



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

Διπλωματική Εργασία

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ
ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΑΝΑΨΥΧΗΣ

Θεοχαράτος Ευάγγελος

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

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ



Αθήνα, Μάρτιος 2020



**NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF
ATHENS**
SCHOOL OF RURAL AND SURVEYING ENGINEERING
DEP. OF INFRASTRUCTURE AND RURAL DEVELOPMENT

Diploma Thesis

INVESTIGATION OF HOLIDAYS' IMPACT ON TRAFFIC FLOW

Theocharatos Evangelos

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

**LABORATORY OF
TRANSPORTATION ENGINEERING**



Athens, March 2020

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους εκείνους οι οποίοι συνείσφεραν με την πολύτιμη βοήθεια τους στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Πρώτη απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Σπυροπούλου Ιωάννα, η οποία από τη θέση της επίκουρης καθηγήτριας της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων μηχανικών, επέβλεψε όλα τα στάδια της παρούσας διπλωματικής εργασίας και παρείχε χρήσιμες συμβουλές χωρίς τις οποίες θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση αυτής της έρευνας.

Στην συνέχεια, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τους κυρίους Φωκέα Γεώργιο και Χαζίρη Αντώνιο οι οποίοι, ως συγκοινωνιολόγοι του Κέντρου Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής, βοήθησαν στην συλλογή όλων των δεδομένων που ήταν απαραίτητα για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας.

Τέλος, θα ήθελα να απονέμω τις ευχαριστίες μου στο Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής αλλά και στο Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Αττικής Οδού για την παροχή των κυκλοφοριακών δεδομένων.

Θεοχαράτος Ευάγγελος
Αθήνα, Μάρτιος 2020

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό τη διερεύνηση της μεταβολής των κυκλοφοριακών μεγεθών σε περιόδους που λαμβάνουν χώρα οι μετακινήσεις αναψυχής που είναι συνδεδεμένες με γιορτές και αργίες. Για το σκοπό αυτό προσδιορίζονται και δίνονται οι ορισμοί των βασικών κυκλοφοριακών μεγεθών που χρησιμοποιούνται στη παρούσα διερεύνηση και γίνεται συνοπτική αναφορά σε έρευνες παλαιότερων ετών που πραγματεύονται το θέμα της μεταβολής των κυκλοφοριακών μεγεθών σε περιόδους αναψυχής. Στη συνέχεια περιγράφεται το βασικό οδικό δίκτυο της Αθήνας και πραγματοποιείται εκτενής αναφορά στη συλλογή των κυκλοφοριακών δεδομένων και στην επιλογή των χρονικών διαστημάτων της έρευνας. Η συλλογή των κυκλοφοριακών δεδομένων προϋποθέτει την επιλογή συγκεκριμένων οδικών αξόνων του κέντρου και των προαστίων των Αθηνών καθώς και την επιλογή των ανιχνευτών από τους οποίους πραγματοποιείται η καταγραφή των μετρήσεων. Από τους ανιχνευτές συλλέγονται δεδομένα κυκλοφοριακού φόρτου, μέσης ταχύτητας και κατάληψης. Η επιλογή των χρονικών διαστημάτων της έρευνας προϋποθέτει τον προσδιορισμό χρονικών διαστημάτων αναψυχής αλλά και χρονικών διαστημάτων τυπικών ημερών που χρησιμοποιούνται για σκοπούς σύγκρισης. Στη συνέχεια πραγματοποιείται μία σύντομη στατιστική ανάλυση των κυκλοφοριακών δεδομένων μέσω διαγραμμάτων τα οποία οδηγούν σε κάποια συμπεράσματα σχετικά με τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου σε περιόδους αναψυχής ενώ επιπλέον συμπεράσματα προκύπτουν από τα στατιστικά μοντέλα τα οποία βασίστηκαν στη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης η οποία παρουσιάζεται συνοπτικά. Τα στατιστικά μοντέλα που δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας σχετίζονται με τον φόρτο και τη μεταβολή του φόρτου και παρουσιάζονται και επεξηγούνται αναλυτικά. Τέλος, πραγματοποιείται η αναλυτική παρουσίαση των συμπερασμάτων της έρευνας αυτής κατά την οποία, σύμφωνα με τα διαγράμματα της στατιστικής ανάλυσης και τα στατιστικά μοντέλα, σε περιόδους αναψυχής, ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές συγκριτικά με τις αντίστοιχες τυπικές περιόδους ενώ παράλληλα παρουσιάζει υψηλές τιμές τις πρώτες πρωινές ώρες της ημέρας της αργίας αλλά και τις απογευματινές ώρες της τελευταίας ημέρας του διαστήματος αναψυχής συγκριτικά με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες. Η παρουσίαση των συμπερασμάτων συνδυάζεται και με προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση της επίδρασης των μετακινήσεων αναψυχής στη μεταβολή των κυκλοφοριακών μεγεθών.

Λέξεις κλειδιά: αναψυχή, κυκλοφοριακός φόρτος, γραμμική παλινδρόμηση, στατιστικά μοντέλα.

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to investigate the impact of the leisure activity on traffic flow during public holidays. In order to achieve this, the definition of the basic traffic terminology used in this diploma thesis is presented along with international research findings of similar studies investigating the impact of leisure activity on traffic flow during the public holidays. Next, Athens' main road network is described, while the procedure considering the collection of the appropriate traffic data and the determination of the relevant time periods is presented. The collection of the traffic data demanded the selection of specific roads of the center and the suburbs of Athens, as well as the selection of the appropriate loop detectors that measure the traffic data. These loop detectors collect traffic flow data, mean speed data and occupation data. The time periods used in this diploma thesis demanded the determination of the leisure time periods, as well as the determination of the typical days periods for comparison reasons. Then, traffic data are presented in diagrams and explained in short. These diagrams lead to some assumptions regarding the change of the traffic flow during the leisure activity time periods. Further analysis involved the design of general linear regression models to investigate further traffic flow change and contributory factors during public holidays. The method of linear regression is then presented in short too. The statistical models used in this investigation, regarding traffic flow and change of the traffic flow, are explained in detail. Next, the assumptions based on the diagrams and the linear regression models are discussed in great detail. According to these assumptions, traffic flow is always lower during the leisure activity periods in comparison to the typical days periods while traffic flow is almost always higher during the morning hours of the public holiday as well as during the afternoon hours of the last day of the leisure period compared to the corresponding typical days. Last, some suggestions for further investigation of the impact of the leisure activity on the traffic flow are also presented.

Keywords: leisure, traffic flow, linear regression, statistical models.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Γενικά.....	1
1.2 Δομή διπλωματικής εργασίας.....	1
2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	3
2.1 Εισαγωγή.....	3
2.2 Γενικές Έννοιες.....	3
2.2.1 Κυκλοφοριακός φόρτος.....	3
2.2.2 Ταχύτητα.....	4
2.2.3 Συγκέντρωση.....	7
2.2.4 Θεμελιώδης σχέση της κυκλοφοριακής ροής.....	8
2.2.5 Σχέση ταχύτητας και πυκνότητας.....	8
2.2.6 Σχέση ταχύτητας και φόρτου.....	10
2.2.7 Σχέση φόρτου και πυκνότητας.....	11
2.2.8 Χρονικές διακυμάνσεις φόρτου.....	12
2.2.9 Μακροσκοπικά πρότυπα κυκλοφοριακής ροής.....	13
2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	18
3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	22
3.1 Εισαγωγή.....	22
3.2 Το οδικό δίκτυο της Αθήνας.....	22
3.3 Συλλογή Δεδομένων.....	27
3.3.1 Οδικές αρτηρίες.....	27
3.3.2 Ανιχνευτές.....	27
3.3.3 Ημερομηνίες.....	29
3.3.4 Δεδομένα.....	35
3.4 Στατιστική Ανάλυση.....	37
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	58
4.1 Εισαγωγή.....	58
4.2 Μεθοδολογία.....	58
4.3 Επεξεργασία Δεδομένων.....	60
4.4 Στατιστικά μοντέλα.....	63
4.4.1 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου.....	63
4.4.2 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου.....	68
4.4.3 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου τριήμερων.....	73

4.4.4 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου Πάσχα και Δεκαπενταύγουστου . 78	
4.4.5 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου Χριστουγέννων.....	83
4.4.6 Μοντέλο αλληλεπίδρασης ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου	88
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	93
5.1 Εισαγωγή	93
5.2 Βασικά συμπεράσματα	93
5.3 Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση	95
6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	97
6.1 Διεθνείς Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	97
6.2 Ελληνικές Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	97

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 3.1: Οδοί μελέτης.....	27
Πίνακας 3.2: Ανιχνευτές διερεύνησης.....	28
Πίνακας 3.3: Ημέρες μελέτης.....	30
Πίνακας 3.4: Γιορτές.....	34
Πίνακας 4.1: Παράμετροι μελέτης.....	60
Πίνακας 4.2: Πίνακας μεταβλητών.....	61
Πίνακας 4.3: Πίνακας μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου.....	63
Πίνακας 4.4: Πίνακας μοντέλου ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου.....	68
Πίνακας 4.5: Πίνακας μοντέλου ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου τριήμερων.....	73
Πίνακας 4.6: Πίνακας μοντέλου ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου Πάσχα και Δεκαπενταύγουστου.....	78
Πίνακας 4.7: Πίνακας μοντέλου ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου Χριστουγέννων.....	83
Πίνακας 4.8: Πίνακας μοντέλου αλληλεπίδρασης ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου.....	88

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 2.1: Απεικόνιση μέτρησης της μέσης χωρικής ταχύτητας.....	5
Εικόνα 2.2: Απεικόνιση μέτρησης της πυκνότητας.....	7
Εικόνα 3.1: Σημεία Ανιχνευτών	28

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2.1: Απεικόνιση υπολογισμού του κυκλοφοριακού φόρτου μέσω τροχιών οχημάτων.	3
Διάγραμμα 2.2: Απεικόνιση υπολογισμού της μέσης χρονικής ταχύτητας μέσω τροχιών οχημάτων.	4
Διάγραμμα 2.3: Απεικόνιση υπολογισμού της μέσης χωρικής ταχύτητας μέσω τροχιών οχημάτων.	5
Διάγραμμα 2.4: Απεικόνιση υπολογισμού της ισοδύναμης μέσης χωρικής ταχύτητας μέσω τροχιών οχημάτων.	6
Διάγραμμα 2.5: Διάγραμμα ταχύτητας και πυκνότητας.	9
Διάγραμμα 2.6: Διάγραμμα ταχύτητας και φόρτου.	10
Διάγραμμα 2.7: Διάγραμμα πυκνότητας και φόρτου.	12
Διάγραμμα 2.8: Διάγραμμα μέσης ταχύτητας και πυκνότητας κατά Greenshields.	14
Διάγραμμα 2.9: Διάγραμμα μέσης ταχύτητας και κυκλοφοριακού φόρτου κατά Greenshields. . 14	
Διάγραμμα 2.10: Διάγραμμα κυκλοφοριακού φόρτου και πυκνότητας κατά Greenshields.	15
Διάγραμμα 2.11: Διάγραμμα μέσης ταχύτητας και κυκλοφοριακού φόρτου κατά Edie.	16
Διάγραμμα 2.12: Διάγραμμα κυκλοφοριακού φόρτου και πυκνότητας κατά Edie.	16
Διάγραμμα 2.13: Διάγραμμα μέσης ταχύτητας και πυκνότητας κατά Edie.	17
Διάγραμμα 3.1: 18/5/2018.	35
Διάγραμμα 3.2: 25/5/2018.	36
Διάγραμμα 3.3: 1/6/2018.	36
Διάγραμμα 3.4: Ανιχνευτής 366 (Οδός Πανεπιστημίου) - Δευτέρα 28/10/2013 (28η Οκτωβρίου).	38
Διάγραμμα 3.5: Ανιχνευτής Α.49.10 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 28/10/2013 (28η Οκτωβρίου). 38	
Διάγραμμα 3.6: Ανιχνευτής Ε.1.10 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 28/8/2013 (28η Οκτωβρίου).	38
Διάγραμμα 3.7: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 25/10/2013.	39
Διάγραμμα 3.8: Ανιχνευτής 896 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης) -Σάββατο 26/10/2013.	39
Διάγραμμα 3.9: Ανιχνευτής 366 (Οδός Πανεπιστημίου) - Κυριακή 27/10/2013.	39
Διάγραμμα 3.10: Ανιχνευτής 281 (Λεωφόρος Κηφισίας) - Δευτέρα 24/6/2013 (Αγίου Πνεύματος).	40
Διάγραμμα 3.11: Ανιχνευτής Α.49.10 (Αττική Οδός)- Δευτέρα 24/6/2013 (Αγίου Πνεύματος). . 41	
Διάγραμμα 3.12: Ανιχνευτής Ε.47.20 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 24/6/2013 (Αγίου Πνεύματος). 41	

Διάγραμμα 3.13: Ανιχνευτής 366 (Οδός Πανεπιστημίου) - Παρασκευή 21/6/2013.	41
Διάγραμμα 3.14: Ανιχνευτής 462 (Λεωφόρος Μεσογείων) - Σάββατο 22/6/2013.....	42
Διάγραμμα 3.15: Ανιχνευτής 366 (Οδός Πανεπιστημίου) - Κυριακή 23/6/2013.	42
Διάγραμμα 3.16: Ανιχνευτής 462 (Λεωφόρος Μεσογείων) - Παρασκευή 21/6/2013.	42
Διάγραμμα 3.17: Ανιχνευτής E.47.20 (Αττική Οδός) - Παρασκευή 21/6/2013.	43
Διάγραμμα 3.18: Ανιχνευτής A.49.10 (Αττική Οδός) - Τρίτη 15/8/2017 (Δεκαπενταύγουστος). 44	
Διάγραμμα 3.19: Ανιχνευτής 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Κυριακή 13/8/2017.....	44
Διάγραμμα 3.20: Ανιχνευτής 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Παρασκευή 18/8/2017.	44
Διάγραμμα 3.21: Ανιχνευτής A.49.10 (Αττική Οδός) - Κυριακή 20/8/2017.....	45
Διάγραμμα 3.22: Ανιχνευτής 809 (Λεωφόρος Ποσειδώνος) - Παρασκευή 13/4/2012 (Μεγάλη Παρασκευή).	45
Διάγραμμα 3.23: Ανιχνευτής 653 (Λεωφόρος Αθηνών) - Σάββατο 14/4/2012 (Μεγάλο Σάββατο).	46
Διάγραμμα 3.24: Ανιχνευτής 653 (Λεωφόρος Αθηνών) - Κυριακή 15/4/2012 (Κυριακή του Πάσχα).	46
Διάγραμμα 3.25: Ανιχνευτής 653 (Λεωφόρος Αθηνών) - Δευτέρα 16/4/2012 (Δευτέρα του Πάσχα).	46
Διάγραμμα 3.26: Ανιχνευτής 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Δευτέρα 16/4/2012 (Δευτέρα του Πάσχα).	47
Διάγραμμα 3.27: Ανιχνευτής 809 (Λεωφόρος Ποσειδώνος) - Δευτέρα 16/4/2012 (Δευτέρα του Πάσχα).	47
Διάγραμμα 3.28: Ανιχνευτής A.49.10 (Αττική Οδός) - Παρασκευή 13/4/2012 (Μεγάλη Παρασκευή).	47
Διάγραμμα 3.29: Ανιχνευτής E.47.20 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 16/4/2012 (Δευτέρα του Πάσχα).	48
Διάγραμμα 3.30: Ανιχνευτής 653 (Λεωφόρος Αθηνών) - Δευτέρα 23/2/2015 (Καθαρά Δευτέρα).	48
Διάγραμμα 3.31: Ανιχνευτής 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Δευτέρα 23/2/2015 (Καθαρά Δευτέρα).	49
Διάγραμμα 3.32: Ανιχνευτής E.47.20 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 23/2/2015 (Καθαρά Δευτέρα).. 49	
Διάγραμμα 3.33: Ανιχνευτής 859 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης) - Παρασκευή 20/2/2015.	49
Διάγραμμα 3.34: Ανιχνευτής A.49.10 (Αττική Οδός) - Παρασκευή 20/2/2015.	50
Διάγραμμα 3.35: Ανιχνευτής 5 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Παρασκευή 20/2/2015.	50
Διάγραμμα 3.36: Ανιχνευτής 859 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης) - Σάββατο 21/2/2015.	50
Διάγραμμα 3.37: Ανιχνευτής 859 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης) - Κυριακή 22/2/2015.	51
Διάγραμμα 3.38: Ανιχνευτής 5 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Σάββατο 21/2/2015.....	51

