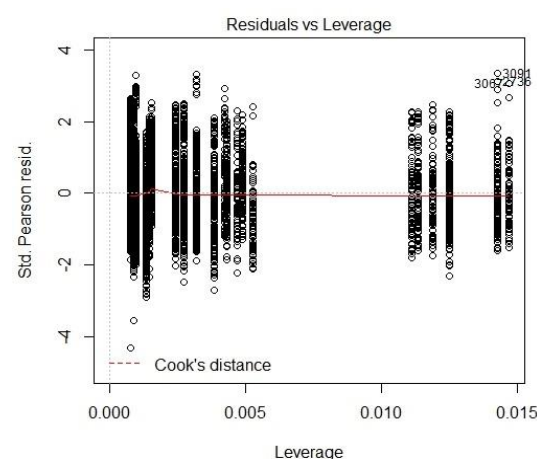
Διάγραμμα 4.33: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 8



Διάγραμμα 4.35: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 8

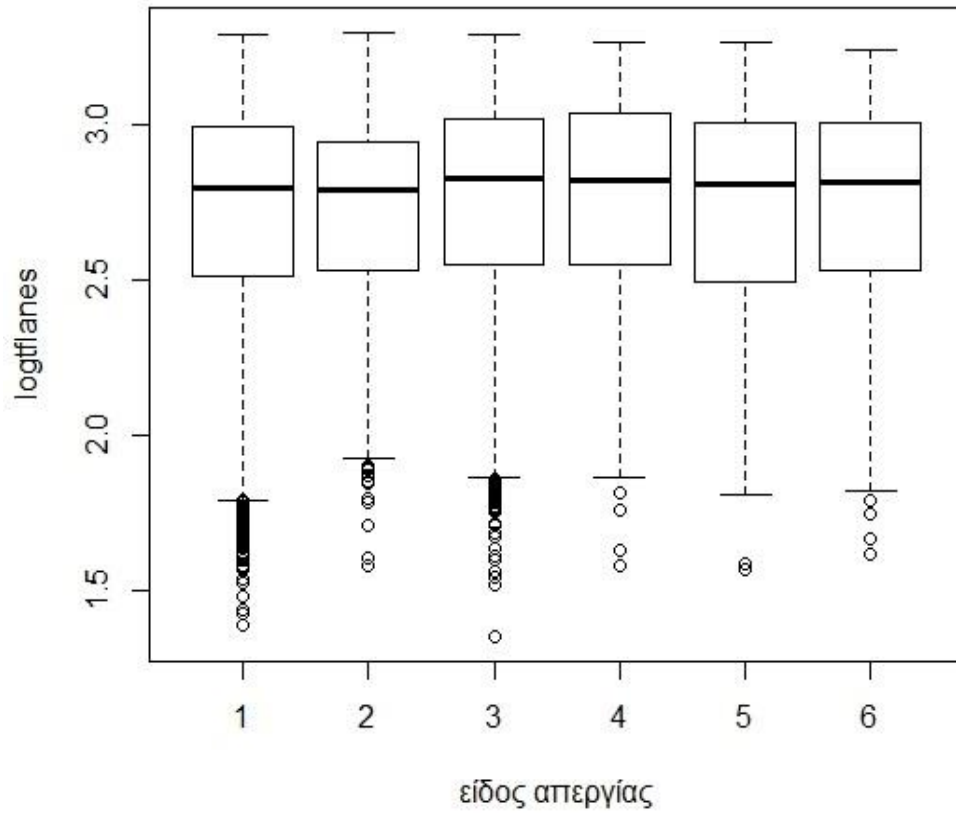


Διάγραμμα 4.34: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 8

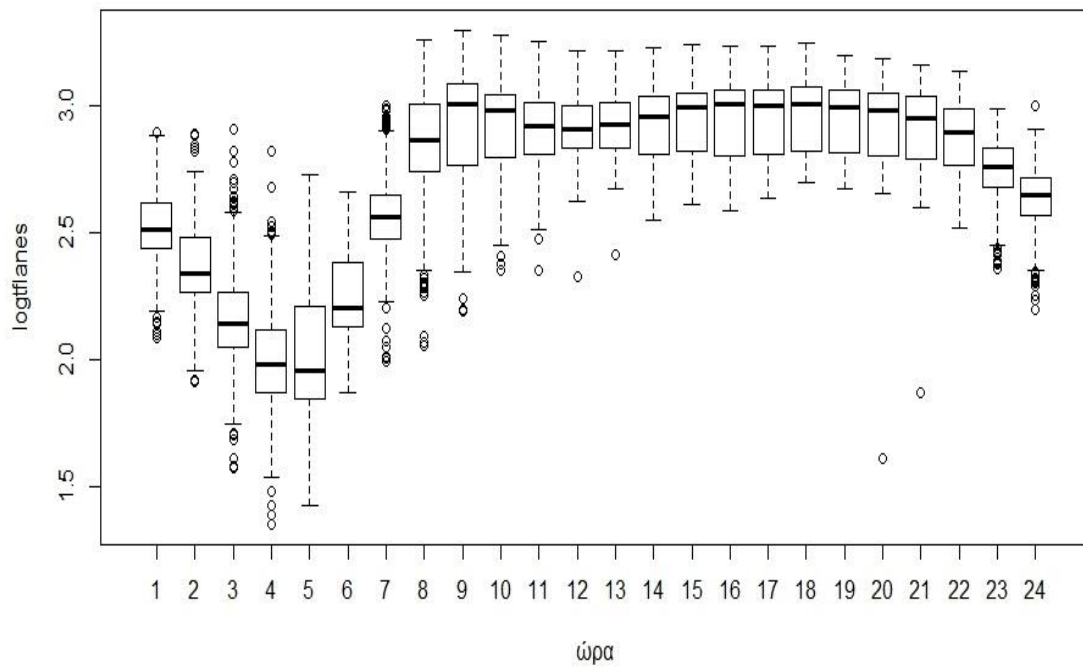


Διάγραμμα 4.36: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 8

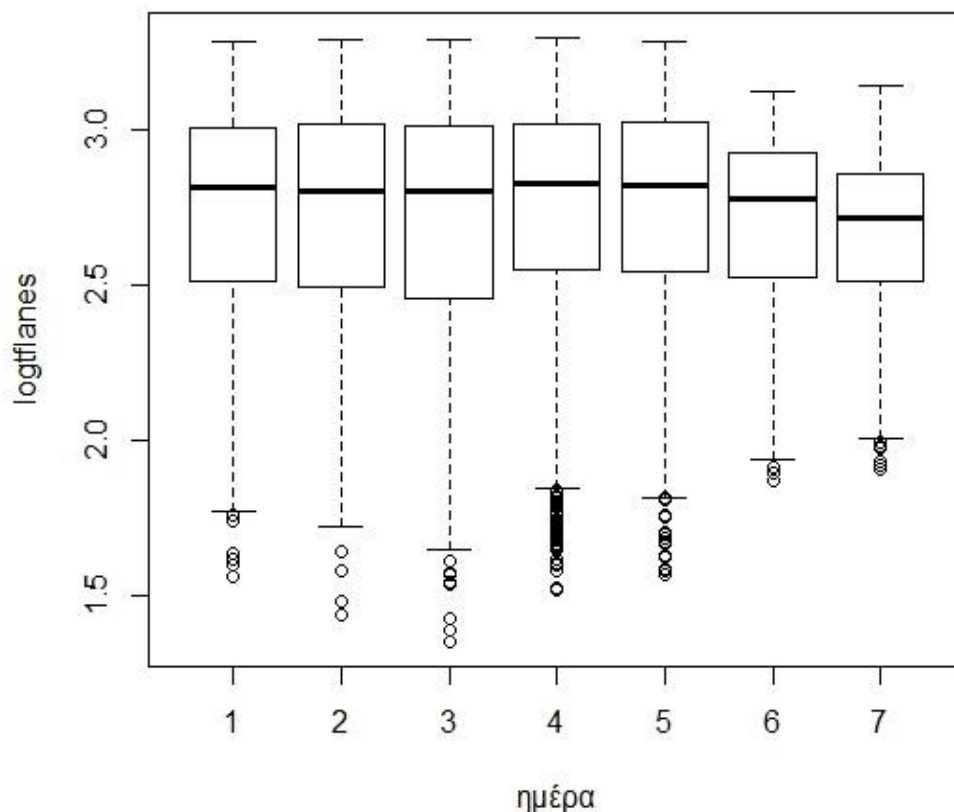
Τα αποτελέσματα των δυο προηγούμενων στατιστικών μοντέλων δεν είναι ικανοποιητικά. Κατά συνέπεια αναζητήθηκε ένα πιο αντιπροσωπευτικό μέγεθος κι αυτό ήταν ο κυκλοφοριακός φόρτος προς τον αριθμό λωρίδων αφού για κάθε οδική αρτηρία που εξετάστηκε ο αριθμός λωρίδων διέφερε (πίνακας 3.1). Σε αυτή τη περίπτωση η μεταβλητή μετασχηματίστηκε χρησιμοποιώντας τον φυσικό λογάριθμο. Ακόμη στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η διασπορά των τιμών της μεταβλητής απόκρισης με τις επεξηγηματικές μεταβλητές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση.