Διάγραμμα 3.39: Ανιχνευτής 5 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Κυριακή 22/2/2015.	51
Διάγραμμα 3.40: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 6/4/2012 (Αγίου Πνεύματος).	52
Διάγραμμα 3.41: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 24/6/2013 (Αγίου Πνεύματος).	53
Διάγραμμα 3.42: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 9/6/2014 (Αγίου Πνεύματος).	53
Διάγραμμα 3.43: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 5/6/2017 (Αγίου Πνεύματος).	53
Διάγραμμα 3.44: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 28/5/2018 (Αγίου Πνεύματος).	54
Διάγραμμα 3.45: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 1/6/2012.	54
Διάγραμμα 3.46: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 21/6/2013.	54
Διάγραμμα 3.47: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 6/6/2014.	55
Διάγραμμα 3.48: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 2/6/2017.	55
Διάγραμμα 3.49: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 25/5/2018.	55
Διάγραμμα 3.50: Διάγραμμα μεταβολής μέσου φόρτου.	57
Διάγραμμα 4.1: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.	66
Διάγραμμα 4.2: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.	66
Διάγραμμα 4.3: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.	67
Διάγραμμα 4.4: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.	67
Διάγραμμα 4.5: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.	71
Διάγραμμα 4.6: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.	71
Διάγραμμα 4.7.: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.	72
Διάγραμμα 4.8: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.	72
Διάγραμμα 4.9: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.	76
Διάγραμμα 4.10: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.	76
Διάγραμμα 4.11.: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.	77
Διάγραμμα 4.12: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.	77
Διάγραμμα 4.13: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.	81
Διάγραμμα 4.14: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.	81
Διάγραμμα 4.15: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.	82
Διάγραμμα 4.16: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.	82
Διάγραμμα 4.17: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.	85
Διάγραμμα 4.18: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.	86
Διάγραμμα 4.19: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.	86

Διάγραμμα 4.20: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.....	87
Διάγραμμα 4.21: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.....	90
Διάγραμμα 4.22: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.....	91
Διάγραμμα 4.23: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.....	91
Διάγραμμα 4.24: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.....	92

Συντομογραφίες

κ.ά. Και Άλλα/ Και Άλλοι

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Οι μετακινήσεις αναψυχής παίζουν έναν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη ζωή του ανθρώπου. Στις σημερινές κοινωνίες οι οποίες χαρακτηρίζονται από τους εξαντλητικούς ρυθμούς ζωής, το άγχος και τη κούραση που προκαλούνται κυρίως από τις συνθήκες που επικρατούν στην καθημερινότητα, στο χώρο εργασίας αλλά και στην προσωπική ζωή, οι μετακινήσεις αναψυχής είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη σωματική και ψυχική ευεξία του ανθρώπου καθώς βοηθούν στην αποβολή του άγχους και στη σωματική και ψυχική χαλάρωση. Τα ταξίδια αναψυχής όχι μόνο βοηθούν τον άνθρωπο να αποδράσει από τη ρουτίνα της καθημερινότητας αλλά ενισχύουν τις διαπροσωπικές σχέσεις καθώς αυτά δίνουν την δυνατότητα στους μετακινούμενους να έρθουν σε επαφή με αγαπημένα πρόσωπα όπως είναι οι συγγενείς και οι φίλοι που διαμένουν σε απομακρυσμένες περιοχές. Έτσι λοιπόν, τα οφέλη των ταξιδιών αναψυχής στη σωματική και ψυχική υγεία αλλά και στην ενίσχυση των διαπροσωπικών σχέσεων, τα καθιστά ιδιαιτέρως σημαντικά για τον άνθρωπο.

Στην Ελλάδα, το εύκρατο κλίμα με τους ήπιους χειμώνες και τα ζεστά καλοκαίρια αλλά και ο φυσικός πλούτος επηρεάζουν θετικά τις μετακινήσεις αναψυχής. Έτσι λοιπόν, οι εργαζόμενοι, εκμεταλλευόμενοι τις αργίες και τις γιορτές, επιχειρούν μετακινήσεις αναψυχής σε κάθε σημείο της χώρας προκειμένου να χαλαρώσουν από τα άγχη της καθημερινότητας αλλά και να έρθουν σε επαφή με συγγενικά πρόσωπα και φίλους που κατοικούν μακριά από εκείνους. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η Αθήνα αποτελεί τη μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας, τόσο σε έκταση όσο και σε πληθυσμό, οι μετακινήσεις αναψυχής που πραγματοποιούνται από κατοίκους των Αθηνών με τη χρήση των Ι.Χ τείνουν να επηρεάζουν σε ένα βαθμό τα κυκλοφοριακά μεγέθη των οδικών αξόνων του κέντρου και των προαστίων της Αθήνας.

Στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου λόγω των μετακινήσεων που πραγματοποιούνται σε περιόδους αναψυχής. Όπως αναφέρθηκε ήδη, οι περίοδοι αυτοί συνδέονται με αργίες και γιορτές στις οποίες οι εργαζόμενοι έχουν διαθέσιμο χρόνο για μετακινήσεις αναψυχής.

1.2 Δομή διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιλαμβάνει τα παρακάτω κεφάλαια τα οποία παρουσιάζονται συνοπτικά ως εξής:

- 1^ο Κεφάλαιο: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία σύντομη εισαγωγή και παρουσίαση στο πρόβλημα που διερευνάται στην παρούσα εργασία.
- 2^ο Κεφάλαιο: Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται και επεξηγούνται τα βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη τα οποία είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος, η μέση ταχύτητα και η συγκέντρωση καθώς και οι σχέσεις που συνδέουν τα προαναφερθέντα βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη. Επιπλέον πραγματοποιείται μία σύντομη παρουσίαση σε επιστημονικές έρευνες οι οποίες πραγματεύονται το ίδιο θέμα με την παρούσα διπλωματική εργασία.

- 3^ο Κεφάλαιο: Το τρίτο κεφάλαιο αφορά τη συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων. Αρχικά πραγματοποιείται μια συνοπτική παρουσίαση του βασικού οδικού δικτύου της Αθήνας μέσω των βασικών οδικών αξόνων του κέντρου και των προαστίων των Αθηνών και στη συνέχεια πραγματοποιείται εκτενής αναφορά στη συλλογή των δεδομένων. Η αναφορά στη συλλογή των δεδομένων αφορά την αναλυτική παρουσίαση των οδικών αξόνων, των ημερομηνιών και των ανιχνευτών που επιλέχθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση η οποία οδηγεί σε πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για τα πρότυπα που ακολουθεί η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου στις περιόδους αναψυχής.
- 4^ο Κεφάλαιο: Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται συνοπτική αναφορά στη μεθοδολογία της γραμμικής παλινδρόμησης, παρουσιάζονται οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν κατά την έρευνα και τέλος παρουσιάζονται αναλυτικά τα στατιστικά μοντέλα που εξήχθησαν. Τα μοντέλα αυτά δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια των κυκλοφοριακών δεδομένων και των παραμέτρων που επεξηγούνται στο Κεφάλαιο 3 και στο Κεφάλαιο 4 αντίστοιχα, και παρουσιάζονται μαζί με τα αποτελέσματα τους που οδηγούν σε σημαντικά συμπεράσματα για τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου.
- 5^ο Κεφάλαιο: Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγει η παρούσα διπλωματική εργασία.
- 6^ο Κεφάλαιο: Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα της οποίας ο σκοπός είναι η διερεύνηση της επίδρασης των μετακινήσεων αναψυχής στη μεταβολή των κυκλοφοριακών συνθηκών. Μαζί με τα βασικά κυκλοφοριακά μεγέθη παρουσιάζονται επίσης ορισμένες βιβλιογραφικές αναφορές από συγγενικές έρευνες οι οποίες καταλήγουν σε σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με το θέμα της παρούσας έρευνας.

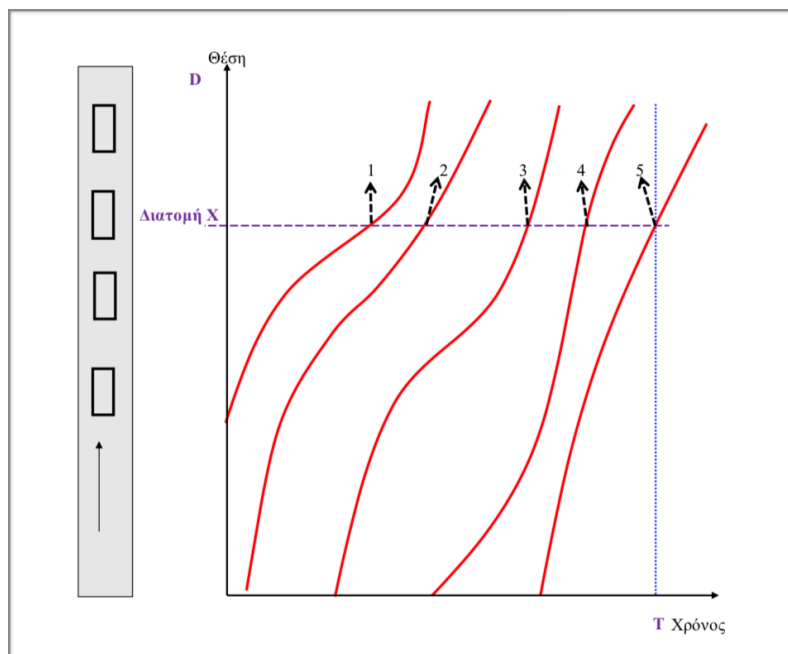
2.2 Γενικές Έννοιες

2.2.1 Κυκλοφοριακός φόρτος

Ο κυκλοφοριακός φόρτος q (traffic flow/traffic volume) αποτελεί μέγεθος με χρονική διάσταση και είναι ο συνολικός αριθμός οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή στη μονάδα του χρόνου. Ο κυκλοφοριακός φόρτος εκφράζεται σε οχήματα/ώρα και ο τρόπος μέτρησής του αφορά μέτρηση σε σημείο του αριθμού των οχημάτων N που διέρχονται από αυτό στη διάρκεια κάποιας περιόδου T , ο οποίος ανάγεται στην ώρα (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

Συνεπώς:

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



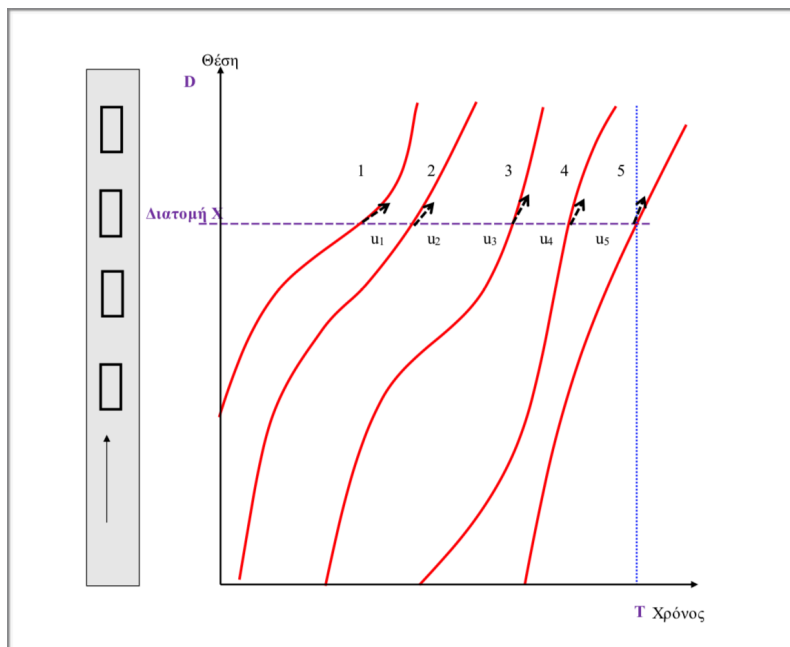
Διάγραμμα 2.1: Απεικόνιση υπολογισμού του κυκλοφοριακού φόρτου μέσω τροχιών οχημάτων.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

2.2.2 Ταχύτητα

Σύμφωνα με την θεωρία της κυκλοφοριακής τεχνικής, η ταχύτητα έχει δύο διαστάσεις: τη χρονική και τη χωρική. Πιο αναλυτικά, η μέση χρονική ταχύτητα \bar{u}_t (time mean speed) είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή και εκφράζεται σε μονάδες μήκους/χρόνο (χλμ/ώρα, μ/δλ). Ο τρόπος μέτρησης της αφορά μέτρηση σε σημείο των στιγμιαίων ταχυτήτων u_i των οχημάτων (N) που διέρχονται από αυτό στη διάρκεια κάποιας περιόδου T και αποτελεί τον μέσο όρο τους (Φρατζεσκάκης κ.ά., 2009, Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

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

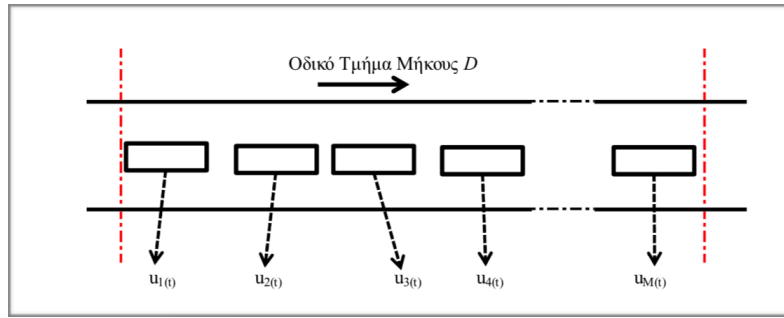


Διάγραμμα 2.2: Απεικόνιση υπολογισμού της μέσης χρονικής ταχύτητας μέσω τροχιών οχημάτων.

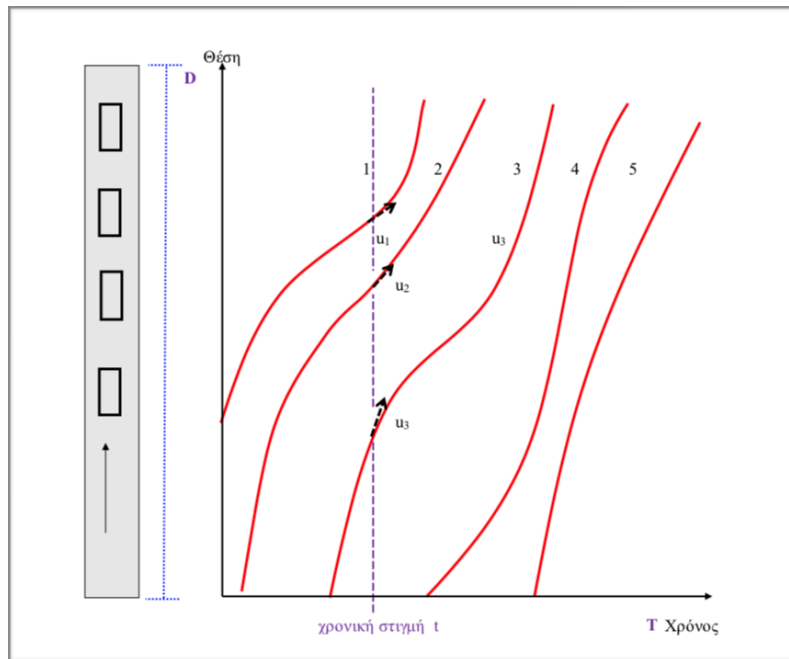
Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

Η μέση χωρική ταχύτητα \bar{u}_s (space mean speed) είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που βρίσκονται σε κάποιο οδικό τμήμα σε δεδομένη χρονική στιγμή και εκφράζεται σε μονάδες μήκους/χρόνο (χλμ/ώρα, μ/δλ). Ο τρόπος μέτρησης της αφορά μέτρηση των στιγμιαίων ταχυτήτων u_i των οχημάτων (M) που βρίσκονται σε οδικό τμήμα μήκους D σε δεδομένη χρονική στιγμή t και αποτελεί τον μέσο όρο τους (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

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

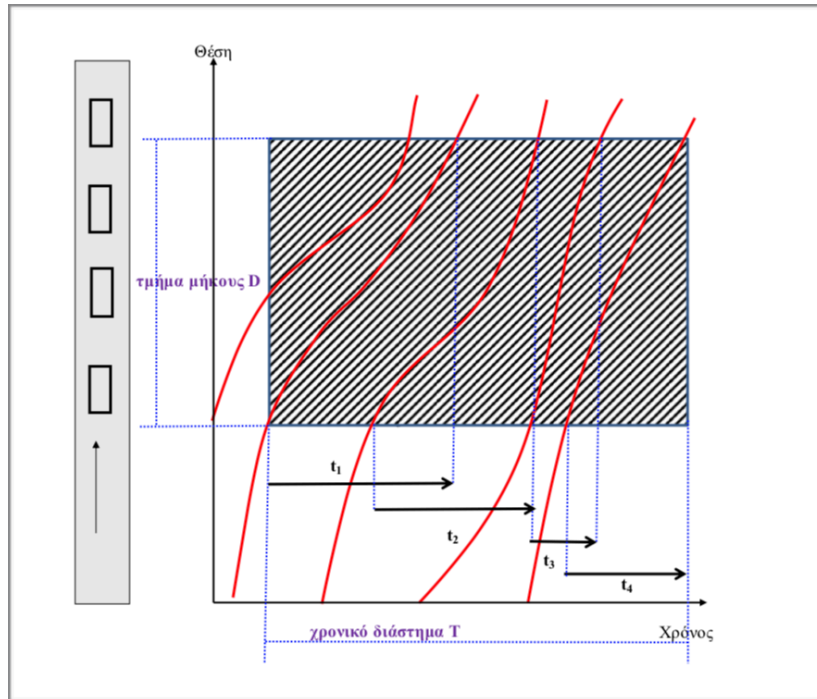


Εικόνα 2.1: Απεικόνιση μέτρησης της μέσης χωρικής ταχύτητας.
 Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.