Διάγραμμα 4.37: Box plot τιμών της μεταβλητής *fflames* ως προς τα είδη απεργιών



Διάγραμμα 4.38: Box plot διασποράς της μεταβλητής *fflames* ως προς την ώρα



Διάγραμμα 4.39: Box plot τιμών της μεταβλητής *flanes* ως προς την ημέρα

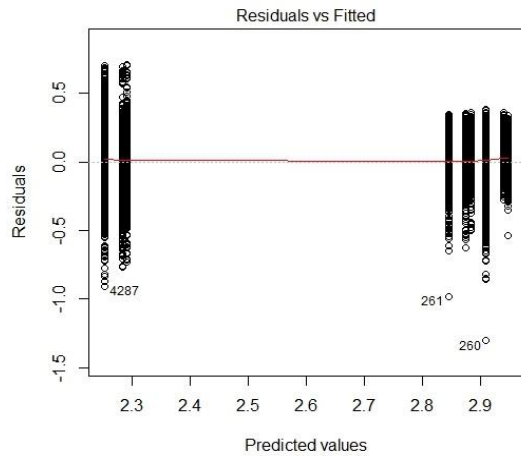
Στο στατιστικό μοντέλο 9 εξετάστηκε η σχέση του κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα με τις χρονικές περιόδους εντός της ημέρας καθώς και με συγκεκριμένες ημέρες της εβδομάδας όπου παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση. Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου 9 παρουσιάζονται στον πίνακα 4.9:

Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 9

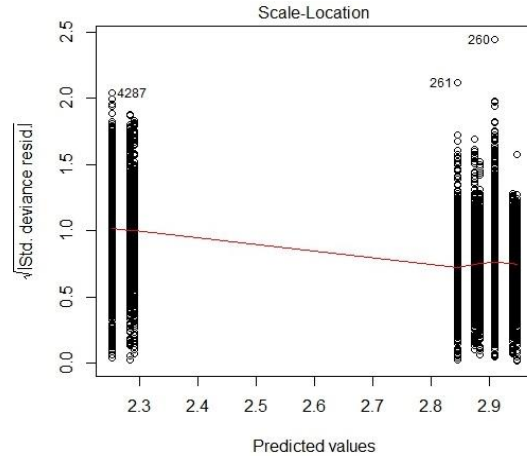
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	2.254	388.896
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.656	97.261
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.591	85.417
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.030	4.557
ημέρα* (ΠΑΡ)	0.037	5.497
Null deviance	824.15 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	301.94 on 6355 degrees of freedom	
AIC	-1321.5	

Από τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου παρατηρείται ότι, όπως αναμένεται, συγκριτικά με ώρες κατά τις οποίες τα μέσα μαζικής μεταφοράς δεν λειτουργούν, ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται στις υπόλοιπες χρονικές περιόδους της ημέρας. Ακόμη σημαντική αύξηση παρατηρείται κατά τις ώρες αιχμής από ότι σε ώρες εκτός αιχμής, λόγω προφανώς της μεγαλύτερης

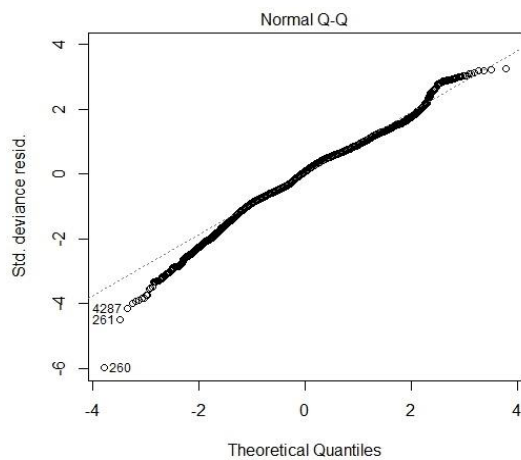
ζήτησης για μετακίνηση. Τέλος σημαντική αύξηση παρατηρείται κατά τις ημέρες Πέμπτη και Παρασκευή. Από τα διαγράμματα 4.40 και 4.42 παρατηρείται ότι η μεταβλητότητα των σφαλμάτων είναι τυχαία και δεν συσχετίζεται με τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής ενώ στο διάγραμμα 4.28 παρατηρείται ότι τα σφάλματα του μοντέλου ακολουθούν περίπου την κανονική κατανομή.



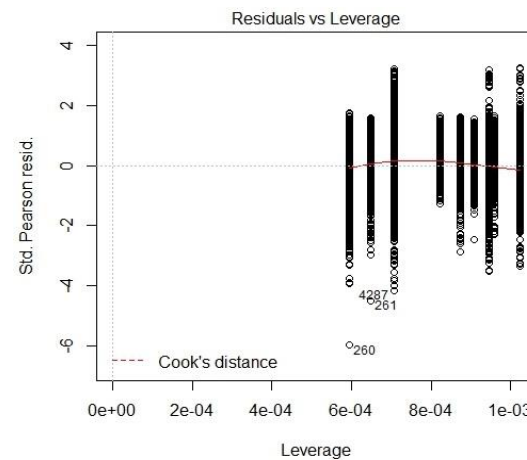
Διάγραμμα 4.40: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 9



Διάγραμμα 4.42: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 9



Διάγραμμα 4.41: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 9



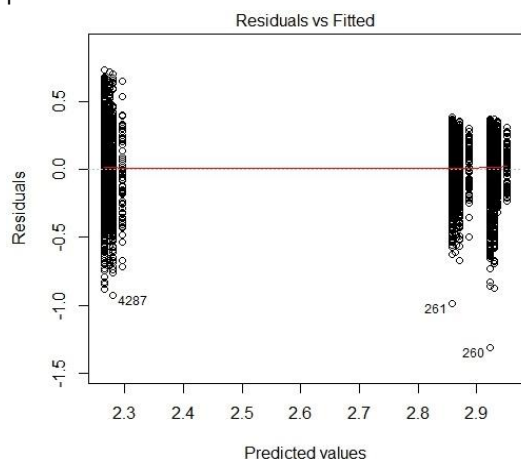
Διάγραμμα 4.43: Μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 9

Στη συνέχεια εξετάστηκε το στατιστικό μοντέλο 10 όπου διερευνήθηκε η σχέση του κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα με τις χρονικές περιόδους εντός της ημέρας καθώς και με τα διάφορα είδη απεργίας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.10:

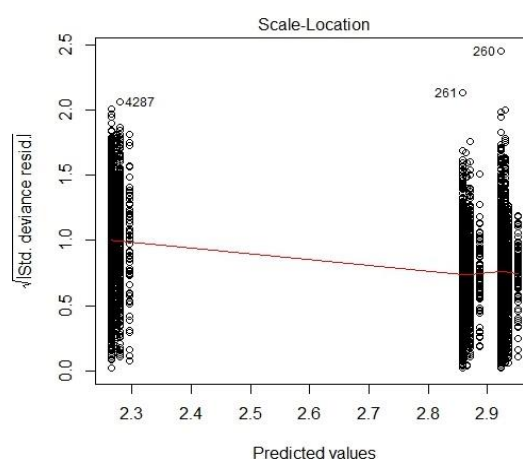
Πίνακας 4.10: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 10

Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	2.270	445.908
είδος απεργίας (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	0.026	1.784
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.656	97.022
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.592	85.219
Null deviance	824.15 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	303.60 on 6356 degrees of freedom	
AIC	-1288.7	

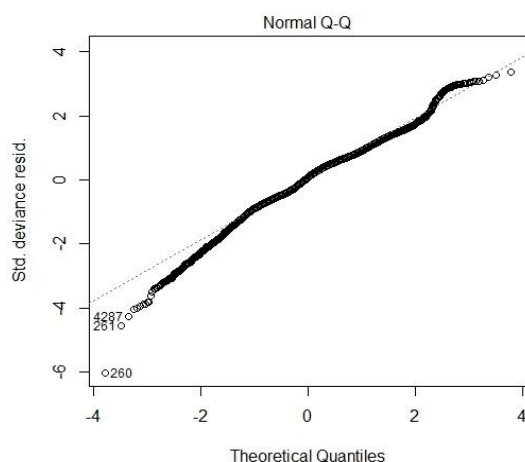
Όπως και στο προηγούμενο μοντέλο παρατηρείται σημαντική αύξηση κατά τις ώρες λειτουργίας των μέσων μαζικής μεταφοράς και ειδικότερα τις ώρες αιχμής. Ακόμη παρατηρείται ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι αρκετά ευαίσθητος στη μεταβολή του κατά τη διάρκεια της ημέρας έτσι ώστε οι απεργιακές κινητοποιήσεις να μην θεωρούνται στατιστικά σημαντικές από το μοντέλο.



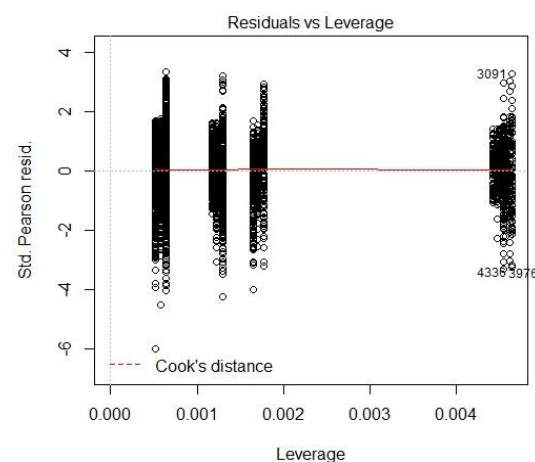
Διάγραμμα 4.44: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 10



Διάγραμμα 4.46: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 10



Διάγραμμα 4.45: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 10

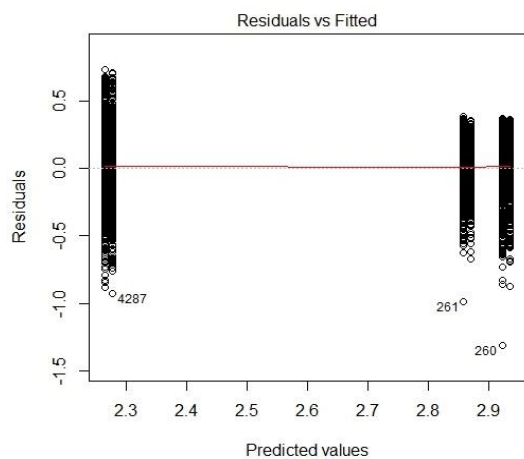


Διάγραμμα 4.47: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 10

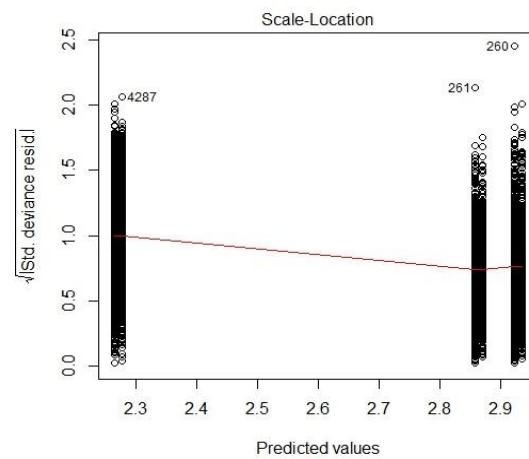
Ενώ τέλος στο στατιστικό μοντέλο 11 όπου τα διάφορα είδη απεργιών εξετάστηκαν ως ομαδοποιημένα, δηλαδή πως μεταβάλλεται ο κυκλοφοριακός φόρτος γενικά σε ημέρες απεργιών, παρουσιάστηκαν, στατιστικά, ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα με το προηγούμενο μοντέλο.

Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 11

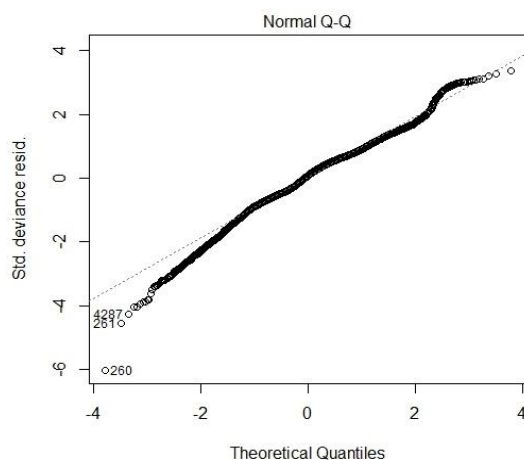
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	2.266	410.723
είδος απεργίας* (ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ)	-	-
είδος απεργίας* (ΑΠΕΡΓΙΑ)	0.012	2.162
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.656	97.026
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.592	85.216
Null deviance	824.15 on 6359 degrees of freedom	
Residual deviance	303.53 on 6356 degrees of freedom	
AIC	-1290.2	



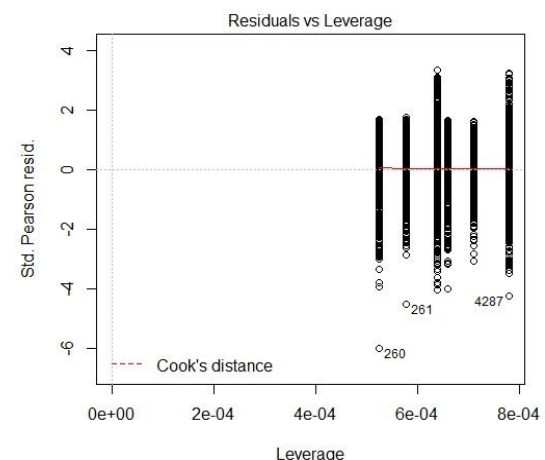
Διάγραμμα 4.48: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 11



Διάγραμμα 4.50: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 11



Διάγραμμα 4.49: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 11

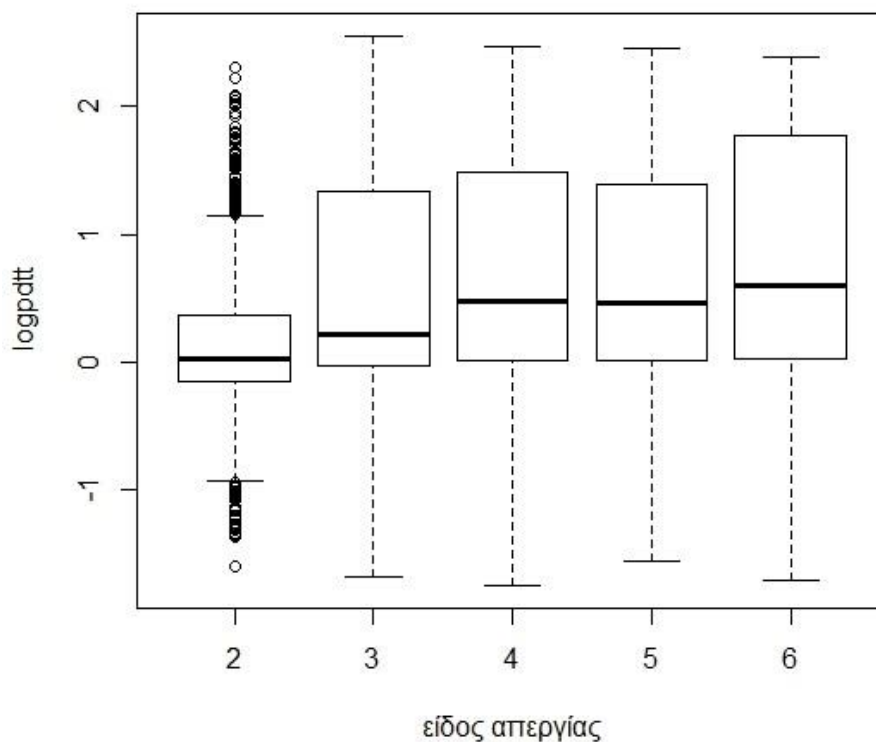


Διάγραμμα 4.51: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 11

4.3 Μεταβλητή απόκρισης: ποσοστιαία μεταβολή χρόνου διαδρομής

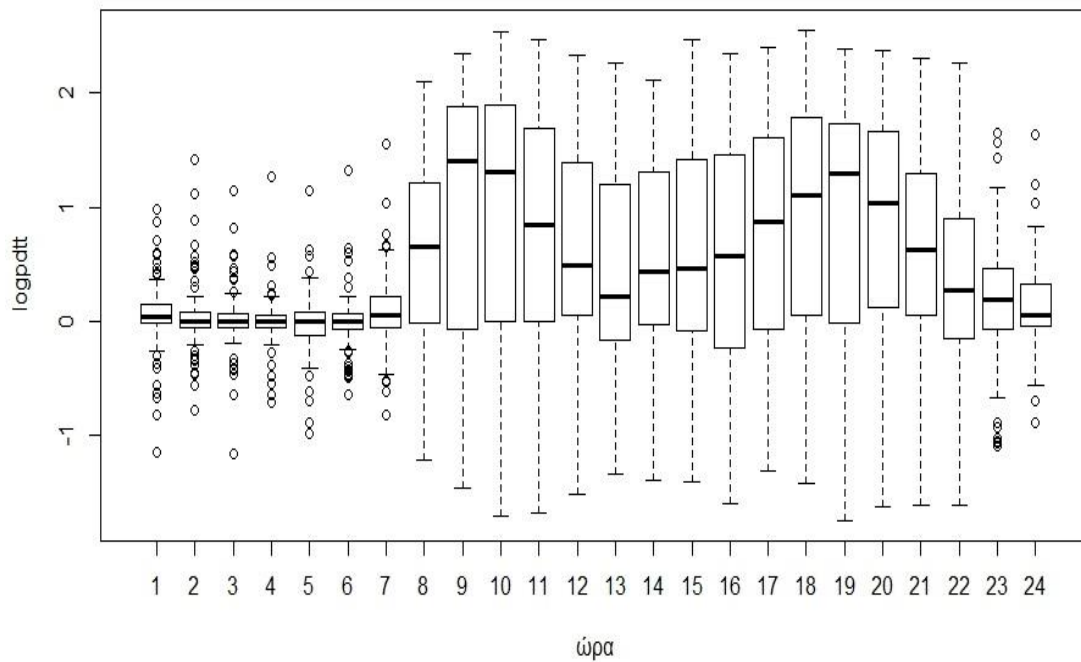
Εκτός του κυκλοφοριακού φόρτου και του χρόνου διαδρομής ως μεταβλητή απόκρισης εξετάστηκαν και οι ποσοστιαίες μεταβολές τους. Ενώ στα προηγούμενα στατιστικά μοντέλα διερευνήθηκε ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τον κυκλοφοριακό φόρτο και τον χρόνο διαδρομής στα επόμενα στατιστικά μοντέλα διερευνήθηκε ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την παρατηρηθείσα μεταβολή. Μετά από δοκιμές δεν βρέθηκε στατιστικό μοντέλο με ικανοποιητικά αποτελέσματα για την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου και για τον λόγο αυτό παρουσιάζονται μονό στατιστικά μοντέλα που αφορούν την ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής.

Στο στατιστικό μοντέλο 11 εξετάστηκε η ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής (percentage difference travel time), η οποία υπολογίστηκε ως εξής: $pdtt = \frac{\text{τιμή με απεργία} - \text{τυπική ημέρα}}{\text{τυπική ημέρα}} * 100$. Ακόμη στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η διασπορά των τιμών της μεταβλητής απόκρισης με τις επεξηγηματικές μεταβλητές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση. Από το διάγραμμα 4.52 εύκολα παρατηρείται ότι, συγκριτικά με ημέρες όπου δεν πραγματοποιείται κάποια απεργιακή κινητοποίηση, μεγαλύτερη μεταβολή στον χρόνο διαδρομής παρουσιάζεται σε ημέρες γενικής απεργίας. Αντίστοιχα αυξημένος χρόνος διαδρομής παρουσιάζεται και σε απεργίες ΣΤΑ.ΣΥ και Ο.ΣΥ.



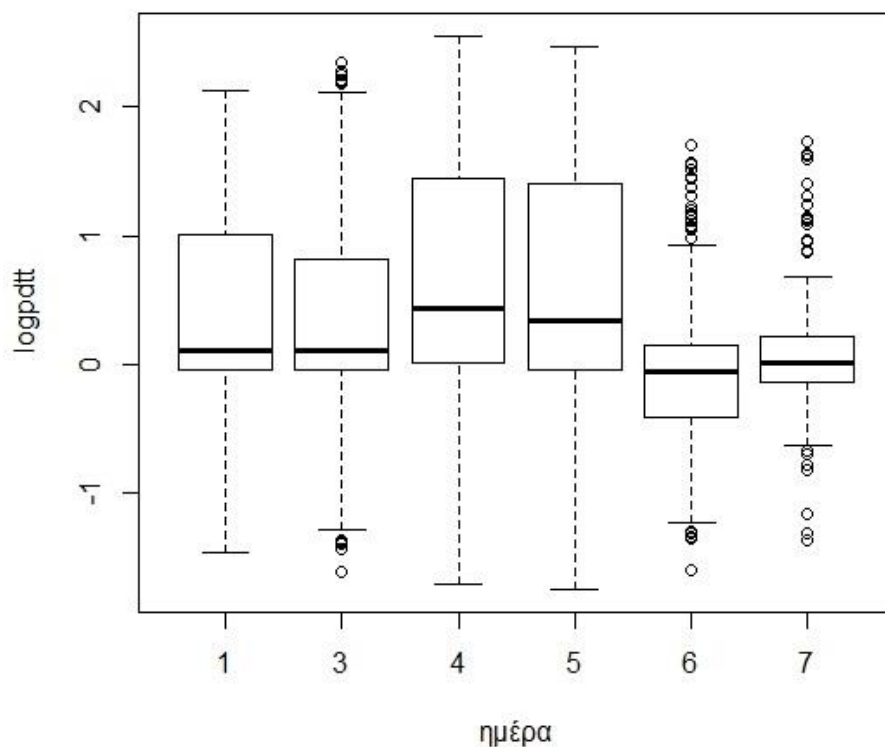
Διάγραμμα 4.52: Box plot τιμών της μεταβλητής pdtt ως προς τα είδη απεργιών

Ακόμη όπως είναι λογικό, σημαντικές μεταβολές στον χρόνο διαδρομής δεν παρατηρούνται τις πρώτες πρωινές ώρες αλλά κατά τις περιόδους αιχμής.