Διάγραμμα 2.3: Απεικόνιση υπολογισμού της μέσης χωρικής ταχύτητας μέσω τροχιών οχημάτων.
 Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

Η μέση χωρική ταχύτητα ισούται με την ισοδύναμη μέση ταχύτητα που θα έπρεπε να αναπτυχθεί για να διανυθεί ένα τμήμα D σε χρόνο ίσο με το μέσο χρόνο διαδρομής των οχημάτων που κινήθηκαν στο τμήμα αυτό (Wardrop, 1952).



Διάγραμμα 2.4: Απεικόνιση υπολογισμού της ισοδύναμης μέσης χωρικής ταχύτητας μέσω τροχιών οχημάτων.

Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

Με βάση τον ορισμό της μέσης χωρικής ταχύτητας και το παραπάνω διάγραμμα προκύπτουν τα εξής:

Η μέση χωρική ταχύτητα είναι ίση με:

$$\bar{u}_s = \frac{D}{\bar{t}} = \frac{D}{\frac{1}{N} \sum_i^N t_i}$$

Με το χρόνο διάνυσης του τμήματος D από το κάθε όχημα i να δίνεται από τον τύπο:

$$t_i = \frac{D}{u_i}$$

Συνεπώς:

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

Συνεπώς, η μέση χωρική ταχύτητα αποτελεί τον αρμονικό μέσο όρο των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων. Ακόμα, ο Wardrop (1952) υπολόγισε τη σχέση μεταξύ χωρικής και χρονικής ταχύτητας ως εξής:

$$\bar{u}_t = \bar{u}_s + \frac{\sigma_s^2}{\bar{u}_s}$$

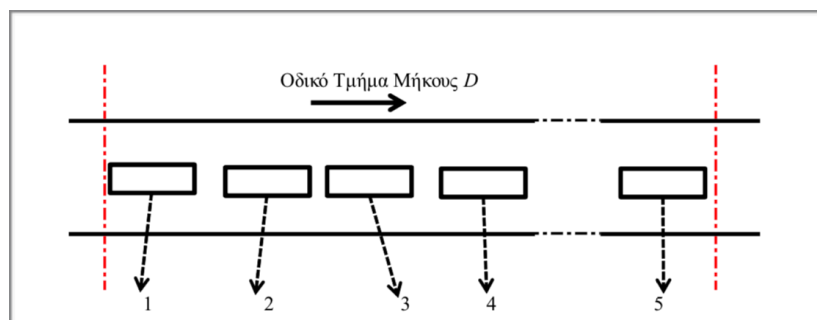
Οι Haight και Mosher (1962) δημιούργησαν την παρακάτω προσεγγιστική σχέση με την οποία μπορούμε να υπολογίσουμε τη μέση χωρική ταχύτητα από τις μετρήσεις ταχύτητας των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή, δηλαδή από τη μέση χρονική ταχύτητα. Η παρακάτω σχέση ισχύει μόνο υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις (κατανομή ταχυτήτων Pearson III).

$$\bar{u}_s \approx \bar{u}_t + \frac{\sigma_t^2}{\bar{u}_t}$$

2.2.3 Συγκέντρωση

Η συγκέντρωση εκφράζει με άμεσο τρόπο τις κυκλοφοριακές συνθήκες μέσα από δύο μεγέθη: τη πυκνότητα και τη χρονική κατάληψη. Η πυκνότητα k (density) είναι ο αριθμός των οχημάτων στη μονάδα μήκους και εκφράζεται σε οχήματα/χλμ. Ουσιαστικά εκφράζει τη συγκέντρωση στη διάσταση του χώρου. Ο τρόπος μέτρησης αφορά μέτρηση του αριθμού οχημάτων (M) που βρίσκονται σε οδικό τμήμα μήκους D σε δεδομένη χρονική στιγμή t (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

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



Εικόνα 2.2: Απεικόνιση μέτρησης της πυκνότητας.
Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

Σύμφωνα με τον ορισμό της συγκέντρωσης, η πυκνότητα λαμβάνει ελάχιστη τιμή και γίνεται ίση με 0 όταν δεν υπάρχει κανένα όχημα στο υπό εξέταση οδικό τμήμα. Αντίστοιχα, η πυκνότητα λαμβάνει μέγιστη τιμή και συμβολίζεται με k_j (110-150 οχήματα/χλμ) όταν το τμήμα είναι πλήρες, δηλαδή όταν τα οχήματα βρίσκονται σε στάση με μικρή απόσταση μεταξύ τους. Τέλος υπάρχει μία τιμή πυκνότητας η οποία βρίσκεται μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής πυκνότητας η οποία αναφέρεται ως χαρακτηριστική τιμή της πυκνότητας και παρατηρείται σε συνθήκες μέγιστου φόρτου. Η τιμή αυτή συμβολίζεται με k_m και συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 26-42 οχήματα/χλμ.

Χρονική κατάληψη ορίζεται ως το ποσοστό της μονάδας χρόνου που ένα σημείο του δρόμου καταλαμβάνεται από διερχόμενα οχήματα και εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό. Στην ουσία εκφράζει τη συγκέντρωση στη διάσταση του χρόνου και ο τρόπος μέτρησης του αφορά το άθροισμα των επιμέρους χρονικών διαστημάτων κατά τα οποία μία διατομή είναι κατειλημμένη. Η χρονική κατάληψη παρουσιάζει ελάχιστη και μέγιστη τιμή 0% και 100% αντίστοιχα. Η τιμή 0% χαρακτηρίζει διατομή από την οποία δεν έχει διέλθει κανένα όχημα στη διάρκεια της περιόδου μέτρησης ενώ η τιμή 100% χαρακτηρίζει διατομή η οποία παρουσιάζεται συνεχώς κατειλημμένη και συνεπώς τα οχήματα είναι συνεχώς σταματημένα κατά τη διάρκεια της περιόδου μέτρησης.

2.2.4 Θεμελιώδης σχέση της κυκλοφοριακής ροής

Η σχέση που δίνει την κυκλοφοριακή ροή συνδέει τον κυκλοφοριακό φόρτο, τη μέση χωρική ταχύτητα και την πυκνότητα:

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

Η θεμελιώδης σχέση της κυκλοφορίας ισχύει κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις, και πιο συγκεκριμένα καθώς τα μεγέθη αυτά είναι στοχαστικά, υπεισέρχονται στη σχέση μόνο ως μέσοι όροι. Επιπλέον, η σχέση αυτή ισχύει όταν επικρατούν σταθερές συνθήκες στο υπό εξέταση οδικό τμήμα. Δηλαδή, η κίνηση των οχημάτων γίνεται σε συνθήκες ελεύθερης ροής (δεν υπάρχει σηματοδότηση, διασταυρώσεις κ.ά.) και κατά συνέπεια η παραπάνω σχέση δεν κρίνεται αντιπροσωπευτική της κυκλοφορίας σε αστικά δίκτυα (Φρατζεσκάκης κ.ά., 2009, Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

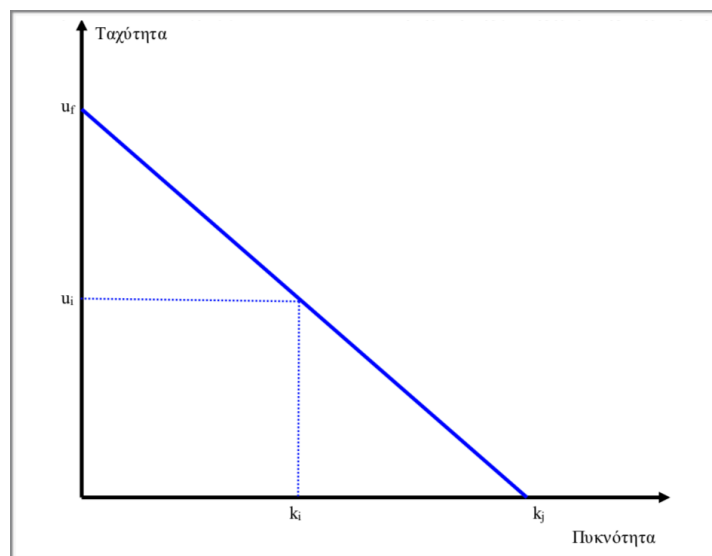
2.2.5 Σχέση ταχύτητας και πυκνότητας

Από τους ορισμούς των μεγεθών της πυκνότητας και της μέσης ταχύτητας μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

- Όταν δεν υπάρχουν οχήματα στο οδικό δίκτυο, ο οδηγός μπορεί να επιλέξει την ταχύτητα με την οποία θα κινηθεί. Η ταχύτητα αυτή εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου (π.χ. ακτίνα καμπυλότητας, κατά μήκος κλίσης, αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας, παράπλευρα εμπόδια κ.ά.). Η ταχύτητα αυτή είναι η ταχύτητα ελεύθερης ροής (free flow speed). Έτσι λοιπόν, όταν ισχύει $k=0$, η μέση χωρική ταχύτητα ισούται με την ταχύτητα ελεύθερης ροής u_f , δηλαδή $\bar{u}_s = u_f$.

- Όσο αυξάνεται ο αριθμός των οχημάτων μέσα στο οδικό τμήμα, ο οδηγός πρέπει να διατηρεί αποστάσεις από το προπορευόμενο και τα παράπλευρα κινούμενα οχήματα ενώ ταυτόχρονα κάνει ελιγμούς προσπέρασης, αλλαγής λωρίδας κ.ά. Συνεπώς, όσο αυξάνεται η πυκνότητα k , μειώνεται η χωρική ταχύτητα u_s .
- Όταν το οδικό τμήμα γεμίσει, τότε τα οχήματα βρίσκονται σε στάση. Σε αυτή τη οριακή συνθήκη ισχύει $k = k_j$ και $u_s = 0$.

Με βάση όσα αναφέρονται παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη τη θεμελιώδη σχέση της κυκλοφοριακής τεχνικής, προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα που αποτυπώνει τη σχέση της μέσης χωρικής ταχύτητας και της πυκνότητας.



Διάγραμμα 2.5: Διάγραμμα ταχύτητας και πυκνότητας.
Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

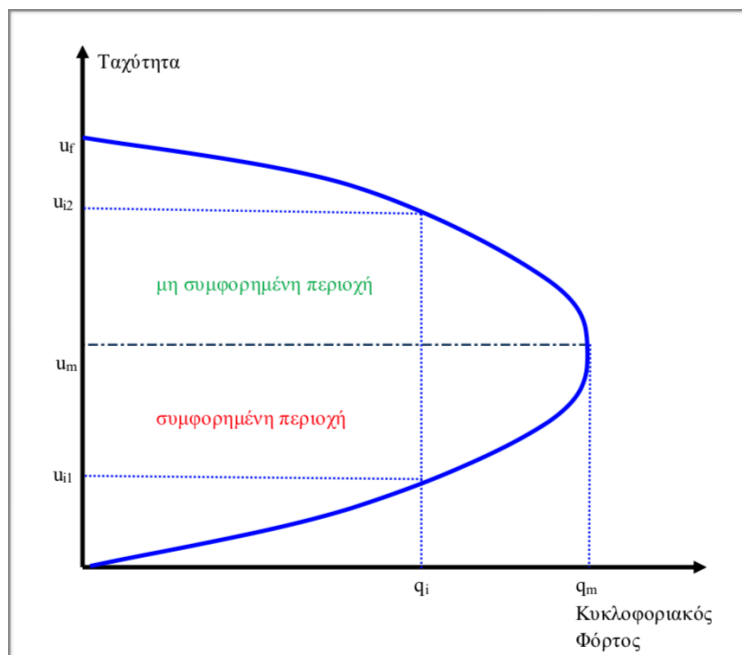
Σύμφωνα με τα παραπάνω και όπως αποτυπώνεται στο διάγραμμα, σε μία τιμή της πυκνότητας k_i αντιστοιχεί μία τιμή της χωρικής ταχύτητας u_i . Αντίστοιχα, σε μία τιμή της χωρικής ταχύτητας u_i αντιστοιχεί μία τιμή της πυκνότητας k_j . Ο κυκλοφοριακός φόρτος αποτελεί το εμβαδό της περιοχής που ορίζεται από τα σημεία k_i και u_i . Το διάγραμμα αυτό αποτυπώνει και τα τρία χαρακτηριστικά μεγέθη του κυκλοφοριακού φόρτου, της πυκνότητας και της ταχύτητας και κατά συνέπεια αποτελεί το θεμελιώδες διάγραμμα της κυκλοφοριακής ροής (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

2.2.6 Σχέση ταχύτητας και φόρτου

Από τους ορισμούς των μεγεθών του κυκλοφοριακού φόρτου και της μέσης ταχύτητας προκύπτουν τα παρακάτω:

- Σε μη συμφορημένη περιοχή. Θεωρούμε ότι δεν υπάρχει κυκλοφορία όταν δεν διέρχονται οχήματα από μία διατομή μέσα στο εξεταζόμενο χρονικό διάστημα. Επομένως, όταν ισχύει $q=0$, η μέση χωρική ταχύτητα ισούται με την ταχύτητα ελεύθερης ροής u_f , δηλαδή $\bar{u}_s = u_f$.
- Σε μη συμφορημένη περιοχή. Όσο αυξάνονται τα οχήματα που διέρχονται από τη διατομή, ο οδηγός πρέπει να διατηρεί ικανοποιητικές αποστάσεις από το προπορευόμενο και τα παράπλευρα κινούμενα οχήματα και ταυτόχρονα κάνει ελιγμούς προσπέρασης, αλλαγής λωρίδας κ.ά.
- Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή και κατ' επέκταση, καθώς αυξάνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος, οι συνθήκες κυκλοφορίας δυσχεραίνουν και κάποια στιγμή επέρχεται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Σε συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης, όσο μειώνεται ο αριθμός των οχημάτων που μπορεί να διέλθει από τη διατομή, τόσο μειώνεται και η ελευθερία κίνησης των οχημάτων. Συνεπώς, έχουμε ταυτόχρονη μείωση του φόρτου q και της χωρικής ταχύτητας \bar{u}_s .
- Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Όταν πλέον είναι πλήρες το οδικό τμήμα, δηλαδή όταν $k = k_j$, τα οχήματα είναι σταματημένα και δεν είναι εφικτό να διέλθουν οχήματα από τη διατομή. Σε αυτή την οριακή συνθήκη ισχύει $q = 0$ και $\bar{u}_s = 0$.

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται παραπάνω προκύπτει το διάγραμμα που αποτυπώνει τη σχέση μέσης χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας.