Διάγραμμα 4.53: Box plot διασποράς της μεταβλητής $pdtt$ ως προς την ώρα

Επίσης σημαντικές μεταβολές παρατηρούνται τις Πέμπτες και τις Παρασκευές ενώ όπως είναι λογικό δεν παρατηρείται ιδιαίτερη μεταβολή κατά το Σαββατοκύριακο.



Διάγραμμα 4.54: Box plot τιμών της μεταβλητής $pdtt$ ως προς την ημέρα

Όπως προαναφέρθηκε λόγω της μορφής των δεδομένων μετασχηματίστηκε η μεταβλητή σε λογαριθμική κλίμακα ενώ λόγω ύπαρξης αρνητικών τιμών, διακρίθηκαν οι παρακάτω δυο περιπτώσεις:

- αν $pdtt < 0$ τότε $\log pdtt = -\log(|pdtt| + 1)$
- αν $pdtt > 0$ τότε $\log pdtt = \log(pdtt + 1)$

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον πίνακα 4.12:

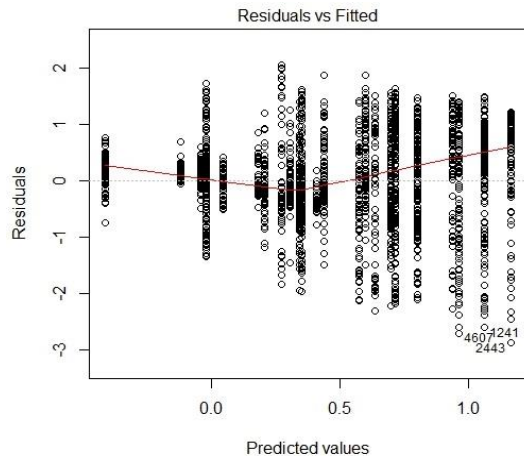
Πίνακας 4.12: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 12

Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	-0.256	-6.498
είδος απεργίας (METPO)	-	-
είδος απεργίας (METPO - ΗΣΑΠ)	0.384	9.459
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	0.710	7.767
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	0.683	7.341
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	0.665	10.745
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.753	18.512
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.391	9.364
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΠΕΜ)	-0.246	-3.546
Null deviance	1794.4 on 2344 degrees of freedom	
Residual deviance	1465.0 on 2337 degrees of freedom	
AIC	5569.6	

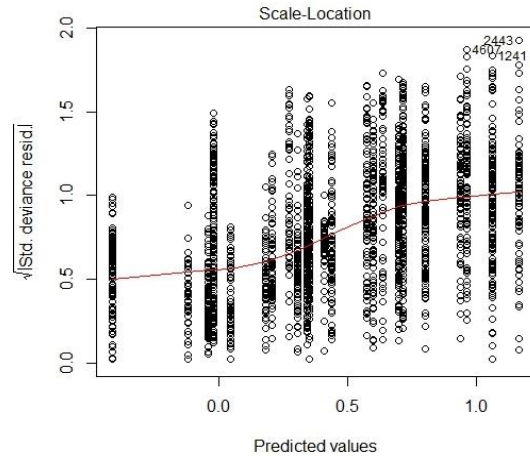
Παρατηρείται πως συγκριτικά με απεργία METPO σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις απεργιακών κινητοποιήσεων των Μ.Μ.Μ. η ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής αυξάνεται και έτσι συμπεραίνεται ότι ο χρόνος διαδρομής σε ημέρες απεργίας είναι μεγαλύτερος από ότι σε τυπικές ημέρες. Ειδικότερα μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται σε ημέρες απεργιών των ΣΤΑ.ΣΥ, Ο.ΣΥ και σε ημέρες γενικής απεργίας από το οποίο συμπεραίνεται ότι πιθανά σε ημέρες απεργίας να χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικοί τρόποι μετακίνησης όπως συνεπιβατισμός ή ακόμα και να ακυρώθηκαν οι μετακινήσεις.

Επίσης σημαντική αύξηση του χρόνου διαδρομής παρατηρήθηκε κατά τις ώρες αιχμής όπου όπως είναι λογικό η κυκλοφορία αυξήθηκε σημαντικά, αντίθετα όχι τόσο μεγάλη αύξηση όσο τις ώρες αιχμής παρατηρήθηκε κατά τις ώρες εκτός αιχμής, συγκριτικά πάντα με ώρες μη λειτουργίας των Μ.Μ.Μ. Τέλος μεγαλύτερη αύξηση στον χρόνο διαδρομής, συγκριτικά με Σαββατοκύριακο, παρατηρήθηκε τις Πέμπτες στο οποίο ίσως συνέβαλλε το γεγονός ότι η γενική απεργία πραγματοποιήθηκε ημέρα Πέμπτη και άρα το αποτέλεσμα δεν είναι απόρροια της ημέρας αλλά του είδους της απεργίας, ενώ αντίθετα δεν παρατηρήθηκαν ιδιαίτερα σημαντικές διακυμάνσεις στον χρόνο διαδρομής λόγω των υπολοίπων ημερών.

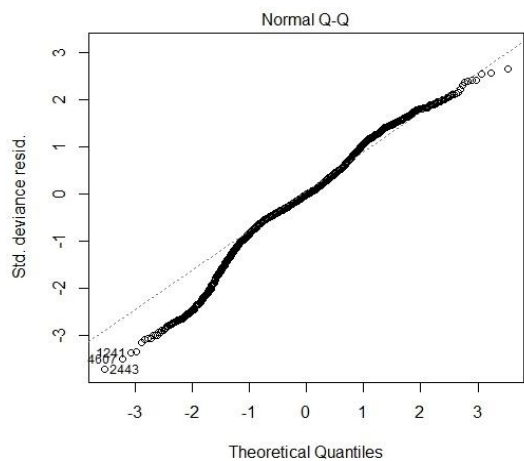
Κεφάλαιο 4ο: Αποτελέσματα



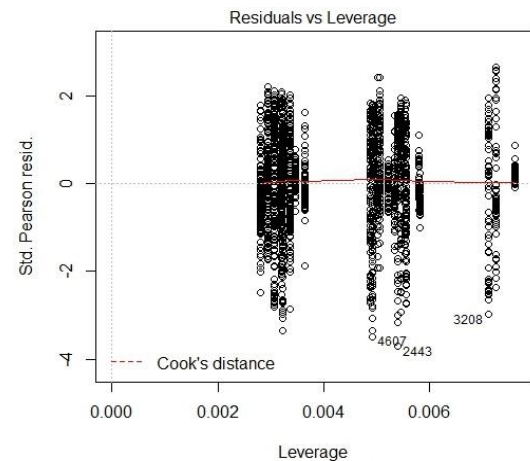
Διάγραμμα 4.55: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 12



Διάγραμμα 4.57: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 12



Διάγραμμα 4.56: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 12



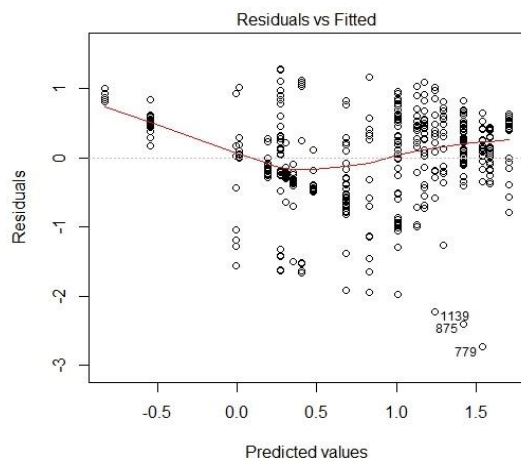
Διάγραμμα 4.58: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 12

Στα παρακάτω στατιστικά μοντέλα εξετάζεται ξεχωριστά η ποσοστιαία μεταβολή του χρόνου διαδρομής για κάθε εξεταζόμενη οδική αρτηρία. Συγκεκριμένα παρατηρείται σημαντική αύξηση του χρόνου διαδρομής σε ημέρες απεργιών ΣΤΑ.ΣΥ και Ο.ΣΥ για την λεωφόρο Αλεξάνδρας, πιθανά λόγω της μη λειτουργίας του σταθμού του ΜΕΤΡΟ Αμπελόκηποι, κατά τις ώρες αιχμής σε όλες τις οδικές αρτηρίες, σε όλα τα είδη απεργιών για τις λεωφόρους Αλεξάνδρας, Κηφισίας και Κηφισού, προφανώς λόγω του ότι συγκριτικά με τις υπόλοιπες μέσω των δυο πρώτων λεωφόρων εξυπηρετείται μεγαλύτερο μέρος των μετακινούμενων μέσω των γραμμών των Μ.Μ.Μ., ενώ μέσω της λεωφόρου Κηφισού διοχετεύεται μεγάλο μέρος της κυκλοφορίας σε υπόλοιπες οδικές αρτηρίες. Σημαντική αύξηση του χρόνου διαδρομής λόγω των απεργιών δεν παρατηρείται στις λεωφόρους Ποσειδώνος και Συγγρού.