Διάγραμμα 2.6: Διάγραμμα ταχύτητας και φόρτου.
Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

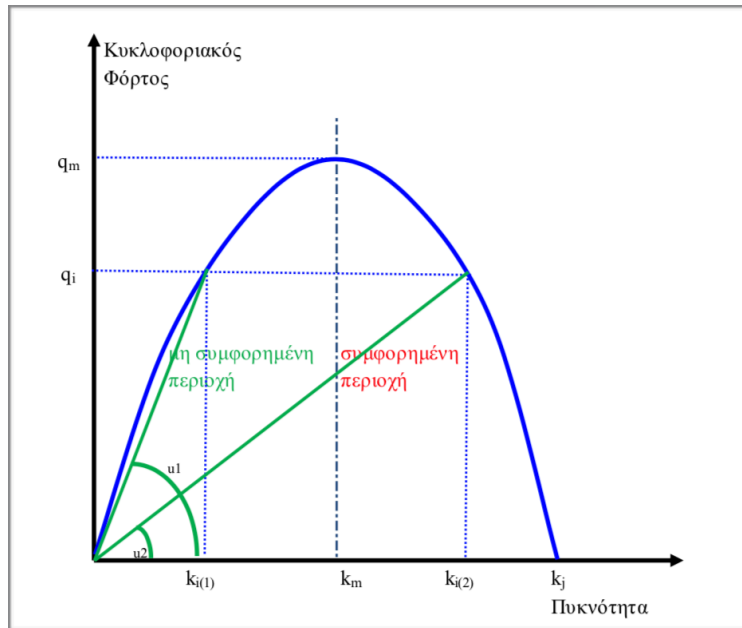
Με βάση τα παραπάνω και όπως αποτυπώνεται στο διάγραμμα, σε μία τιμή του φόρτου q_i αντιστοιχούν δύο τιμές της χωρικής ταχύτητας u_s μία για τη μη συμφορημένη και μια για τη συμφορημένη περιοχή. Αντίστοιχα, για μία τιμή της ταχύτητας u_s αντιστοιχεί μία τιμή του κυκλοφοριακού φόρτου q_i (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

2.2.7 Σχέση φόρτου και πυκνότητας

Από τους ορισμούς των μεγεθών του κυκλοφοριακού φόρτου και της πυκνότητας μπορούν να προσδιοριστούν οι παρακάτω συνθήκες:

- Σε μη συμφορημένη περιοχή. Όταν δεν υπάρχουν οχήματα στο υπό εξέταση οδικό τμήμα, δεν διέρχονται οχήματα από την υπό εξέταση διατομή. Συνεπώς: $q = 0$ και $k = 0$.
- Σε μη συμφορημένη περιοχή. Όσο αυξάνονται τα οχήματα που βρίσκονται στο υπό εξέταση τμήμα, τόσο αυξάνεται και ο αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή μέχρι τη στιγμή όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος θα λάβει τη μέγιστη τιμή q_m . Όσο αυξάνεται η πυκνότητα k , τόσο αυξάνεται και ο κυκλοφοριακός φόρτος q , έως την οριακή συνθήκη $k = k_m$ και $q = q_m$.
- Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Όταν υπάρχει κυκλοφοριακή συμφόρηση, όσο αυξάνεται ο αριθμός των οχημάτων στο οδικό τμήμα, τόσο μειώνεται ο αριθμός των οχημάτων που μπορεί να διέλθει από τη διατομή. Άρα, με περαιτέρω αύξηση της πυκνότητας k υπάρχει μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου q .
- Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Όταν το οδικό τμήμα έχει καταληφθεί πλήρως ($k = k_j$), τα οχήματα είναι σταματημένα και δεν γίνεται να διέλθουν από τη διατομή. Σε αυτή τη περίπτωση ισχύει $k = k_j$ και $q = 0$.

Σύμφωνα με τις παραπάνω συνθήκες προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα το οποίο παρουσιάζει τη σχέση πυκνότητας και κυκλοφοριακού φόρτου.



Διάγραμμα 2.7: Διάγραμμα πυκνότητας και φόρτου.
 Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

Σύμφωνα με το διάγραμμα πυκνότητας - φόρτου και όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, σε κάθε τιμή της πυκνότητας k_i αντιστοιχεί μία τιμή του κυκλοφοριακού φόρτου q_i . Αντίθετα, σε κάθε τιμή του κυκλοφοριακού φόρτου q_i αντιστοιχούν δύο τιμές της πυκνότητας, μία τιμή για τη συμφορημένη περιοχή και μία τιμή για τη μη συμφορημένη περιοχή. Επιπλέον, η εφαπτομένη της γωνίας του σχηματίζεται ισούται με την μέση χωρική ταχύτητα των οχημάτων. (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

2.2.8 Χρονικές διακυμάνσεις φόρτου

Ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσιάζει 3 κύκλους διακύμανσης: κατά τη διάρκεια του έτους, κατά τη διάρκεια της εβδομάδας και κατά τη διάρκεια της ημέρας και αντίστοιχα προκύπτουν οι μηνιαίες, ημερήσιες και ωριαίες διακυμάνσεις. (Φρατζεσκάκης κ.α., 2009)

Μηνιαία Διακύμανση

Η μηνιαία διακύμανση της ζήτησης σχετίζεται με τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Έχει παρατηρηθεί ότι η ζήτηση σε οδούς με υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους κατά τις εργάσιμες ώρες παρουσιάζει πιο ομαλή διακύμανση συγκριτικά με οδούς με υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους που σχετίζονται με δραστηριότητες αναψυχής. Ακόμα έχει παρατηρηθεί ότι η διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου είναι πιο έντονη στα υπεραστικά οδικά τμήματα απ' ότι στα αστικά.

Ημερήσια Διακύμανση

Η ημερήσια διακύμανση κατά τη διάρκεια της εβδομάδας εξαρτάται από τον τύπο της οδού. Έχει παρατηρηθεί ότι οδοί με σημαντική κυκλοφορία αναψυχής παρουσιάζουν υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου ενώ αντίθετα οδοί με σημαντική κυκλοφορία κατά τις εργάσιμες ώρες παρουσιάζουν υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους τις καθημερινές.

Ωριαία Διακύμανση

Ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας. Έχει παρατηρηθεί ότι η ωριαία διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου είναι μεγαλύτερη σε ελεύθερες λεωφόρους. Περίοδοι στις οποίες ο κυκλοφοριακός φόρτος λαμβάνει υψηλές τιμές είναι οι πρωινές και οι απογευματινές ώρες στις οποίες ο εργαζόμενος πηγαίνουν και επιστρέφουν από την εργασία τους. Η ώρα στην οποία ο κυκλοφοριακός φόρτος λαμβάνει την υψηλότερη τιμή ονομάζεται ώρα αιχμής.

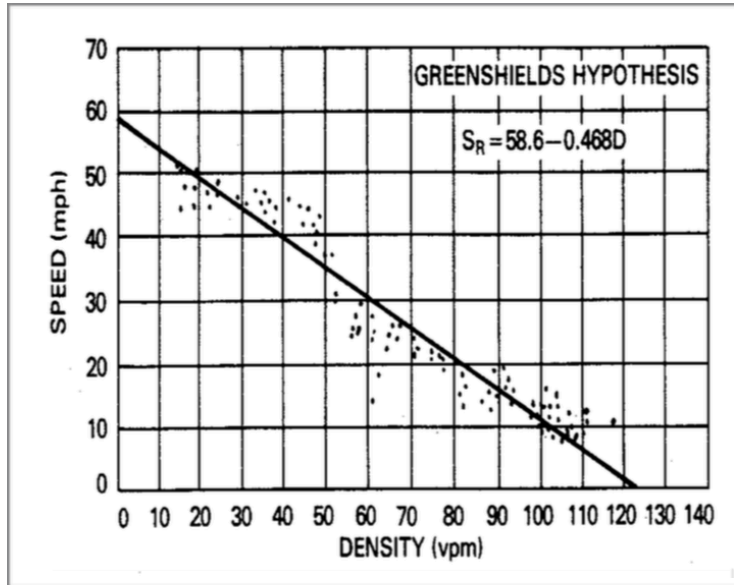
2.2.9 Μακροσκοπικά πρότυπα κυκλοφοριακής ροής

Οι σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής, που παρουσιάζονται στις προηγούμενες ενότητες, ισχύουν κάτω υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα προσεγγιστικά μοντέλα του Greenshields (1935) και του Edie (1961). Τα μοντέλα αυτά συσχετίζουν τα χαρακτηριστικά μεγέθη της κυκλοφοριακής ροής με τρόπο εμπειρικό. Ο σχεδιασμός των μοντέλων αυτών προέκυψε ύστερα από την ανάλυση μετρήσεων και προσεγγίζει περισσότερο τις πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας.

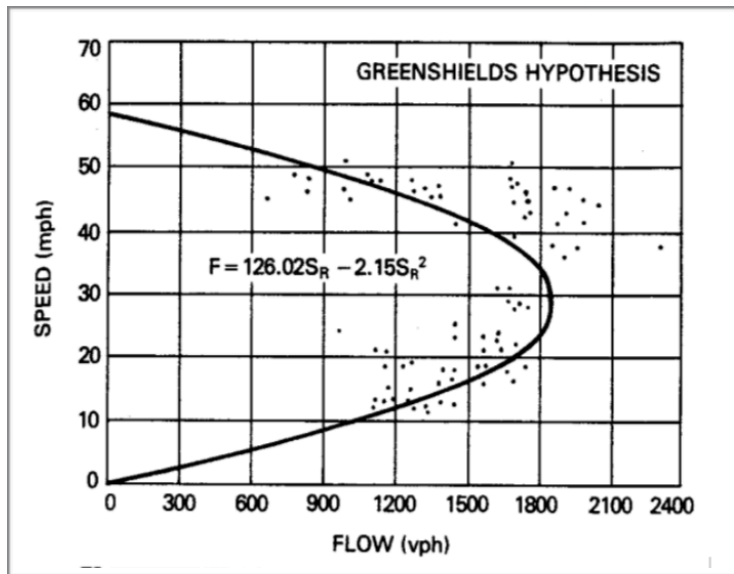
Η σχέση μεταξύ μέσης χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας ορίστηκε από τον Greenshields ως εξής:

$$u_s = u_f \left(1 - \frac{k}{k_j} \right)$$

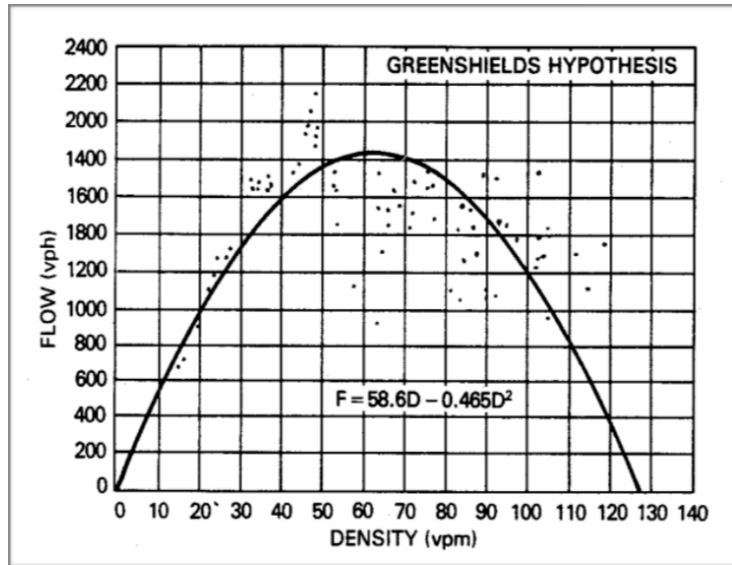
Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα που αναπαριστούν τη σχέση μεταξύ κυκλοφοριακού φόρτου, μέσης ταχύτητας και πυκνότητας κατά Greenshields (Διαγράμματα 2.8, 2.9 και 2.10).



Διάγραμμα 2.8: Διάγραμμα μέσης ταχύτητας και πυκνότητας κατά Greenshields.
 Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.



Διάγραμμα 2.9: Διάγραμμα μέσης ταχύτητας και κυκλοφοριακού φόρτου κατά Greenshields.
 Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

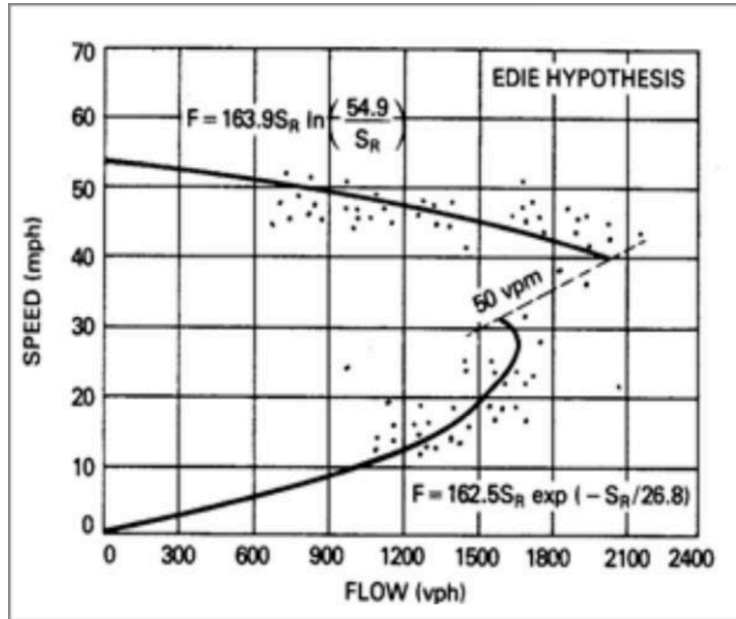


Διάγραμμα 2.10: Διάγραμμα κυκλοφοριακού φόρτου και πυκνότητας κατά Greenshields.
 Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

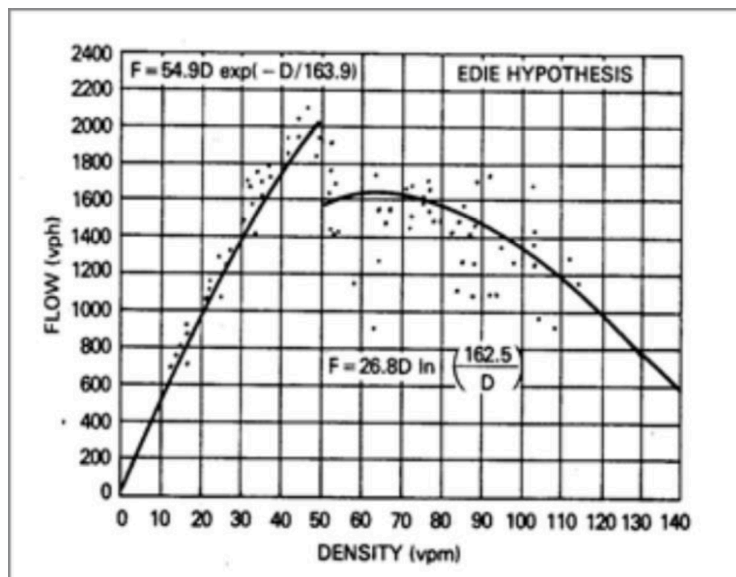
Ο Edie (1961) πρότεινε ένα μακροσκοπικό πρότυπο δύο καταστάσεων. Ένα για τη συμφορημένη περιοχή και ένα για τη μη συμφορημένη περιοχή. Η σχέση της μέσης χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας κατά τον Edie είναι εκθετική και είναι η παρακάτω:

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

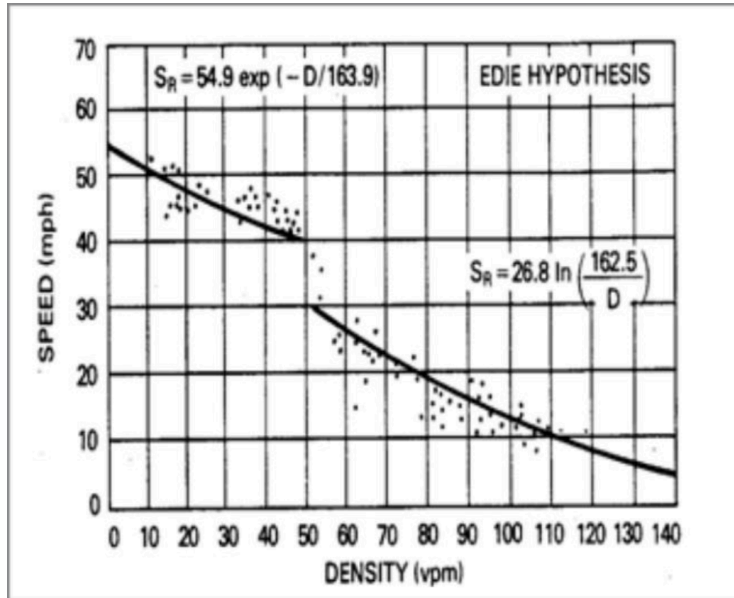
Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα που αναπαριστούν τη σχέση κυκλοφοριακού φόρτου, μέσης ταχύτητας και πυκνότητας κατά Edie (Διαγράμματα 2.11, 2.12 και 2.13). Η ασυνέχεια μεταξύ των καμπυλών που παρατηρείται και στα τρία διαγράμματα του Edie υποδηλώνει τη μετάβαση από τη μη συμφορημένη στη συμφορημένη περιοχή.