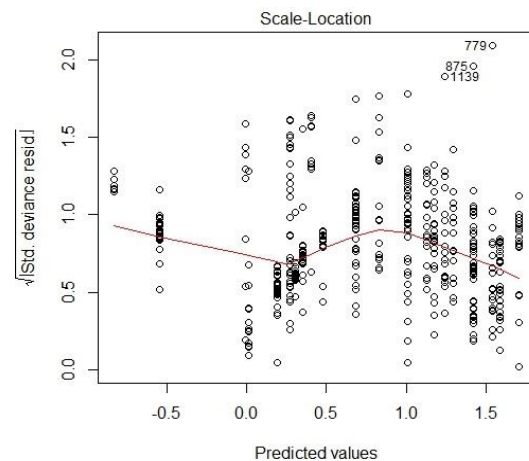
Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου για τη λεωφόρο Αλεξάνδρας, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.13:

Πίνακας 4.13: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 13

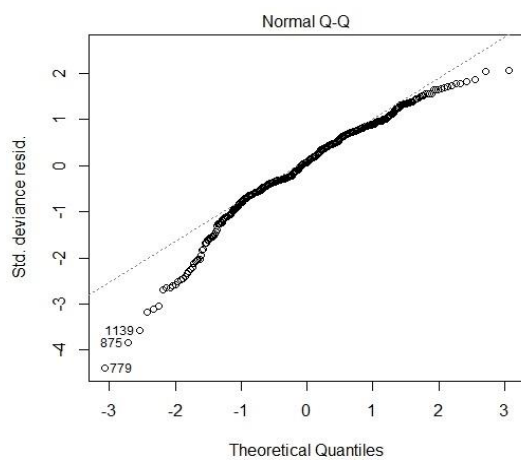
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	-0.544	-6.883
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	-	-
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	1.132	7.178
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	0.837	5.307
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	0.186	1.722
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	1.229	16.848
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.818	10.921
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΔΕΥ - ΤΕΤ)	0.734	7.462
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.834	9.652
ημέρα* (ΠΑΡ)	-0.281	-1.950
Null deviance	365.04 on 455 degrees of freedom	
Residual deviance	178.00 on 447 degrees of freedom	
AIC	885.2	



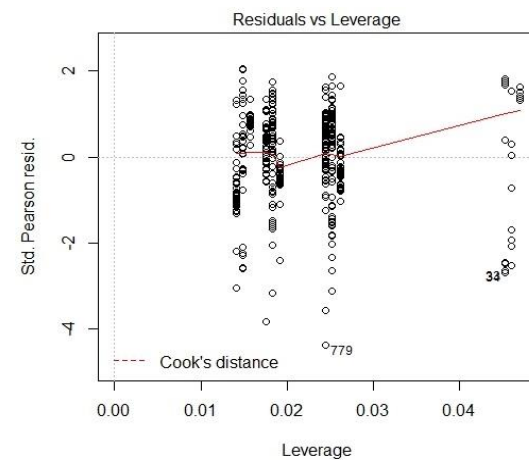
Διάγραμμα 4.59: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 13



Διάγραμμα 4.61: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 13



Διάγραμμα 4.60: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 13

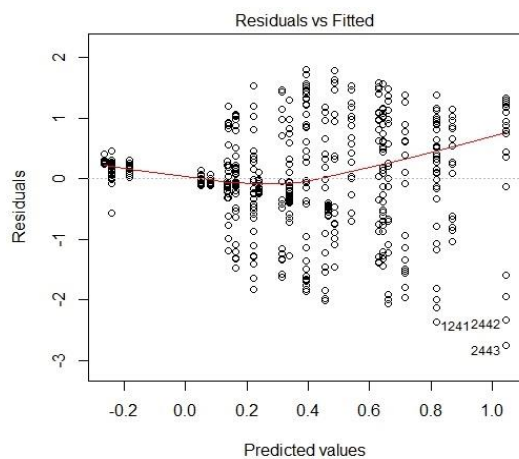


Διάγραμμα 4.62: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 13

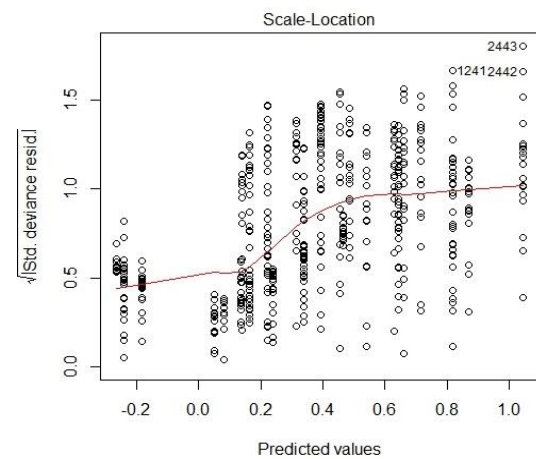
Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου 14 για τη λεωφόρο Κηφισίας:

Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 14

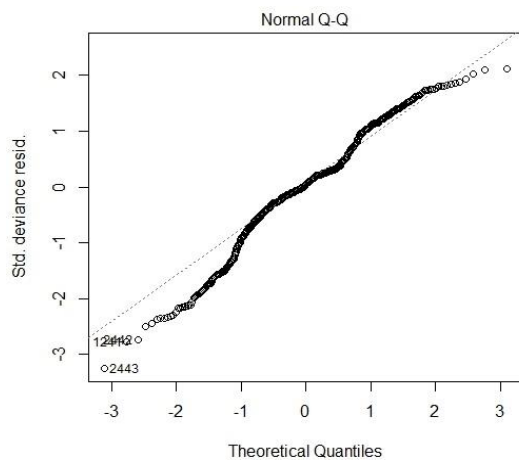
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	-0.248	-2.677
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ)	0.434	4.214
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	0.385	2.698
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	0.300	2.105
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	0.715	5.010
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.577	6.166
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.402	4.187
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΔΕΥ - ΤΕΤ)	-0.370	-2.218
Null deviance	429.79 on 515 degrees of freedom	
Residual deviance	372.34 on 508 degrees of freedom	
AIC	1314	



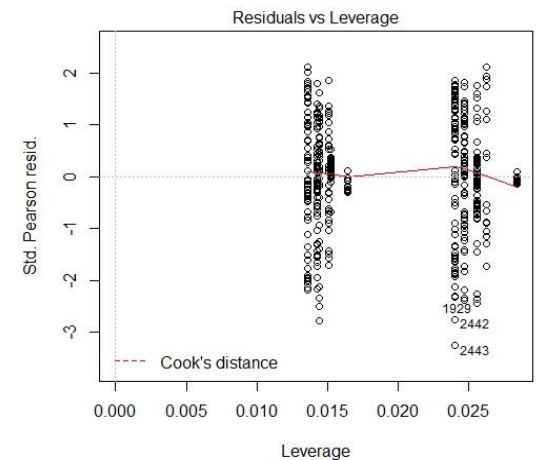
Διάγραμμα 4.63: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 14



Διάγραμμα 4.65: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 14



Διάγραμμα 4.64: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 14

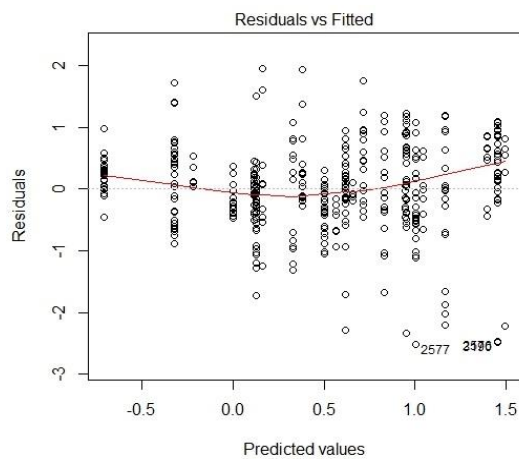


Διάγραμμα 4.66: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 14

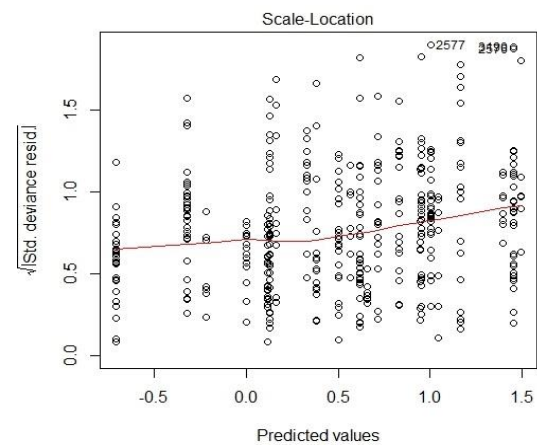
Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου για τη λεωφόρο Κηφισού:

Πίνακας 4.15: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 15

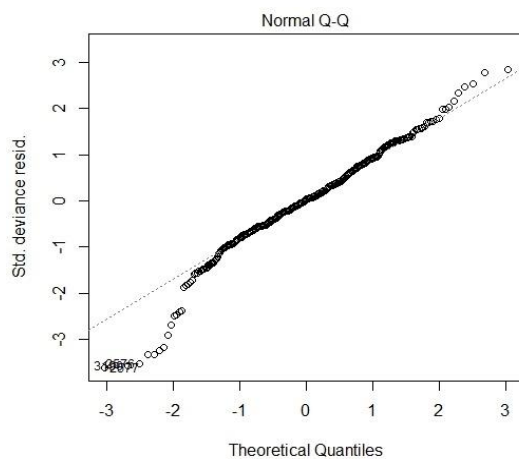
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	-0.682	-8.103
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ)	0.690	8.625
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	1.014	8.407
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	1.342	8.038
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	0.608	3.692
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.833	9.649
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.379	4.299
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.639	7.853
Null deviance	346.08 on 410 degrees of freedom	
Residual deviance	200.25 on 403 degrees of freedom	
AIC	888.85	



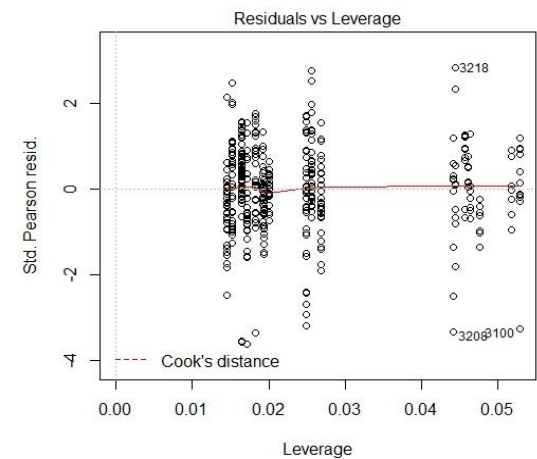
Διάγραμμα 4.67: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 15