Διάγραμμα 2.11: Διάγραμμα μέσης ταχύτητας και κυκλοφοριακού φόρτου κατά Edie.
 Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.



Διάγραμμα 2.12: Διάγραμμα κυκλοφοριακού φόρτου και πυκνότητας κατά Edie.
 Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.



Διάγραμμα 2.13: Διάγραμμα μέσης ταχύτητας και πυκνότητας κατά Edie.
 Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015.

2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Πολλές είναι οι έρευνες οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί παγκοσμίως από διάφορους ερευνητές οι οποίοι προσπάθησαν να καταγράψουν και να μελετήσουν την επίδραση των μετακινήσεων αναψυχής στη μεταβολή των κυκλοφοριακών μεγεθών. Οι έρευνες αυτές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κίνηση παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων αναψυχής και ειδικά κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά ορισμένες από τις έρευνες αυτές:

Το 2008, ο Jun από το τομέα μεταφορών της Virginia USA, πραγματοποίησε έρευνα που είχε ως αντικείμενο τη διερεύνηση της μεταβολής της διανομής της ταχύτητας υπό συνθήκες κίνησης οι οποίες προκλήθηκαν από τις μετακινήσεις λόγω αναψυχής την Ημέρα των Ευχαριστιών. Η έρευνα αυτή βασίστηκε σε δεδομένα φόρτου και ταχύτητας τα οποία συλλέχθηκαν από ανιχνευτές κατά τα έτη 1997 - 2003. Τα δεδομένα που επιλέχθηκαν προέρχονταν από 10 σταθμούς καταγραφής που βρίσκονταν στη Νότια Virginia δεδομένου ότι σε αυτή την περιοχή υπάρχουν μεγάλοι διαπολιτειακοί αυτοκινητόδρομοι οι οποίοι εξυπηρετούν τις ανάγκες μετακίνησης του τουρισμού και του εμπορίου. Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μέσης ταχύτητας σε διαστήματα 15 λεπτών χωρίς να υπάρχουν κενά δεδομένων για διάστημα μίας εβδομάδας. Η μαθηματική προσέγγιση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του μοντέλου του Gauss και του αλγορίθμου Expectation-Maximization σε προγραμματιστικό περιβάλλον MATLAB. Η έρευνα υπέδειξε ότι το μοντέλο ταχύτητας παρουσίαζε μεταβολή την ημέρα πριν την Ημέρα των Ευχαριστιών γεγονός που υποδήλωνε ότι οι περισσότεροι μετακινούμενοι επέλεξαν να ταξιδέψουν μία μέρα πριν την ημέρα της γιορτής. Επίσης, το μοντέλο υπέδειξε σημαντική μεταβολή στην ταχύτητα δύο ημέρες πριν την ημέρα της γιορτής. Υψηλή μεταβολή στην ταχύτητα παρουσιάστηκε και κατά τις δύο πρώτες μέρες μετά την Ημέρα των Ευχαριστιών γεγονός που υποδηλώνει ότι οι περισσότεροι που μετακινήθηκαν λόγω της γιορτής, επιχείρησαν να επιστρέψουν στον τόπο κατοικίας τους μετά το πέρας αυτής.

Το 2014, οι Liu et al. από το πανεπιστήμιο της Alberta στον Καναδά πραγματοποίησαν έρευνα που είχε ως αντικείμενο την διερεύνηση της επιρροής των μετακινήσεων αναψυχής στον κυκλοφοριακό φόρτο χρησιμοποιώντας δεδομένα που είχαν ληφθεί από κινητά τηλέφωνα. Πιο συγκεκριμένα, οι ερευνητές, κατά τη διάρκεια του 1 έτους, συνέλεξαν δεδομένα από κινητά τηλέφωνα και ραντάρ κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου G60 (Shangai-Kunming Freeway) στη Κίνα, ο οποίος ξεκινά από τη Σανγκάη και τερματίζει στο Kunming, μία πόλη που απέχει 2730 χιλιόμετρα από τη Σανγκάη. Σκοπός της έρευνας αυτής ήταν ο προσδιορισμός του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων αναψυχής της Εργατικής Πρωτομαγιάς χρησιμοποιώντας ως δεδομένο την ταχύτητα των οχημάτων. Τα αποτελέσματα της έρευνας υπέδειξαν ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος μία ημέρα πριν την Πρωτομαγιά και την ημέρα της Πρωτομαγιάς ήταν ιδιαίτερα αυξημένος συγκριτικά με τις προηγούμενες ημέρες οι οποίες παρουσίασαν ένα παρόμοιο πρότυπο κίνησης. Το φαινόμενο οφείλεται στο γεγονός ότι οι μετακινούμενοι επισκέπτονται την οικογένεια και τους φίλους τους κυρίως κατά τη διάρκεια των ημερών αναψυχής.

Το 2018, οι Xu et al. από το τεχνολογικό εργαστήριο της Huawei, ανέπτυξαν ένα μοντέλο το οποίο μπορεί να προβλέπει τον ημερήσιο ή ωριαίο κυκλοφοριακό φόρτο σε περίοδο μετακινήσεων αναψυχής έως και 15 ημέρες μετά. Τα δεδομένα επιλέχθηκαν από 3 βάσεις

δεδομένων οι οποίες βρίσκονται σε 3 επαρχίες της Κίνας. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από αυτές τις 3 βάσεις καλύπτουν ένα χρονικό διάστημα μικρότερο του 1 έτους. Για κάθε βάση, οι ερευνητές επέλεξαν δεδομένα 10 εβδομάδων πριν τις ημέρες αναψυχής για να αναλύσουν. Οι γιορτές που επιλέχθηκαν είναι αυτές της Πρωτοχρονιάς, της Άνοιξης, του φεστιβάλ Qing Ming, των φεστιβάλ του Dragon Boat και Mid-Autumn και της Εθνικής Μέρας. Οι γιορτές που μελετήθηκαν χωρίστηκαν σε 3 κατηγορίες με βάση τη διάρκεια και τα χαρακτηριστικά τους. Στη συνέχεια οι ερευνητές σχεδίασαν δύο μοντέλα, ένα μοντέλο Prophet και ένα υβριδικό μοντέλο που βασίζεται στον αλγόριθμο K-means. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το υβριδικό μοντέλο έκανε προβλέψεις με πολύ καλύτερη ακρίβεια συγκριτικά με το μοντέλο Prophet. Τέλος οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το υβριδικό μοντέλο είναι ιδιαίτερος αποδοτικό σε περιπτώσεις που ο όγκος των δεδομένων είναι περιορισμένος.

Το 2007, οι Cools et al. πραγματοποίησαν έρευνα η οποία σχετίζεται με τη διερεύνηση της επίδρασης των μετακινήσεων αναψυχής στην ημερήσια κυκλοφορία και προβλέπει το μελλοντικό κυκλοφοριακό φόρτο κατά τη περίοδο των μετακινήσεων αναψυχής. Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από ανιχνευτές οι οποίοι βρίσκονται στον αυτοκινητόδρομο E314 στην κατεύθυνση των Βρυξελλών. Ο αυτοκινητόδρομος αυτός αποτελεί έναν από τους κύριους αυτοκινητοδρόμους των Βρυξελλών και χρησιμοποιείται καθημερινά από έναν μεγάλο αριθμό μετακινούμενων. Οι ανιχνευτές που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή συνέλεξαν δεδομένα κατά τα έτη 2003, 2004 και 2005. Τα δεδομένα αυτά, τα οποία λαμβάνονταν από τους φορατές κάθε 1 λεπτό, σχετίζονται με τον αριθμό των αυτοκινήτων και τον αριθμό των φορτηγών που διήλθε από αυτούς, την κατάληψη του ανιχνευτή και τη μέση ταχύτητα όλων των οχημάτων. Κατά τη διεξαγωγή της μελέτης ερευνήθηκαν περίοδοι αναψυχής όπως αυτές των Χριστουγέννων, της άνοιξης, του Πάσχα, της Πρωτομαγιάς, της Ανάληψης κ.ά.. Για όλες τις ημέρες αναψυχής που μελετήθηκαν θεωρήθηκε ότι τα γειτονικά Σαββατοκύριακα άνηκαν και αυτά στην περίοδο των ημερών αναψυχής, ενώ για γιορτές που έλαβαν χώρα Τρίτη και Πέμπτη, η Δευτέρα και το Σαββατοκύριακο πριν την Τρίτη και η Παρασκευή και το Σαββατοκύριακο μετά την Πέμπτη, θεωρήθηκαν και αυτές ως ημέρες αναψυχής. Ο λόγος για τον οποίο οι ερευνητές έκαναν αυτή την παραδοχή βασίζεται στο γεγονός ότι συνήθως οι εργαζόμενοι παίρνουν άδεια από την εργασία τους εκείνες τις μέρες (Δευτέρα και Παρασκευή) προκειμένου να παρατείνουν τη διάρκεια των διακοπών τους. Στη συνέχεια, οι ερευνητές μοντελοποίησαν τα δεδομένα βασίζόμενοι σε δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση βασίζεται στο γεγονός ότι οι συνεχείς μετρήσεις συσχετίζονται και έτσι είναι εφικτό να περιγραφούν οι παροντικές και οι μελλοντικές τιμές χρησιμοποιώντας τιμές του παρελθόντος και η δεύτερη προσέγγιση βασίζεται στη παλινδρόμηση. Δύο μοντέλα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα και αφορούν την πρώτη προσέγγιση είναι τα μοντέλα ARMA και Exponential Smoothing ενώ δύο άλλα μοντέλα τα οποία σχετίζονται με την παλινδρόμηση είναι το μοντέλο της παλινδρόμησης και το μοντέλο Box-Tiao. Οι ερευνητές εφάρμοσαν τα μοντέλα αυτά με σκοπό να προβλέψουν τον κυκλοφοριακό φόρτο σε περιόδους αναψυχής και κατέληξαν στα εξής:

- Τα Σαββατοκύριακα ο κυκλοφοριακός φόρτος τείνει να είναι χαμηλότερος σε σύγκριση με τις καθημερινές μέρες. Το μοντέλο Box-Tiao υπέδειξε ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος κατά τις καθημερινές ημέρες των ημερών αναψυχής είναι χαμηλότερος.
- Όταν η πρόβλεψη του καθημερινού κυκλοφοριακού φόρτου είναι απαραίτητη, το μοντέλο Box-Tiao φαίνεται να δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Τα μοντέλα Smoothing θα πρέπει να αποφεύγονται για προβλέψεις με μεγάλο χρονικό ορίζοντα.

Το 2018, Luo et al. από το πανεπιστήμιο Xi'an της Κίνας προσπάθησαν να προβλέψουν τον κυκλοφοριακό φόρτο κατά την περίοδο των μετακινήσεων αναψυχής χρησιμοποιώντας μία υβριδική μέθοδο η οποία συνδυάζει τη μέθοδο του διακριτού μετασχηματισμού Fourier και τη μέθοδο της παλινδρόμησης. Η τάση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρήθηκε με την χρήση της μεθόδου Fourier (DFT) ενώ η μέθοδος της παλινδρόμησης (SVR) χρησιμοποιήθηκε για να υπολογιστούν τα σφάλματα. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε στους σταθμούς διοδίων της πυκνοκατοικημένης επαρχίας Jiangsu της Κίνας. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα συλλέχθηκαν κατά τη περίοδο 2011 - 2015, κατά τη διάρκεια των εορτασμών του φεστιβάλ Qingming και της Εθνικής Ημέρας. Ως μεσοδιάστημα στη συλλογή των δεδομένων ορίστηκε η 1 ώρα και συνολικά συλλέχθηκαν 1200 δεδομένα από 50 ημέρες. Η βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε από τους μελετητές χωρίστηκε σε δύο τμήματα. Το πρώτο τμήμα με τα 960 δεδομένα χρησιμοποιήθηκε στην εκπαίδευση του αλγορίθμου ενώ το δεύτερο με τα υπόλοιπα 240 δεδομένα, χρησιμοποιήθηκε στην αξιολόγηση της απόδοσης του αλγορίθμου. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα υπέδειξαν ότι το ποσοστό του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη περίοδο των μετακινήσεων αναψυχής αυξάνεται με σταθερό ποσοστό 10% κάθε έτος. Επίσης παρατηρήθηκε ότι τα δεδομένα ήταν παρόμοια κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων αναψυχής κάθε έτους ενώ για την πρώτη και τελευταία μέρα των μετακινήσεων αναψυχής παρατηρήθηκε αυξομείωση στον κυκλοφοριακό φόρτο. Η ωριαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου κάθε ημέρας αναψυχής παρουσίασε την ίδια τάση με υψηλούς φόρτους κατά τη διάρκεια της ημέρας και χαμηλούς φόρτους κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η διερεύνηση αυτή υπέδειξε ότι ο αλγόριθμος που εφαρμόστηκε (DFT-SVR) έδωσε αποτελέσματα υψηλότερης ακρίβειας σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους (ARIMA, SVR και EMD-SVR) και συνεπώς αποτελεί έναν αποτελεσματικό αλγόριθμο για την πρόβλεψη της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων αναψυχής και κυρίως των μετακινήσεων αναψυχής μεγάλης διάρκειας.

Το 2009, οι Cools et al. χρησιμοποιώντας τις παραδοχές και τις προσεγγίσεις προηγούμενης έρευνας, η οποία πραγματοποιήθηκε από τους ίδιους το 2007, πραγματοποίησαν νέα έρευνα η οποία σχετίζεται με τη διερεύνηση της επίδρασης των μετακινήσεων αναψυχής στην ημερήσια κυκλοφορία χρησιμοποιώντας τα μοντέλα ARIMAX και SARIMAX. Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από ανιχνευτές από 4 περιοχές. Οι 2 από τις περιοχές αυτές βρίσκονται στον αυτοκινητόδρομο E314 ο οποίος οδηγεί εντός και εκτός των Βρυξελλών και χρησιμοποιείται καθημερινά από μετακινούμενους και οι άλλες 2 βρίσκονται στον αυτοκινητόδρομο E40 ο οποίος χρησιμοποιείται για μετακινήσεις αναψυχής αφού οδηγεί στις παραθαλάσσιες περιοχές του Βελγίου. Όπως στην έρευνα του 2007, έτσι και στη παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα βασισμένα σε δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση βασίζεται στο γεγονός ότι οι συνεχείς μετρήσεις σχετίζονται και επομένως είναι εφικτό να περιγραφούν οι παροντικές και οι μελλοντικές τιμές χρησιμοποιώντας τιμές του παρελθόντος και η δεύτερη προσέγγιση βασίζεται στη παλινδρόμηση. Το μοντέλο που βασίστηκε στη πρώτη προσέγγιση είναι το μοντέλο SARIMA ενώ τα δύο μοντέλα που βασίστηκαν στη προσέγγιση της παλινδρόμησης είναι τα μοντέλα ARIMAX και SARIMAX. Από την εφαρμογή των τριών αυτών μοντέλων, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι και τα τρία μοντέλα λειτουργούν ικανοποιητικά. Σε ότι αφορά τη πρόβλεψη της καθημερινής κίνησης, στις 3 από τις 4 περιοχές, το μοντέλο ARIMAX παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα από τα μοντέλα SARIMA και SARIMAX ενώ στη τέταρτη περιοχή

παρουσίασε μικρή διαφορά. Επομένως οι ερευνητές θεώρησαν ότι η χρήση του μοντέλου ARIMAX είναι προτιμότερη για τις ανάγκες της πρόβλεψης.

Το 2016, οι Oti και Kamga πραγματοποίησαν ανάλυση των τάσεων και των εποχιακών μεταβολών στον κυκλοφοριακό φόρτο των διοδίων στις γέφυρες και τις σήραγγες της Νέας Υόρκης κατά τη περίοδο 2003-2013. Τα δεδομένα της έρευνας προήλθαν από 10 τοποθεσίες, 8 γέφυρες και 2 σήραγγες. Η βάση δεδομένων περιελάμβανε στοιχεία όπως ο τύπος του οχήματος (επιβατικό όχημα, φορτηγό, λεωφορείο κ.ά.) και ο τύπος της πληρωμής. Η ανάλυση έγινε σε δύο φάσεις. Αρχικά πραγματοποιήθηκε ανάλυση των δεδομένων σε μηνιαία και ημερήσια κλίμακα και στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε εβδομαδιαία κλίμακα για τις μετακινήσεις αναψυχής με τον υψηλότερο κυκλοφοριακό φόρτο όπως η Ημέρα Ανεξαρτησίας, η γιορτή των Ευχαριστιών, η ημέρα των Χριστουγέννων και η Ημέρα Μνήμης. Για την ανάλυση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων αναψυχής, πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε εβδομαδιαία βάση. Ως εβδομάδα αναψυχής οριστήκαν οι 4 μέρες πριν τις ημέρες αναψυχής, η ημέρα αναψυχής και οι 2 μέρες μετά την ημέρα αναψυχής. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η κίνηση των οχημάτων κατά τη περίοδο 2003-2013 παρέμεινε σταθερή όμως παρατηρήθηκαν μεταβολές στη χωρική κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου. Τα συγκοινωνιακά στοιχεία που εξυπηρέτησαν το κεντρικό εργασιακό τμήμα του Μανχάταν παρουσίασαν χαμηλή εποχιακή μεταβολή ενώ τα συγκοινωνιακά στοιχεία που προορίζονται για ψυχαγωγικές δραστηριότητες παρουσίασαν υψηλή εποχιακή μεταβολή. Για τα επιβατικά οχήματα, οι Παρασκευές ήταν οι ημέρες που παρουσίασαν τον υψηλότερο κυκλοφοριακό φόρτο ενώ οι Δευτέρες παρουσίασαν τον ελάχιστο. Η Ημέρα Ανεξαρτησίας, η Ημέρα Μνήμης και η Πρωτομαγιά αποτέλεσαν τις ημέρες αναψυχής με τους υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους ενώ αντιθέτως η γιορτή των Χριστουγέννων αποτέλεσε τη γιορτή με τον χαμηλότερο.

3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται συνοπτικά το κυκλοφοριακό δίκτυο της Αθήνας και γίνεται αναφορά στους οδικούς άξονες, τους ανιχνευτές, τις ημερομηνίες και τις παραμέτρους που επιλέχθηκαν για τις ανάγκες της διερεύνησης. Ακόμα παρουσιάζεται η επεξεργασία των δεδομένων που καταγράφηκαν από τους ανιχνευτές και πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση η οποία οδηγεί σε σημαντικά συμπεράσματα για το προφίλ της διακύμανσης του κυκλοφοριακού φόρτου.

3.2 Το οδικό δίκτυο της Αθήνας

Η πόλη των Αθηνών μπορεί να χωριστεί σε 5 υπο-περιοχές: το κέντρο της Αθήνας καθώς και τα βόρεια, τα δυτικά, τα ανατολικά και τα νότια προάστια. Το οδικό δίκτυο της πόλης είναι σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει εύκολη και γρήγορη μετακίνηση σε όσους επιθυμούν να μετακινηθούν μεταξύ του κέντρου των Αθηνών και των προαστίων ή μόνο μεταξύ των προαστίων και αποτελείται από αυτοκινητόδρομους, συλλεκτήριες και τοπικές οδούς, οι οποίες ενώνουν το κέντρο της πόλης με τις περιοχές των προαστίων καθώς και με τις υπόλοιπες περιοχές του νομού Αττικής αλλά και την υπόλοιπη Ελλάδα.

Κάθε υπο-περιοχή της Αθήνας παρουσιάζει ένα πλήθος σημαντικών οδικών αξόνων κάποιιοι εκ των οποίων παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

Κέντρο Αθηνών

Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας

Η Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας είναι μία από τις μεγαλύτερες και κεντρικότερες λεωφόρους της Αθήνας με μήκος 2,8 χιλιόμετρα. Η λεωφόρος αυτή ξεκινάει από τη πλατεία Συντάγματος και κατευθύνεται βόρεια προς την Κηφισιά. Το τμήμα της λεωφόρου από το Σύνταγμα έως και τους Αμπελόκηπους αποτελεί τη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας ενώ στη συνέχεια το όνομα του δρόμου αλλάζει σε Λεωφόρος Κηφισίας. Η λεωφόρος αυτή διασταυρώνεται με άλλες σημαντικές οδούς όπως η Ακαδημίας, η Λεωφόρος Βασιλέως Κωνσταντίνου και η Λεωφόρος Μεσογείων.

Λεωφόρος Αλεξάνδρας

Η Λεωφόρος Αλεξάνδρας είναι ο κεντρικός οδικός άξονας του Δήμου Αθηνών με μήκος 3 χιλιομέτρων, ο οποίος συνδέει την οδό Πατησίων με την Λεωφόρο Κηφισίας ενώ ταυτόχρονα αποτελεί το βόρειο άκρο του Δακτυλίου. Η λεωφόρος αυτή βρίσκεται ανάμεσα στον Λυκαβηττό και τα Τουρκοβούνια και συνδέει περιοχές του κέντρου της Αθήνας όπως οι Αμπελόκηποι, το Γκύζη, τα Κουντουριώτικα, η Νεάπολη, το Μουσείο και το Πεδίον του Άρεως. Η λεωφόρος αυτή διασταυρώνεται με άλλες σημαντικές οδούς όπως η Ακαδημίας, η Λεωφόρος Βασιλέως Κωνσταντίνου και η Λεωφόρος Μεσογείων.

Οδός Πανεπιστημίου

Η οδός Πανεπιστημίου αναπτύσσεται περιμετρικά του ιστορικού κέντρου της Αθήνας με αφητηρία την Πλατεία Συντάγματος και τέρμα την Πλατεία Ομονοίας ενώ διέρχεται παράλληλα των οδών Ακαδημίας και Σταδίου. Ο δρόμος αυτός είναι μονής κατεύθυνσης και έχει συνολικό μήκος 1,2 χιλιόμετρα με 6 λωρίδες κυκλοφορίας μια εκ των οποίων προορίζεται για την κίνηση των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Οδός Σταδίου

Η οδός Σταδίου συνδέει την Πλατεία Ομονοίας με την Πλατεία Συντάγματος και έχει διεύθυνση βορειοδυτική - νοτιοανατολική και αναπτύσσεται περιμετρικά του ιστορικού κέντρου και παραλλήλως της Ακαδημίας και της Πανεπιστημίου. Το μήκος του δρόμου είναι 985 μέτρα.

Οδός Πειραιώς

Η οδός Πειραιώς είναι κεντρικός οδικός άξονας μήκους 10 χιλιομέτρων και ενώνει το κέντρο της Αθήνας με τον Πειραιά. Αφητηρία της οδού αποτελεί η διασταύρωση της Ιεράς Οδού με την οδό Παναγή Τσαλδάρη και διασχίζει παράλληλα τις εισόδους των δήμων Ταύρου, Μοσχάτου και Ρέντη. Η οδός Πειραιώς διασταυρώνεται με τη Λεωφόρο Κηφισού και στη συνέχεια συνεχίζει ως Λεωφόρος Αθηνών Πειραιώς και καταλήγει στο κέντρο του Πειραιά.

Βόρεια προάστια

Λεωφόρος Κηφισίας

Η Λεωφόρος Κηφισίας αποτελεί βασικό οδικό άξονα ο οποίος καλύπτει την έκταση των 19 χιλιομέτρων και ξεκινάει από τον κόμβο των Αμπελοκήπων και συγκεκριμένα στη διασταύρωση των Λεωφόρων Αλεξάνδρας, Βασιλίσσης Σοφίας και Μεσογείων και συνδέει το κέντρο της Αθήνας με τον Βόρειο τομέα. Η λεωφόρος αυτή διέρχεται από τη γέφυρα των Αμπελοκήπων, τη γέφυρα του Ψυχικού και τη γέφυρα του Χαλανδρίου και στη συνέχεια διακλαδίζεται με τη Λεωφόρο Σπύρου Λούη στον κόμβο του Πολύδροσου και διέρχεται από τον κυκλικό κόμβο στον Παράδεισο Αμαρουσίου όπου συνδέεται με την Αττική Οδό. Η λεωφόρος συνεχίζει προς το Μαρούσι και καταλήγει στην πλατεία Πλατάνου της Κηφισίας. Στη Κηφισιά διακλαδίζεται σε δύο άξονες: τη Λεωφόρο Τατοΐου και τη Λεωφόρο Ελευθερίου Βενιζέλου οι οποίες καταλήγουν στην Εθνική Οδό Αθηνών - Λαμίας και στη Λεωφόρο Θησέως αντίστοιχα.

Λεωφόρος Μεσογείων

Η Λεωφόρος Μεσογείων συνδέει το κέντρο της Αθήνας με τα Μεσόγεια και καλύπτει την έκταση των 8,3 χιλιομέτρων. Η λεωφόρος αυτή αποτελεί φυσικό όριο μεταξύ δήμων των βορειών προαστίων όπως το Χαλάνδρι, το Νέο Ψυχικό, ο Παπάγος, ο Χολαργός και η Αγία Παρασκευή. Αφετηρία της Λεωφόρου Μεσογείων αποτελεί η Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας στους Αμπελόκηπους και σε όλο το μήκος της διαστραυρώνεται με βασικούς οδικούς άξονες όπως η Λεωφόρος Αλεξάνδρας, η Μιχαλακοπούλου, η Λεωφόρος Παναγιώτου Κανελλοπούλου και η Κατεχάκη. Ο δρόμος τερματίζει στην Περιφερειακή Υμηττού και στη Λεωφόρο Λαυρίου.

Δυτικά προάστια

Λεωφόρος Αθηνών

Η Λεωφόρος Αθηνών έχει ως αφετηρία το κέντρο της Αθήνας και κατευθύνεται προς τα δυτικά ως την Εθνική Οδό Αθηνών - Κορίνθου καλύπτοντας την έκταση των 10,9 χιλιομέτρων. Η λεωφόρος αυτή διασχίζει περιοχές των δυτικών προαστίων όπως το Αιγάλεω, το Περιστέρι και το Χαϊδάρι και καταλήγει στο Δαφνί. Στην συνέχεια ενώνεται με την Ιερά Οδό μέχρι και τα όρια της Ελευσίνας απ' όπου ξεκινά η Εθνική Οδός. Η εκκίνηση της οδού πραγματοποιείται στη Λεωφόρο Κωνσταντινουπόλεως ενώ το τέλος της βρίσκεται στη Λεωφόρο Σχιστού Σκαραμαγκά στο Χαϊδάρι.

Λεωφόρος Κηφισού

Η Λεωφόρος Κηφισού είναι κεντρικός οδικός άξονας ο οποίος καλύπτει την έκταση των 13,6 χιλιομέτρων και διέρχεται από περιοχές όπως ο Πειραιάς, το Παλαιό Φάληρο, ο Άγιος Ιωάννης Ρέντης, το Αιγάλεω, το Περιστέρι, οι Άγιοι Ανάργυροι και η Νέα Φιλαδέλφεια. Η λεωφόρος αυτή ενώνει την περιοχή της Κηφισιάς με τον Φαληρικό όρμο στην Λεωφόρο Ποσειδώνος. Η Λεωφόρος Κηφισού διασταυρώνεται με κύριους οδικούς άξονες όπως είναι η Οδός Πειραιώς, η Πέτρου Ράλλη, η Ιερά Οδός, η Λεωφόρος Αθηνών, η Λεωφόρος Κωνσταντινουπόλεως και η Λεωφόρος Δημοκρατίας.

Λεωφόρος Θηβών

Η Λεωφόρος Θηβών συνδέει τον Πειραιά με τα δυτικά και τα βορειοδυτικά προάστια ενώ παράλληλα διασχίζει μεγάλους δήμους όπως ο δήμος του Πειραιά, ο δήμος της Νίκαιας - Αγίου Ιωάννη Ρέντη, ο δήμος Αιγάλεω, ο δήμος Περιστερίου και ο δήμος Ιλίου καλύπτοντας την έκταση των 10,8 χιλιομέτρων. Η Λεωφόρος Θηβών ξεκινάει από τη συνοικία της Ρετσίνας στον Πειραιά και τερματίζει στην οδό Φυλής στο Καματερό. Διασταυρώνεται με βασικούς οδικούς άξονες όπως είναι η Λεωφόρος Στρατηγού Μακρυγιάννη, η Πέτρου Ράλλη και Γρηγορίου Λαμπράκη, η Ιερά Οδός και η Λεωφόρος Αθηνών.

Λεωφόρος Πέτρου Ράλλη

Η λεωφόρος Πέτρου Ράλλη είναι οδικός άξονας που εκτείνεται σε μήκος 7 χιλιομέτρων συνδέοντας το Ρουφ και το Βοτανικό με τη Νίκαια. Η αφετηρία της λεωφόρου είναι στην οδό Πειραιώς και διασχίζοντας του δήμους Ταύρου, Αιγάλεω και Ρέντη καταλήγει στη Νίκαια και έπειτα συνεχίζει προς το Κερατσίνι με την ονομασία Λεωφόρος Σαλαμίνας.

Ιερά Οδός

Η Ιερά Οδός είναι οδικός άξονας μήκους 7,8 χιλιομέτρων ο οποίος συνδέει την περιοχή του Κεραμεικού του κέντρου της Αθήνας με τα δυτικά προάστια. Πιο συγκεκριμένα έχει σημείο εκκίνησης τη διασταύρωση των οδών Παναγή Τσαλδάρη και Πειραιώς και τέρμα την Λεωφόρο Αθηνών στο Χαϊδάρι. Η Ιερά Οδός διέρχεται από τον Ελαιώνα, το Αιγάλεω και την Αγία Βαρβάρα και διασταυρώνεται με την Λεωφόρο Κωνσταντινουπόλεως, τη Λεωφόρο Κηφισού, τη Θηβών, τη Λεωφόρο Μεγάλου Αλεξάνδρου και τη Λεωφόρο Ελευθερίου Βενιζέλου.

Ανατολικά προάστια

Λεωφόρος Αλίμου

Η Λεωφόρος Αλίμου συνδέει τη Λεωφόρο Ποσειδώνος με τη Λεωφόρο Βουλιαγμένης και καλύπτει την έκταση των 2,5 χιλιομέτρων.

Λεωφόρος Κατεχάκη

Η Λεωφόρος Κατεχάκη ξεκινάει από τη Λεωφόρο Κηφισίας και καταλήγει στην Περιφερειακή Οδό Υμηττού διερχόμενη από τη Λεωφόρο Μεσογείων, την περιοχή του Παπάγου και τη Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου καλύπτοντας το μήκος των 9 χιλιομέτρων. Η Λεωφόρος Κατεχάκη διασταυρώνεται με τη Λεωφόρο Μεσογείων, τη Κοκκινοπούλου, τη Λεωφόρο Εθνικής Αντιστάσεως και τη Λεωφόρο Αγίου Ιωάννη Καρέα.

Νότια προάστια

Λεωφόρος Βουλιαγμένης

Η Λεωφόρος Βουλιαγμένης είναι ο κύριος οδικός άξονας των νοτίων προαστίων με συνολικό μήκος 15,3 χιλιόμετρα. Η αφετηρία της λεωφόρου είναι στο κέντρο της Αθήνας ενώ το πέρας στον Δήμο Βουλιαγμένης. Η λεωφόρος Βουλιαγμένης ξεκινάει με δύο διαφορετικούς δρόμους στο ύψος του Παγκρατίου και στη συνέχεια οι δύο δρόμοι σχηματίζουν μία ενιαία λεωφόρο στο ύψος του Αγίου Δημητρίου. Στη λεωφόρο αυτή υπάρχουν 3 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση καθώς και παράδρομοι για την εξυπηρέτηση της τοπικής κίνησης αλλά και 2 ανισόπεδοι κόμβοι. Περιοχές από τις οποίες διέρχεται η Λεωφόρος Βουλιαγμένης είναι η Δάφνη, ο Άγιος Δημήτριος, η Ηλιούπολη, ο Άλιμος, η Αργυρούπολη, το Ελληνικό, η Γλυφάδα και η Βούλα.