Διάγραμμα 4.69: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 15



Διάγραμμα 4.68: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 15

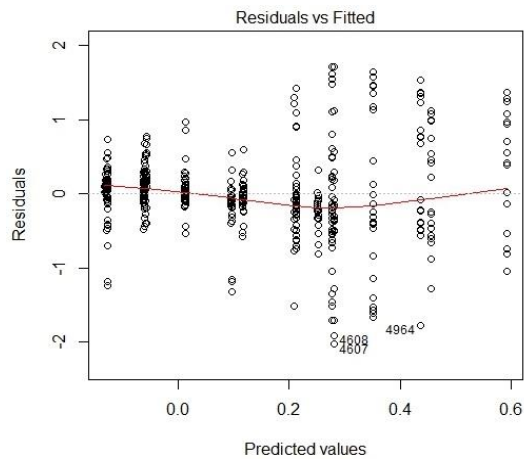


Διάγραμμα 4.70: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 15

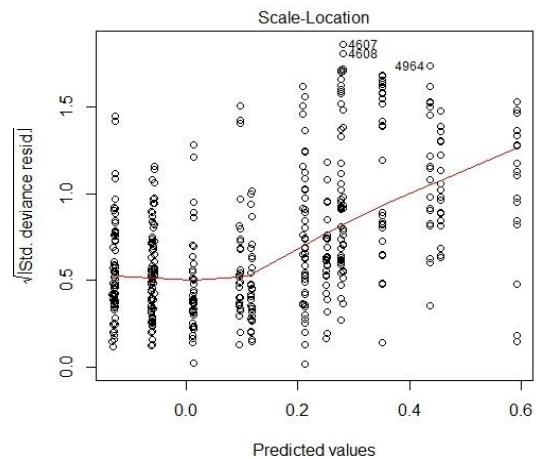
Τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου για τη λεωφόρο Ποσειδώνος, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.16:

Πίνακας 4.16: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 16

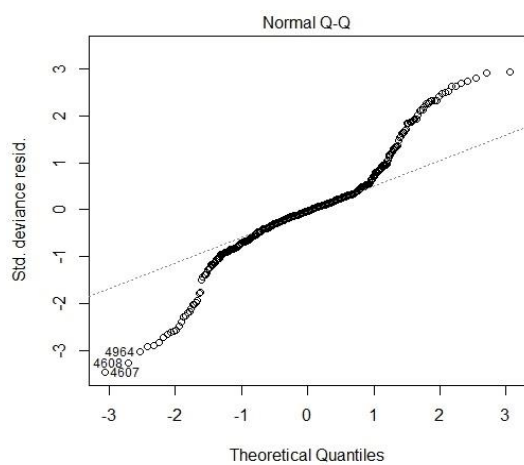
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	-0.090	-2.040
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	-	-
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	0.187	1.975
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	0.197	1.919
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.339	5.958
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.146	2.193
Null deviance	172.68 on 449 degrees of freedom	
Residual deviance	154.92 on 445 degrees of freedom	
AIC	809.18	



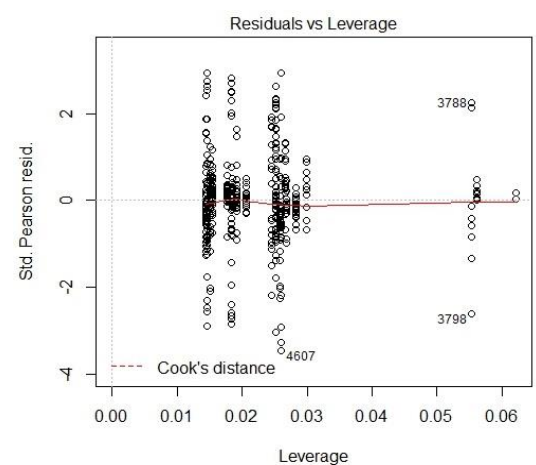
Διάγραμμα 4.71: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 16



Διάγραμμα 4.73: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 16



Διάγραμμα 4.72: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 16

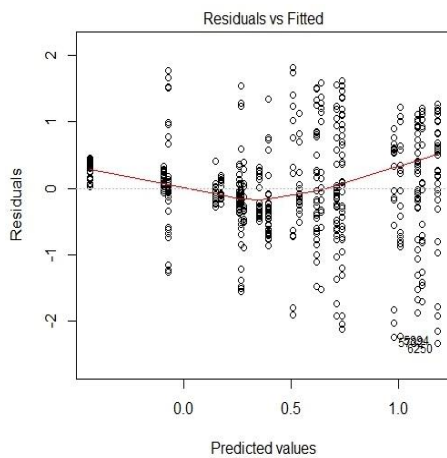


Διάγραμμα 4.74: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 16

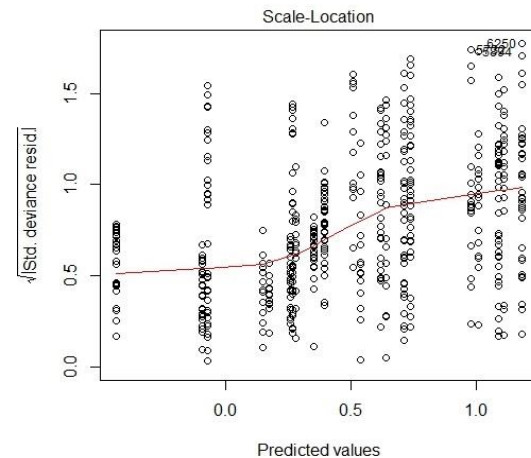
Τέλος τα αποτελέσματα του στατιστικού μοντέλου για τη λεωφόρο Συγγρού, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.17:

Πίνακας 4.17: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 17

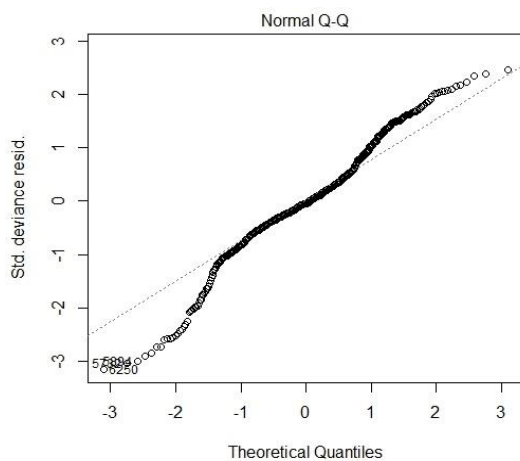
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	-0.436	-4.716
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.834	10.150
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.364	4.308
ημέρα* (ΣΑΒ - ΚΥΡ)	-	-
ημέρα* (ΔΕΥ - ΤΕΤ)	0.341	3.155
ημέρα* (ΠΕΜ)	0.694	7.325
ημέρα* (ΠΑΡ)	0.699	7.018
Null deviance	384.21 on 511 degrees of freedom	
Residual deviance	285.26 on 506 degrees of freedom	
AIC	1167.5	



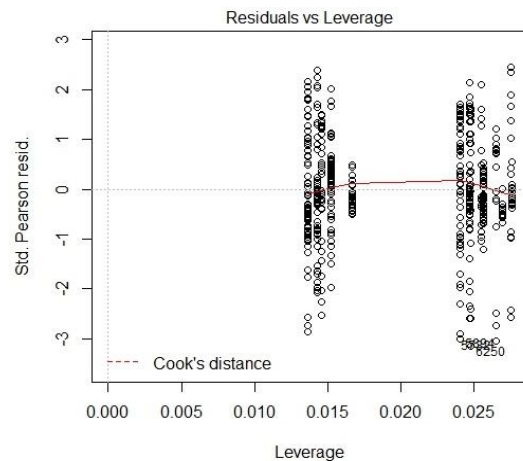
Διάγραμμα 4.75: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 17



Διάγραμμα 4.77: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 17



Διάγραμμα 4.76: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 17



Διάγραμμα 4.78: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 17

Στη συνέχεια και για να εξεταστεί κατά πόσο τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα υποσύνολα των δεδομένων διαφέρουν σημαντικά από το γενικό σύνολο πραγματοποιήθηκε έλεγχος του λόγου πιθανοφάνειας (Log likelihood Ratio Test). Αξίζει να αναφερθεί ότι ο συγκεκριμένος έλεγχος μπορεί να γίνει σε στατιστικά μοντέλα τα οποία είναι «φωλιασμένα» (nested) που στη συγκεκριμένη περίπτωση ισχύει καθώς τα στατιστικά μοντέλα που δημιουργήθηκαν για τις οδικές αρτηρίες είναι υποσύνολα του γενικού στατιστικού μοντέλου. Συγκεκριμένα συγκρίθηκε το γενικότερο στατιστικό μοντέλο (στατιστικό μοντέλο 12) με τα στατιστικά μοντέλα που προέκυψαν από τα υποσύνολα (στατιστικά μοντέλα 13 - 17).

Η λογαριθμική πιθανότητα για το γενικότερο μοντέλο είναι: LLR = -2728.7, ενώ για των υποσυνόλων: LLU = -431.60 -647.48 -433.04 -397.75 -575.25 = -2457.12. Η τιμή του ελέγχου του λόγου πιθανοφάνειας, βάσει των προηγούμενων, ισούται: $LRT = 2 * (LLU - LLR) = 478.16$. Στη μηδενική υπόθεση θεωρούμε ότι οι περιορισμοί του γενικότερου στατιστικού μοντέλου είναι αληθείς, η τιμή LRT ακολουθεί την κατανομή χ^2 και οι βαθμοί ελευθερίας είναι 44. Οπότε για 44 βαθμούς ελευθερίας και για επίπεδο σημαντικότητας 95% η τιμή χ^2 ισούται με: $60.481 < LRT$. Άρα η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και έτσι τα στατιστικά μοντέλα που δημιουργήθηκαν από τα υποσύνολα περιγράφουν καλύτερα τη συμπεριφορά της μεταβλητής απόκρισης.

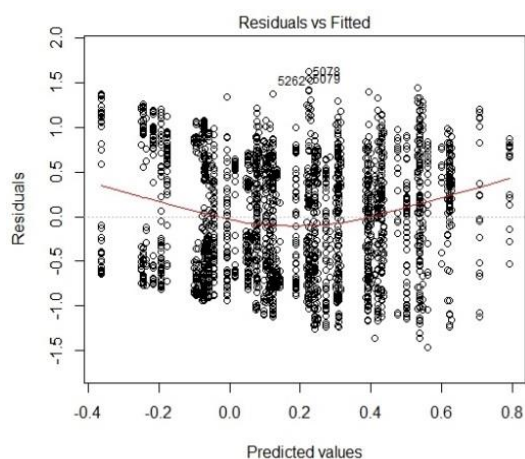
Τέλος στο στατιστικό μοντέλο 18 διερευνήθηκε η μεταβολή του χρόνου διαδρομής προς το μήκος της οδικής αρτηρίας και στο οποίο έχουν προστεθεί οι οδικές αρτηρίες σαν επεξηγηματικές μεταβλητές.

Πίνακας 4.18: Αποτελέσματα στατιστικού μοντέλου 18

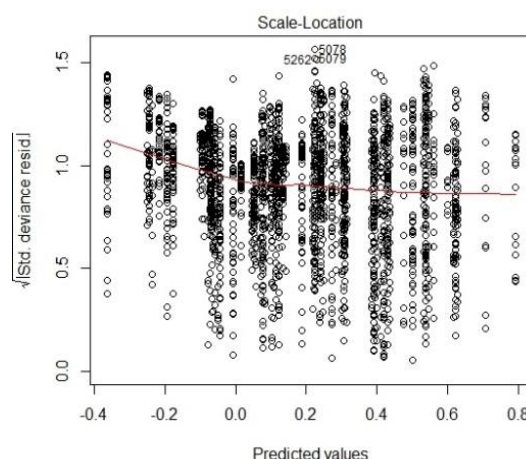
Συντελεστής	Τιμή	Τιμή t
(Intercept)	0.015	0.347
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ)	-	-
είδος απεργίας (ΜΕΤΡΟ - ΗΣΑΠ)	0.120	3.649
είδος απεργίας (ΣΤΑ.ΣΥ)	0.127	2.549
είδος απεργίας (Ο.ΣΥ)	0.115	2.199
είδος απεργίας (ΓΕΝ.ΑΠ)	0.289	5.551
οδική αρτηρία (λ. Αλεξάνδρας)	-	-
οδική αρτηρία (λ. Κηφισίας)	-0.231	-5.384
οδική αρτηρία (λ. Κηφισού)	-0.193	-4.249
οδική αρτηρία (λ. Ποσειδώνος)	-0.380	-8.584
οδική αρτηρία (λ. Συγγρού)	-0.084	-1.952
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΛΕΙΤ. ΜΜΜ)	-	-
ώρα* (ΑΙΧΜΗ)	0.487	10.150
ώρα* (ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ)	0.172	4.308
Null deviance	1181.9 on 2344 degrees of freedom	
Residual deviance	1033.7 on 2334 degrees of freedom	
AIC	4757.8	

Αυτό που παρατηρείται στο συγκεκριμένο στατιστικό μοντέλο είναι ότι σημαντική μεταβολή του χρόνου διαδρομής, όπως και στο διάγραμμα 4.52, παρουσιάζεται σε ημέρες γενικής απεργίας, στα ίδια επίπεδα αύξησης του χρόνου διαδρομής παρατηρούνται για τις υπόλοιπες απεργιακές κινητοποιήσεις συγκριτικά πάντα με απεργία μόνο ενός μέσου και ειδικότερα του ΜΕΤΡΟ. Προφανώς αυτό οφείλεται στο ότι σε ημέρες γενικής απεργίας οι μετακινούμενοι χρησιμοποιούν τα Ι.Χ. τους ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις αναζητούν λύσεις στα ΜΜΜ τα οποία δεν συμμετέχουν στην απεργιακή κινητοποίηση. Ακόμη όπως είναι λογικό λόγω της μετακίνησης του μεγαλύτερου μέρους των εργαζομένων, σημαντικότερη αύξηση του χρόνου διαδρομής παρατηρείται κατά τις ώρες αιχμής.

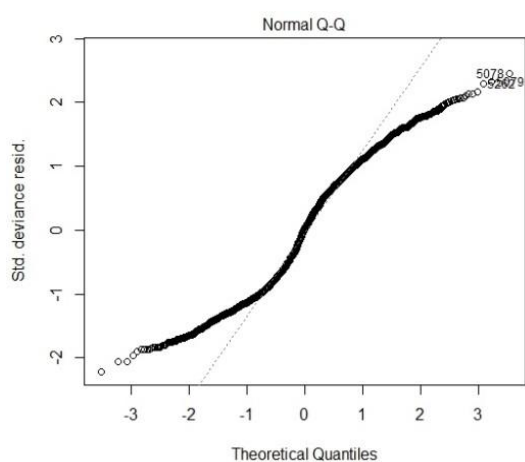
Τέλος όπως παρατηρήθηκε και σε προηγούμενο στατιστικό μοντέλο στην περίπτωση της λεωφόρου Αλεξάνδρας παρατηρούνται οι μεγαλύτερες μεταβολές στον χρόνο διαδρομής προφανώς λόγω του ότι είναι πιο κεντρική οδική αρτηρία από τις υπόλοιπες εξεταζόμενες οδικές αρτηρίες.



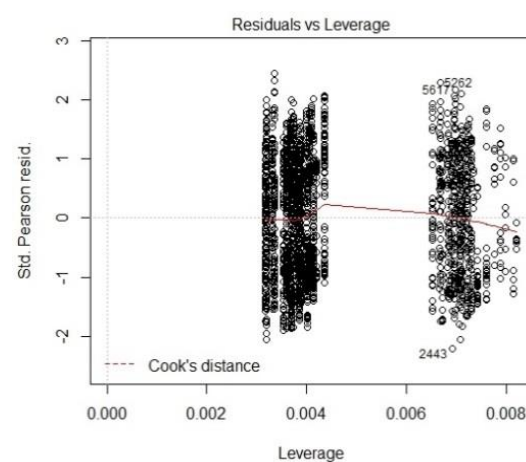
Διάγραμμα 4.79: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 18



Διάγραμμα 4.81: έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων μοντέλου 18



Διάγραμμα 4.80: έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων μοντέλου 18



Διάγραμμα 4.82: μόχλευση παρατηρήσεων μοντέλου 18

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης των απεργιακών κινητοποιήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς, της Αθήνας, σε βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη. Για την διερεύνηση αυτή δημιουργήθηκαν γενικευμένα γραμμικά μοντέλα (GLM) και εξετάστηκαν ο κυκλοφοριακός φόρτος και ο χρόνος διαδρομής, ως εξαρτημένες μεταβλητές, μέσω των οποίων παρουσιάστηκαν οι μεταβολές συγκεκριμένων περιπτώσεων όπως η μεταβολή σε διαφορετικά είδη απεργιακών κινητοποιήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς, ανά συγκεκριμένες χρονικές περιόδους εντός της ημέρας όπως σε ώρες αιχμής και ανά ημέρες, ορισμένα από τα οποία παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στα κύρια συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από την επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων όπως και αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα στατιστικά μοντέλα που εξετάστηκαν. Επίσης, γίνεται αναφορά σε προτάσεις για μελλοντική έρευνα με παρεμφερές αντικείμενο με βάση την εμπάθυνση που παρουσιάζει ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί.

Από τα πρωτογενή δεδομένα, όπως και στην έρευνα των Lo και Hall, εξετάζοντας τη μεταβολή της μέσης ταχύτητας παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις στις ταχύτητες των οχημάτων σε αυτοκινητόδρομο ενώ επιμηκύνθηκαν οι περίοδοι αιχμής ενώ όπως και σε προηγούμενη έρευνα (Coindet, 1998), αν και στην παρούσα διπλωματική εργασία δεν πραγματοποιήθηκε έρευνα με ερωτηματολόγιο ώστε να προκύψει άμεσα, παρατηρήθηκε, από τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου, ότι μετακινήθηκε η πρωινή ώρα αναχώρησης των μετακινούμενων κατά τουλάχιστον 1 ώρα νωρίτερα.

5.1 Συμπεράσματα που προέκυψαν από εξέταση των μεταβλητών απόκρισης

Όπως προαναφέρθηκε ως μεταβλητές απόκρισης χρησιμοποιήθηκαν ο κυκλοφοριακός φόρτος και ο χρόνος διαδρομής και οι ποσοστιαίες μεταβολές τους.

Όπως παρατηρήθηκε στα αποτελέσματα της έρευνας που είχε πραγματοποιηθεί στο Παρίσι (Coindet, 1998), ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται σε περιόδους απεργιακής κινητοποίησης των μέσων μαζικής μεταφοράς λόγω της αυξημένης κυκλοφορίας που παρατηρείται στο οδικό δίκτυο, συγκριτικά με ημέρες κατά τις οποίες δεν πραγματοποιείται κάποια απεργιακή κινητοποίηση των ΜΜΜ, καθώς μετακινούμενοι που χρησιμοποιούσαν συγκεκριμένο μέσο

μαζικής μεταφοράς το οποίο συμμετέχει στην απεργιακή κινητοποίηση αναζητούν διαφορετικό τρόπο μετακίνησης. Προφανώς, μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται σε ημέρες γενικής απεργίας, κατά τις οποίες δεν λειτουργεί κανένα μέσο μαζικής μεταφοράς και έτσι οι μετακινούμενοι δεν έχουν την ευελιξία στην επιλογή διαφορετικού μέσου μετακίνησης και έτσι καταφεύγουν στην πραγματοποίηση της με το Ι.Χ. τους. Επίσης, λόγω του ότι τα μέσα σταθερής τροχιάς επιλέγονται από το μεγαλύτερο μέρος των μετακινουμένων παρατηρείται αρκετά σημαντική αύξηση σε ημέρες απεργίας των μέσων σταθερής τροχιάς συγκριτικά με τυπικές ημέρες. Αντίστοιχη μεγάλη αύξηση δεν παρατηρείται σε ημέρες απεργίας μόνο μέσων της Ο.ΣΥ, αφού προφανώς οι μετακινούμενοι που επέλεξαν τα συγκεκριμένα μέσα χρησιμοποίησαν για εκείνες τις ημέρες μέσα της ΣΤΑ.ΣΥ, ταυτόχρονα όμως η αύξηση αυτή είναι σαφώς μεγαλύτερη από ημέρες απεργιών ενός μεμονωμένου μέσου μαζικής μεταφοράς και εν προκειμένω του ΜΕΤΡΟ.