Λεωφόρος Συγγρού

Η Λεωφόρος Ανδρέα Συγγρού συνδέει το κέντρο της Αθήνας με το Φάληρο, τη Νέα Σμύρνη και την Καλλιθέα στην περιοχή Τζιτζιφιές. Το συνολικό μήκος του δρόμου φτάνει τα 5 χιλιόμετρα.

Λεωφόρος Ποσειδώνος

Η Λεωφόρος Ποσειδώνος είναι μία παραθαλάσσια λεωφόρος στα νότια προάστια της Αθήνας. Έχει ως αφετηρία τον Πειραιά και διερχόμενη από το Παλαιό Φάληρο, την Καλλιθέα, τον Άλιμο, το Ελληνικό και τη Γλυφάδα, καταλήγει στην Βούλα. Το συνολικό μήκος του δρόμου είναι στα 15,4 χιλιόμετρα και σε όλο το μήκος του διασταυρώνεται με βασικούς οδικούς άξονες όπως η Λεωφόρος Κηφισού και η Λεωφόρος Συγγρού.

Λοιπές οδικές αρτηρίες

Αττική Οδός

Η Αττική Οδός διατρέχει την Αττική από την Ελευσίνα έως τα Σπάτα με κύριο αυτοκινητόδρομο τον Αυτοκινητόδρομο 6 (Α6) και δευτερεύοντες τους Α61 (Μαρκόπουλο - Λαύριο), Α62 (Περιφερειακή Λεωφόρος Υμηττού), Α64 (Κορωπί - Αεροδρόμιο), Α65 (Περιφερειακή Λεωφόρος Αιγάλεω), οι οποίοι αποτελούν κλάδους του Αυτοκινητοδρόμου Α6. Ακόμα υπάρχει ο τριτεύων αυτοκινητόδρομος Α621 που είναι κλάδος του Αυτοκινητοδρόμου Α62. Το κομμάτι του αυτοκινητοδρόμου Ελευσίνας - Σπατών (με κατεύθυνση τα Σπάτα) ξεκινά μετά το σταθμό διοδίων της Ελευσίνας και τερματίζει 3 χιλιόμετρα πριν το Αεροδρόμιο. Το συνολικό μήκος της οδού είναι 48 χιλιόμετρα.

Εθνική Οδός Αθηνών - Λαμίας

Το τμήμα της Εθνικής Οδού που ενώνει την Αθήνα με τη Λαμία. Έχει μήκος 160 χιλιόμετρα και διαθέτει 2 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση.

3.3 Συλλογή Δεδομένων

3.3.1 Οδικές αρτηρίες

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στόχος της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της επίδρασης των μετακινήσεων αναψυχής στη κυκλοφορία. Για τη διερεύνηση αυτή ήταν απαραίτητο να επιλεγούν ορισμένες αντιπροσωπευτικές οδικές αρτηρίες του οδικού δικτύου της Αθήνας στις οποίες πραγματοποιήθηκε η συλλογή των δεδομένων. Οι οδικές αρτηρίες που επιλέχθηκαν για τον σκοπό αυτό είναι βασικές αρτηρίες του οδικού δικτύου της Αθήνας οι οποίες παρέχουν εύκολη και γρήγορη μετακίνηση μεταξύ των περιοχών του κέντρου των Αθηνών και των προαστίων και εξυπηρετούν σημαντικό ποσοστό των μετακινήσεων στην πόλη. Οι οδοί που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.1):

Πίνακας 3.1: Οδοί μελέτης

ΚΕΝΤΡΟ	ΒΟΡΕΙΑ ΠΡΟΑΣΤΙΑ	ΔΥΤΙΚΑ ΠΡΟΑΣΤΙΑ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΠΡΟΑΣΤΙΑ	ΝΟΤΙΑ ΠΡΟΑΣΤΙΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΟΔΟΙ
Λεωφόρος Βασ. Σοφίας	Λεωφόρος Κηφισίας	Λεωφόρος Αθηνών	—	Λεωφόρος Ποσειδώνος	Αττική Οδός
Λεωφόρος Αλεξάνδρας		Λεωφόρος Κηφισού		Λεωφόρος Βουλιαγμένης	
Οδός Πανεπιστημίου	Λεωφόρος Μεσογείων	Γούναρη		Λεωφόρος Συγγρού	Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας
		Ακτή Ποσειδώνος			

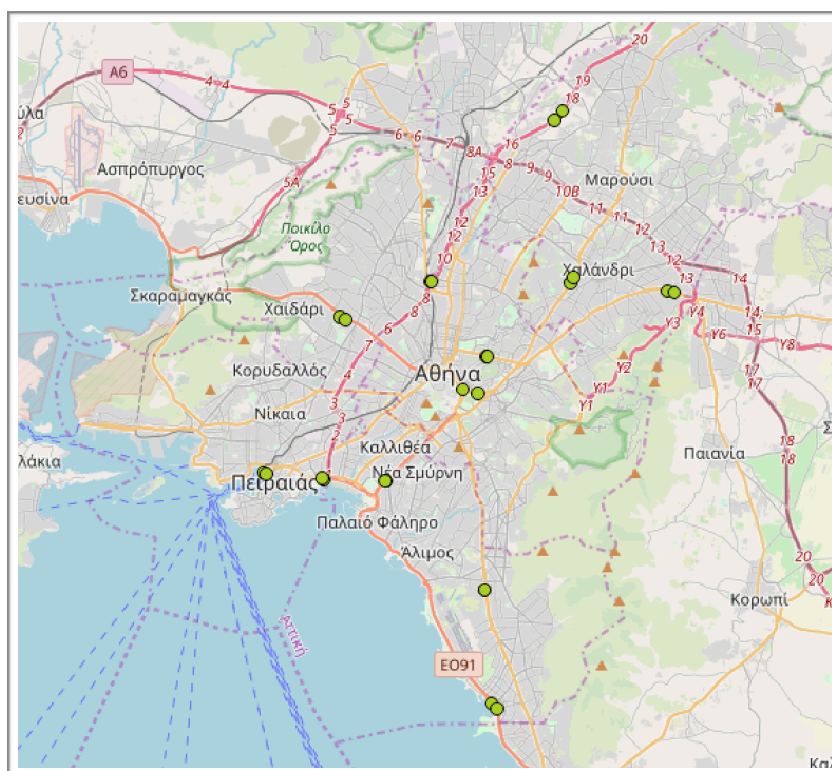
3.3.2 Ανιχνευτές

Για τη διερεύνηση της επίδρασης των μετακινήσεων αναψυχής στη μεταβολή της κυκλοφορίας είναι απαραίτητη η συλλογή ορισμένων κυκλοφοριακών στοιχείων. Ως αντιπροσωπευτικό μέγεθος κυκλοφοριακών συνθηκών επιλέχθηκε ο κυκλοφοριακός φόρτος. Η συλλογή των στοιχείων αυτών πραγματοποιείται με τη χρήση ανιχνευτών τοποθετημένων στο οδόστρωμα οι οποίοι για κάθε όχημα που διέρχεται πάνω από αυτούς, καταγράφουν τον κυκλοφοριακό φόρτο, τη μέση ταχύτητα και την κατάληψη.

Συνολικά επιλέχθηκαν 28 ανιχνευτές. 4 από τους ανιχνευτές αυτούς βρίσκονται στην Αττική Οδό ενώ οι υπόλοιποι 24 βρίσκονται στις οδούς του κέντρου και των βορείων, δυτικών και νοτίων προαστίων που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 3.1). Οι ανιχνευτές έχουν επιλεγεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχουν 2 σε κάθε οδικό τμήμα (1 για κάθε κατεύθυνση). Οι ανιχνευτές που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.2) και στον παρακάτω χάρτη με πράσινες βούλες (Εικόνα 3.1).

Πίνακας 3.2: Ανιχνευτές διερεύνησης

Νο	ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ	ΟΔΟΣ	Νο	ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ	ΟΔΟΣ
1	3	Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας	15	462	Λεωφόρος Μεσογείων
2	5	Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας	16	463	Λεωφόρος Μεσογείων
3	56	Λεωφόρος Κηφισού	17	651	Λεωφόρος Αθηνών
4	60	Λεωφόρος Κηφισού	18	653	Λεωφόρος Αθηνών
5	144	Λεωφόρος Ποσειδώνας	19	747	Ακτή Ποσειδώνας
6	153	Λεωφόρος Ποσειδώνας	20	748	Γούναρη
7	173	Λεωφόρος Συγγρού	21	808	Λεωφόρος Ποσειδώνας
8	175	Λεωφόρος Συγγρού	22	809	Λεωφόρος Ποσειδώνας
9	280	Λεωφόρος Κηφισίας	23	859	Λεωφόρος Βουλιαγμένης
10	281	Λεωφόρος Κηφισίας	24	896	Λεωφόρος Βουλιαγμένης
11	366	Οδός Πανεπιστημίου	25	A.1.20	Αττική Οδός
12	392	Λεωφόρος Βασ. Σοφίας	26	A.49.10	Αττική Οδός
13	416	Λεωφόρος Αλεξάνδρας	27	E.1.10	Αττική Οδός
14	418	Λεωφόρος Αλεξάνδρας	28	E.47.20	Αττική Οδός



Εικόνα 3.1: Σημεία Ανιχνευτών

3.3.3 Ημερομηνίες

Για να διερευνηθεί η επίδραση των μετακινήσεων αναψυχής στη μεταβολή της κυκλοφορίας ήταν απαραίτητο να επιλεγούν και να μελετηθούν συγκεκριμένες ημερομηνίες. Οι ημερομηνίες που επιλέχθηκαν αφορούν χρονικές περιόδους στις οποίες ο κόσμος μετακινείται εκτός του αστικού ιστού της Αθήνας προκειμένου να μεταβεί σε προορισμούς αναψυχής. Οι ημερομηνίες αυτές σχετίζονται με εθνικές γιορτές και αργίες στις οποίες οι επιχειρήσεις δεν λειτουργούν. Τα χρονικά διαστήματα τα οποία θεωρήθηκαν περίοδοι αναψυχής αντιστοιχούν στις γιορτές της Καθαράς Δευτέρας, του Ευαγγελισμού, του Πάσχα, της Πρωτομαγιάς, του Αγίου Πνεύματος, του Δεκαπενταύγουστου, της 28ης Οκτωβρίου και των Χριστουγέννων, οι οποίες αποτελούν αργίες και μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού δεν εργάζεται τις ημέρες αυτές.

Για τα έτη 2012, 2013, 2014, 2015, 2017 και 2018 προσδιορίστηκαν τα χρονικά διαστήματα τα οποία αντιστοιχούν στις γιορτές που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Επισημαίνεται ότι παρουσιάζεται κενό στα συλλεχθέντα στοιχεία από τον Ιούνιο του 2015 έως και τον Ιανουάριο του 2017 καθώς το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής δεν λειτουργούσε τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο και συνεπώς δε διέθετα κυκλοφοριακά στοιχεία. Οι περιπτώσεις κατά τις οποίες αργίες και γιορτές ήταν μέσα στο Σαββατοκύριακο δε μελετήθηκαν. Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες αργίες και γιορτές ήταν Παρασκευή ή Δευτέρα, ως περίοδος αναψυχής θεωρήθηκε το Σαββατοκύριακο και η ημέρα της αργίας και η Πέμπτη σε περίπτωση που η αργία ήταν Παρασκευή ή η Παρασκευή σε περίπτωση που η αργία ήταν Δευτέρα. Η επιλογή αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι ορισμένοι εκδρομείς επιλέγουν να πραγματοποιήσουν τις μετακινήσεις τους το απόγευμα της προηγούμενης ημέρας. Για τις ημέρες αναψυχής του Πάσχα επιλέχθηκε το τετραήμερο Παρασκευή - Δευτέρα. Για τις ημέρες αναψυχής του καλοκαιριού μελετήθηκε το διάστημα 10 Αυγούστου - 20 Αυγούστου και για τα 6 έτη καθώς αν εξαιρέσουμε τον Δεκαπενταύγουστο που ανήκει στο διάστημα αυτό, εκείνη την περίοδο παρατηρείται η μεγαλύτερη έξοδος των εκδρομέων. Για τις ημέρες αναψυχής των Χριστουγέννων μελετήθηκε η ημέρα των Χριστουγέννων (25 Δεκεμβρίου) και η επόμενη ημέρα (26 Δεκεμβρίου), οι οποίες αποτελούν αργία, καθώς και το απόγευμα της προηγούμενης ημέρας και το Σαββατοκύριακο για τα έτη που αυτό ήταν αμέσως μετά τις 26 Δεκεμβρίου. Οι περιπτώσεις κατά τις οποίες οι αργίες, με εξαίρεση αυτές των Χριστουγέννων, ήταν Τρίτη, Τετάρτη ή Πέμπτη δε λήφθηκαν υπόψιν καθώς δεν δημιουργούσαν τις κατάλληλες προϋποθέσεις για μετακινήσεις αναψυχής.

Στη συνέχεια ήταν απαραίτητο να προσδιοριστούν και ορισμένα διαστήματα τυπικών ημερών τα οποία συγκρίθηκαν με τα διαστήματα των ημερών αναψυχής προκειμένου να διερευνηθεί η μεταβολή των εξεταζόμενων μεγεθών μεταξύ ημερών αναψυχής και τυπικών ημερών. Ως διαστήματα τυπικών ημερών θεωρήθηκαν τα χρονικά διαστήματα τα οποία περιλαμβάνουν τις ίδιες ημέρες με τα διαστήματα αναψυχής στα οποία αντιστοιχούν αλλά απέχουν μία εβδομάδα από το διάστημα αναψυχής. Έτσι λοιπόν για κάθε διάστημα αναψυχής επιλέχθηκαν δύο διαστήματα τυπικών ημερών, ένα διάστημα τυπικών ημερών μία εβδομάδα πριν το διάστημα αναψυχής και ένα διάστημα τυπικών ημερών μία εβδομάδα μετά το διάστημα αναψυχής. Κατά την επιλογή των διαστημάτων των τυπικών ημερών έγινε έλεγχος ώστε στα διαστήματα αυτά να μη εμπεριέχουν απεργίες ή οτιδήποτε άλλο θα μπορούσε να επηρεάσει σημαντικά τις συνήθειες των μετακινούμενων και να μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεών τους. Στην περίπτωση αυτή επιλέχθηκαν διαστήματα τυπικών ημερών τα οποία απείχαν περισσότερο από μία εβδομάδα από το διάστημα αναψυχής.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι ημερομηνίες που επιλέχθηκαν για ανάλυση (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.3: Ημέρες μελέτης

ΕΤΟΣ	ΑΡΓΙΑ				ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ Ι		ΤΥΠΙΚΗ ΗΜΕΡΑ ΙΙ	
	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΗΜΕΡΑ	ΤΥΠΟΣ ΑΡΓΙΑΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ
2012	2	24	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	17	3	2
2012	2	25	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	18	3	3
2012	2	26	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	19	3	4
2012	2	27	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	20	3	5
2012	4	13	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΠΑΣΧΑ	3	30	5	4
2012	4	14	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΠΑΣΧΑ	3	31	5	5
2012	4	15	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΠΑΣΧΑ	4	1	5	6
2012	4	16	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΠΑΣΧΑ	4	2	5	7
2012	6	1	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	25	6	8
2012	6	2	ΣΑΒΒΑΤΟ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	26	6	9
2012	6	3	ΚΥΡΙΑΚΗ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	27	6	10
2012	6	4	ΔΕΥΤΕΡΑ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	28	6	11
2012	8	10	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	27	8	31
2012	8	11	ΣΑΒΒΑΤΟ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	28	9	1
2012	8	12	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	29	9	2
2012	8	13	ΔΕΥΤΕΡΑ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	30	9	3
2012	8	14	ΤΡΙΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	31	9	4
2012	8	15	ΤΕΤΑΡΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	1	9	5
2012	8	16	ΠΕΜΠΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	2	9	6
2012	8	17	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	3	9	7
2012	8	18	ΣΑΒΒΑΤΟ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	4	9	8
2012	8	19	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	5	9	9
2012	8	20	ΔΕΥΤΕΡΑ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	6	9	10
2012	12	24	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	17	1	7
2012	12	25	ΤΡΙΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	18	1	8
2012	12	26	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	19	1	9
2013	3	15	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	3	8	3	29
2013	3	16	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	3	9	3	30
2013	3	17	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	3	10	3	31
2013	3	18	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	3	11	4	1
2013	3	22	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	3	8	3	29
2013	3	23	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	3	9	3	30
2013	3	24	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	3	10	3	31