Εξετάζοντας τον χρόνο διαδρομής κατά συγκεκριμένες χρονικές περιόδους εντός της ημέρας και συγκρίνοντας τον με ώρες κατά τις οποίες δεν λειτουργούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς (από 1:00 ως 7:00), όπως και σε προηγούμενες έρευνες (Σερμπής κ.α, 2007, Tsarakis et al, 2012), παρατηρείται αρκετά μεγάλη αύξηση κατά τις ώρες αιχμής όπου οι μετακινούμενοι κατευθύνονται προς ή επιστρέφουν από την εργασία τους, οι οποίες φυσικά σε τυπική ημέρα είναι και ώρες λειτουργίας των μέσων μαζικής μεταφοράς. Αύξηση, συγκριτικά με ώρες εκτός λειτουργίας των ΜΜΜ, όπως και στην έρευνα των Σερμπή κ.α του 2007, παρατηρείται και κατά τις ώρες εκτός αιχμής των μετακινήσεων όχι όμως στο ίδιο μέγεθος με τις ώρες αιχμής αφού κατά την συγκεκριμένη χρονική περίοδο της ημέρας δεν παρατηρείται κυκλοφοριακή συμφόρηση, ενώ σε όσες περιπτώσεις παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του χρόνου διαδρομής αυτή πιθανά οφείλεται στην μετακίνηση της περιόδου αιχμής λόγω της επιστροφής των εργαζομένων.

Επιπρόσθετα, όπως προέκυψε από τα στατιστικά μοντέλα, συγκριτικά με τους χρόνους διαδρομής που παρατηρούνται εντός του Σαββατοκύριακου, όπου οι περισσότεροι μετακινούμενοι δεν μετακινούνται από και προς την εργασία τους, η Παρασκευή είναι η ημέρα στην οποία παρατηρούνται οι μεγαλύτερες αυξήσεις στους χρόνους διαδρομής. Συγκριτικά με τις υπόλοιπες καθημερινές ημέρες δεν παρατηρούνται σημαντικές αυξήσεις του χρόνου διαδρομής ακόμη και για μεμονωμένη απεργία του ΜΕΤΡΟ.

Ακόμη, με δεδομένο ότι σε ώρες αιχμής πραγματοποιείται το μεγαλύτερο μέρος των μετακινήσεων, ο χρόνος διαδρομής αυξάνεται συνδυάζοντας ημέρες απεργίας και ώρες αιχμής, με τη μεγαλύτερη αύξηση να παρατηρείται κατά τις ώρες αιχμής των ημερών γενικής απεργίας. Αύξηση, αλλά όχι αντίστοιχη με την αύξηση που παρατηρείται σε ημέρες γενικής απεργίας, παρατηρείται και στις ώρες αιχμής ημερών με απεργιακή κινητοποίηση των ΣΤΑ.ΣΥ και Ο.ΣΥ. Παράλληλα σε περιόδους εκτός αιχμής παρατηρείται σημαντική αύξηση

κυρίως σε ημέρες απεργιών μέσων σταθερής τροχιάς συγκριτικά με τις υπόλοιπες απεργιακές κινητοποιήσεις.

Αντίθετα με τον χρόνο διαδρομής και βάσει των δεδομένων που συλλέχθηκαν, ο κυκλοφοριακός φόρτος δεν δείχνει να αποτελεί κατάλληλο μέγεθος για την αποτύπωση των επιπτώσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς ή την διερεύνηση των συσχετίσεων του με άλλες σχετικές παραμέτρους καθώς αποτελεί μέγεθος ιδιαίτερα ευαίσθητο στα χαρακτηριστικά του δικτύου, όπως για παράδειγμα την ύπαρξη σηματοδότησης, καθώς και στις μεταβολές των κυκλοφοριακών συνθηκών. Παρόλο που το χρονικό διάστημα που επιλέχθηκε για διερεύνηση θεωρείται ικανοποιητικό ώστε να μειώνει την ευαισθησία του κυκλοφοριακού φόρτου, τα αποτελέσματα, κυρίως όσο αφορούν, στην μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου δεν ήταν ικανοποιητικά.

Όσο μετά από τη χρήση του μετασχηματισμού της μεταβλητής του κυκλοφοριακού φόρτου, μερικά συμπεράσματα που προέκυψαν ήταν παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τις ώρες αιχμής, κατά κύριο λόγο, μικρότερη βέβαια αύξηση παρατηρείται και σε ώρες εκτός αιχμής, καθώς και σε ημέρες απεργιακών κινητοποιήσεων και ειδικότερα σε απεργιακές κινητοποιήσεις της ΣΤΑ.ΣΥ.

5.2 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Ολοκληρώνοντας την ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων καθώς και άλλων μεγεθών όπως η ταχύτητα, η κατάληψη και η πυκνότητα αλλά και των στατιστικών μοντέλων προέκυψαν αρκετά συμπεράσματα αναφορικά με την επίδραση των απεργιακών κινητοποιήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς στους μετακινούμενους.

Ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει και η περαιτέρω εμβάθυνση στην ανάλυση περισσότερων οδικών αρτηριών, κύριων, όπως η Αττική Οδός, όπου έχει αστικό τμήμα αλλά με διόδια, ή και δευτερευουσών, κεντρικών οδικών αρτηριών όπως η οδοί Σταδίου και Πανεπιστημίου, οδικές αρτηρίες με διαφορετικά κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά, έτσι ώστε να διευρυνθεί, σε όχι τόσο κύριες όσο οι επιλεγείσες οδικές αρτηρίες αν αντιστοιχούν οι ίδιες παράμετροι όπως και τον προσδιορισμό διαφόρων ακόμη παραμέτρων όπως για παράδειγμα τις καιρικές συνθήκες.

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επικεντρώθηκε γενικά στους μετακινούμενους, επιπλέον αντικείμενο διερεύνησης αποτελεί ο διαχωρισμός μεταξύ οδηγών Ι.Χ., χρηστών μέσων μαζικής μεταφοράς, ακόμα και επαγγελματιών οδηγών (είτε ΜΜΜ ή γενικών μεταφορών) ή και η διερεύνηση των επιπτώσεων απεργιών των οδηγών ταξί. Ακόμη μελλοντικά θα μπορούσε παράλληλα να πραγματοποιηθεί και υποστηρικτική έρευνα μέσω

ερωτηματολογίου για τον προσδιορισμό των εκ των προτέρων και εκ των υστέρων προτιμήσεων των μετακινούμενων αναφορικά με τα μέσα μαζικής μεταφοράς.

Επιπρόσθετα θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η έρευνα στις ίδιες οδικές αρτηρίες χωρίζοντας όμως σε μικρότερα τμήματα την κάθε οδική αρτηρία καθώς και χρησιμοποιώντας περισσότερους μετρητές.

Ακόμη έρευνα μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε ημέρες κατά τις οποίες δεν πραγματοποιήθηκε 24ωρη απεργιακή κινητοποίηση των μέσων μαζικής μεταφοράς εντοπίζοντας έτσι αν ισχύουν παρόμοια μοτίβα μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου καθώς και του χρόνου διαδρομής ενώ επίσης πως μεταβάλλονται τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας της στάσης εργασίας που πραγματοποιήθηκε.

Ένα άλλο θέμα προς διερεύνηση θα μπορούσε να είναι το πρόβλημα της στάθμευσης που παρατηρείται ειδικότερα σε ημέρες απεργιών είτε σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους στάθμευσης ή σε περιοχές κυρίως κοντά σε σταθμούς ΜΕΤΡΟ.

Τέλος, αν και οι υπόλοιπες μεγάλες πόλεις της χώρας (Θεσ/νική, Πάτρα, Ηράκλειο) στερούνται ευρείας αστικής συγκοινωνίας όπως η Αθήνα, παρόμοια διερεύνηση θα μπορούσε να γίνει και για αυτές, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα μεταξύ των πόλεων, έχοντας υπόψη και τα διαφορετικά κοινωνικοπολιτικά χαρακτηριστικά μεταξύ των πολιτών καθώς και των χαρακτηριστικών του συγκοινωνιακού δικτύου των πόλεων αυτών.

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

6.1 Διεθνείς βιβλιογραφικές αναφορές

1. Anderson M. L, (2013). Subways, strikes, and slowdowns: the impacts of public transit on traffic congestion, NBER Working Paper No. 18757
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. 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
4. Dunn P, (2008). Generalized linear models in R, Department of Mathematics and Computing, University of Southern Queensland, Australia.
5. Fox J, (2008). Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models, SAGE Publications.
6. Lo S.C., Hall R. W, (2006). Effects of the Los Angeles transit strike on highway congestion, *Transportation Research Part A* 40 (2006) 903–917
7. Pheley A. M, (1999). Mass Transit Strike Effects on Access to Medical Care, *Journal of Health Care for the Poor and Underserved*, Volume 10, Number 4, pp. 389-396
8. Pnevmatikou A. and Karlaftis M, (2010). Demand Changes from Metro Line Closures, *European Transport Conference Proceeding*, Scotland.
9. 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
10. 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
11. Turner H, (2008). Introduction to Generalized Linear Models, Department of Statistics, University of Warwick, UK.
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, pre-announced, complete rail strike in the Netherlands, *Transportation Research Part A* 43, 526–535

6.2 Ελληνικές βιβλιογραφικές αναφορές

14. Βασδέκης Β, (2014). Σημειώσεις στα Εφαρμοσμένα Γραμμικά Μοντέλα, Τμήμα Στατιστικής, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

15. Παπαδόπουλος Γ, (2014). Ανάλυση Παλινδρόμησης, Σημειώσεις Παραδόσεων, Εργαστήριο Μαθηματικών και Στατιστικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
16. Πολίτη Σ, (2013). Διερεύνηση επίδρασης απεργιών των ΜΜΜ στους μετακινούμενους, Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ
17. Σερμπής Δ., Θεοφίλης Γ., Μπάμπης Χ., Χαζίρης Α, (2011). Εκτίμηση της ακρίβειας των χρόνων διαδρομής που προβάλλονται στις ΠΜΜ του Κέντρου Διαχείρισης της Κυκλοφορίας, Διεθνές Συνέδριο: Ευφυή Συστήματα Μεταφορών ITS2011.
18. Φουσκάκης Δ, (2014). Ανάλυση Δεδομένων με χρήση του Στατιστικού Πακέτου R, Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Εφαρμογών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
19. Φρατζεσκάκης Ι. Μ., Γκόλιας Ι.Κ., Πιτσιάβα – Λατινοπούλου Μ.Χ, (2009). Κυκλοφοριακή Τεχνική, Εκδόσεις Παπασωτηρίου