2013	3	25	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	3	11	4	1
2013	5	3	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΠΑΣΧΑ	4	19	5	17
2013	5	4	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΠΑΣΧΑ	4	20	5	18
2013	5	5	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΠΑΣΧΑ	4	21	5	19
2013	5	6	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΠΑΣΧΑ	4	22	5	20
2013	6	21	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	6	14	6	28
2013	6	22	ΣΑΒΒΑΤΟ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	6	15	6	29
2013	6	23	ΚΥΡΙΑΚΗ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	6	16	6	30
2013	6	24	ΔΕΥΤΕΡΑ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	6	17	7	1
2013	8	10	ΣΑΒΒΑΤΟ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	27	8	31
2013	8	11	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	28	9	1
2013	8	12	ΔΕΥΤΕΡΑ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	29	9	2
2013	8	13	ΤΡΙΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	30	9	3
2013	8	14	ΤΕΤΑΡΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	31	9	4
2013	8	15	ΠΕΜΠΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	1	9	5
2013	8	16	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	2	9	6
2013	8	17	ΣΑΒΒΑΤΟ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	3	9	7
2013	8	18	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	4	9	8
2013	8	19	ΔΕΥΤΕΡΑ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	5	9	9
2013	8	20	ΤΡΙΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	6	9	10
2013	10	25	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΟΧΙ	10	18	11	1
2013	10	26	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΟΧΙ	10	19	11	2
2013	10	27	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΟΧΙ	10	20	11	3
2013	10	28	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΟΧΙ	10	21	11	4
2013	12	24	ΤΡΙΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	17	1	7
2013	12	25	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	18	1	8
2013	12	26	ΠΕΜΠΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	19	1	9
2014	2	28	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	21	3	7
2014	3	1	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	22	3	8
2014	3	2	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	23	3	9
2014	3	3	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	24	3	10
2014	4	18	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΠΑΣΧΑ	4	4	5	9
2014	4	19	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΠΑΣΧΑ	4	5	5	10
2014	4	20	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΠΑΣΧΑ	4	6	5	11
2014	4	21	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΠΑΣΧΑ	4	7	5	12
2014	6	6	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	30	6	13
2014	6	7	ΣΑΒΒΑΤΟ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	31	6	14
2014	6	8	ΚΥΡΙΑΚΗ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	6	1	6	15
2014	6	9	ΔΕΥΤΕΡΑ	Α.ΠΙΝΕΥΜΑΤΟΣ	6	2	6	16

2014	8	10	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	27	8	31
2014	8	11	ΔΕΥΤΕΡΑ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	28	9	1
2014	8	12	ΤΡΙΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	29	9	2
2014	8	13	ΤΕΤΑΡΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	30	9	3
2014	8	14	ΠΕΜΠΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	31	9	4
2014	8	15	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	1	9	5
2014	8	16	ΣΑΒΒΑΤΟ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	2	9	6
2014	8	17	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	3	9	7
2014	8	18	ΔΕΥΤΕΡΑ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	4	9	8
2014	8	19	ΤΡΙΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	5	9	9
2014	8	20	ΤΕΤΑΡΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	6	9	10
2014	12	24	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	17	1	7
2014	12	25	ΠΕΜΠΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	18	1	8
2014	12	26	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	19	1	9
2014	12	27	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	20	1	10
2014	12	28	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	21	1	11
2015	2	20	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	13	2	27
2015	2	21	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	14	2	28
2015	2	22	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	15	3	1
2015	2	23	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	16	3	2
2015	4	10	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΠΑΣΧΑ	3	27	4	24
2015	4	11	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΠΑΣΧΑ	3	28	4	25
2015	4	12	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΠΑΣΧΑ	3	29	4	26
2015	4	13	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΠΑΣΧΑ	3	30	4	27
2015	4	30	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΡΩΤΟΜΑΓΙΑ	4	23	5	7
2015	5	1	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΠΡΩΤΟΜΑΓΙΑ	4	24	5	8
2015	5	2	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΠΡΩΤΟΜΑΓΙΑ	4	25	5	9
2015	5	3	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΠΡΩΤΟΜΑΓΙΑ	4	26	5	10
2017	2	24	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	10	3	10
2017	2	25	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	11	3	11
2017	2	26	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	12	3	12
2017	2	27	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	13	3	13
2017	4	14	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΠΑΣΧΑ	3	31	4	21
2017	4	15	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΠΑΣΧΑ	4	1	4	22
2017	4	16	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΠΑΣΧΑ	4	2	4	23
2017	4	17	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΠΑΣΧΑ	4	3	4	24
2017	4	28	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΠΡΩΤΟΜΑΓΙΑ	4	21	5	5
2017	4	29	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΠΡΩΤΟΜΑΓΙΑ	4	22	5	6

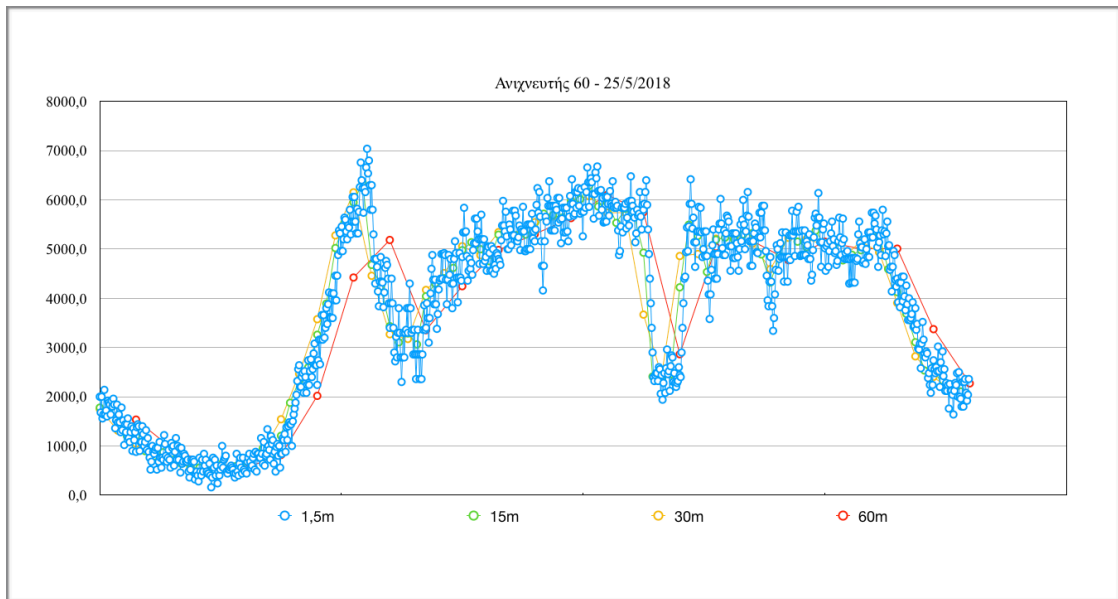
2017	4	30	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΠΡΩΤΟΜΑΓΙΑ	4	23	5	7
2017	5	1	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΠΡΩΤΟΜΑΓΙΑ	4	24	5	8
2017	6	2	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	Α.ΠΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	26	6	9
2017	6	3	ΣΑΒΒΑΤΟ	Α.ΠΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	27	6	10
2017	6	4	ΚΥΡΙΑΚΗ	Α.ΠΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	28	6	11
2017	6	5	ΔΕΥΤΕΡΑ	Α.ΠΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	29	6	12
2017	8	10	ΠΕΜΠΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	27	8	31
2017	8	11	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	28	9	1
2017	8	12	ΣΑΒΒΑΤΟ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	29	9	2
2017	8	13	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	30	9	3
2017	8	14	ΔΕΥΤΕΡΑ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	31	9	4
2017	8	15	ΤΡΙΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	1	9	5
2017	8	16	ΤΕΤΑΡΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	2	9	6
2017	8	17	ΠΕΜΠΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	3	9	7
2017	8	18	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	4	9	8
2017	8	19	ΣΑΒΒΑΤΟ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	5	9	9
2017	8	20	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	6	9	10
2017	12	22	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	15	1	19
2017	12	23	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	16	1	20
2017	12	24	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	17	1	21
2017	12	25	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	18	1	22
2017	12	26	ΤΡΙΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	19	1	23
2018	2	16	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	9	2	23
2018	2	17	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	10	2	24
2018	2	18	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	11	2	25
2018	2	19	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΚΑΘΑΡΑ ΔΕΥΤΕΡΑ	2	12	2	26
2018	4	6	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΠΑΣΧΑ	3	23	4	20
2018	4	7	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΠΑΣΧΑ	3	24	4	21
2018	4	8	ΚΥΡΙΑΚΗ	ΠΑΣΧΑ	3	25	4	22
2018	4	9	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΠΑΣΧΑ	3	26	4	23
2018	5	25	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	Α.ΠΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	18	6	1
2018	5	26	ΣΑΒΒΑΤΟ	Α.ΠΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	19	6	2
2018	5	27	ΚΥΡΙΑΚΗ	Α.ΠΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	20	6	3
2018	5	28	ΔΕΥΤΕΡΑ	Α.ΠΝΕΥΜΑΤΟΣ	5	21	6	4
2018	8	10	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	27	8	31
2018	8	11	ΣΑΒΒΑΤΟ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	28	9	1
2018	8	12	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	29	9	2
2018	8	13	ΔΕΥΤΕΡΑ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	30	9	3

2018	8	14	ΤΡΙΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	7	31	9	4
2018	8	15	ΤΕΤΑΡΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	1	9	5
2018	8	16	ΠΕΜΠΤΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	2	9	6
2018	8	17	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	3	9	7
2018	8	18	ΣΑΒΒΑΤΟ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	4	9	8
2018	8	19	ΚΥΡΙΑΚΗ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	5	9	9
2018	8	20	ΔΕΥΤΕΡΑ	15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	8	6	9	10
2018	12	24	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	17	1	7
2018	12	25	ΤΡΙΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	18	1	8
2018	12	26	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ	12	19	1	9

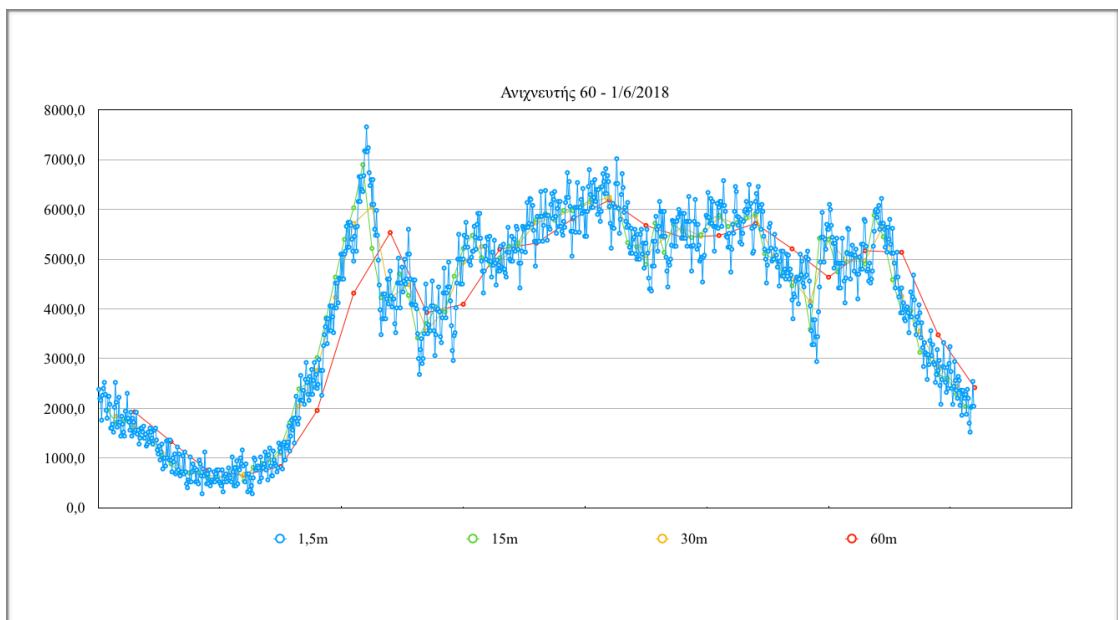
Συνολικά διερευνήθηκαν 158 ημέρες γιορτών που αφορούσαν 8 γιορτές για περίπου 6 έτη η κατανομή των οποίων παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.4.

Πίνακας 3.4: Γιορτές

ΓΙΟΡΤΗ	ΕΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΗΜΕΡΩΝ
Καθαρά Δευτέρα	2012, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018	24
Ευαγγελισμός	2013	4
Πάσχα	2012, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018	24
Εργατική Πρωτομαγιά	2015, 2017	8
Αγίου Πνεύματος	2012, 2013, 2014, 2017, 2018	20
Δεκαπενταύγουστος	2012, 2013, 2014, 2017, 2018	55
28η Οκτωβρίου	2013	4
Χριστούγεννα	2012, 2013, 2014, 2017, 2018	19



Διάγραμμα 3.2: 25/5/2018.
 Πηγή: Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας.



Διάγραμμα 3.3: 1/6/2018.
 Πηγή: Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας.

Στα τρία διαγράμματα που παρουσιάζονται παραπάνω παρατηρούνται τα εξής:

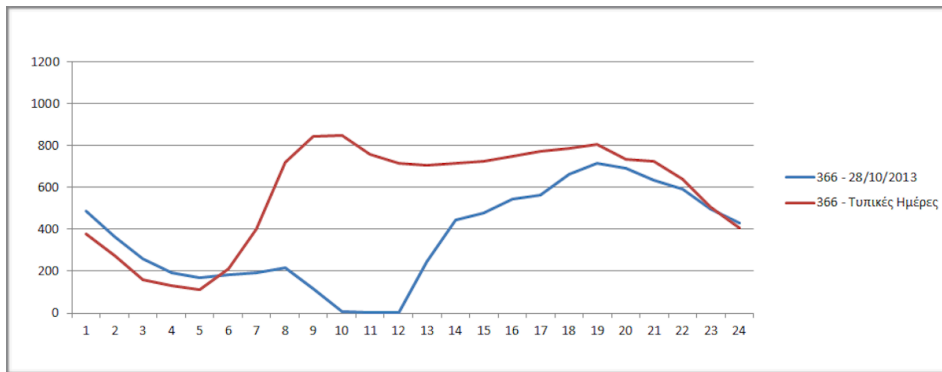
- Στην ανάλυση του κυκλοφοριακού φόρτου των 90 δευτερολέπτων οι μεταβολές που παρουσιάζονται αφορούν τυχαία γεγονότα και αποτυπώνουν τη δυναμική του κυκλοφοριακού φόρτου. Κατά συνέπεια η σύγκριση μεταξύ τυπικών ημερών και ημερών αναψυχής σε τόσο μικρά χρονικά διαστήματα δε θα οδηγήσει σε σωστά συμπεράσματα. Επομένως, η εξαγωγή συμπερασμάτων από την γραφική παράσταση των 90 δευτερολέπτων δεν είναι εφικτή.
- Η γραφική παράσταση των 60 λεπτών είναι μία ομαλή γραφική παράσταση η οποία παρουσιάζει συνοπτικά την διακύμανση του φόρτου στις 3 ημερομηνίες που επιλέχθηκαν.
- Οι γραφικές παραστάσεις των 15 και των 30 λεπτών παρουσιάζονται σχετικά ομαλές ωστόσο ο όγκος των δεδομένων που χρησιμοποιούν είναι μεγαλύτερος από αυτόν της γραφικής παράστασης της 1 ώρας χωρίς ωστόσο να δίνουν επιπλέον πληροφορίες για τη μεταβολή του φόρτου των ημερών που επιλέχθηκαν.

Έχοντας μελετήσει και τα 3 διαγράμματα που παρουσιάζονται παραπάνω (Διάγραμμα 3.1, Διάγραμμα 3.2, Διάγραμμα 3.3) γίνεται σαφές ότι η αποτύπωση του κυκλοφοριακού φόρτου σε διάστημα 1 ώρας είναι πιο εύχρηστη και κατανοητή από την αντίστοιχη των 15, 30 λεπτών και των 90 δευτερολέπτων και τελικώς επιλέχθηκε η μία ώρα ως το χρονικό διάστημα διερεύνησης.

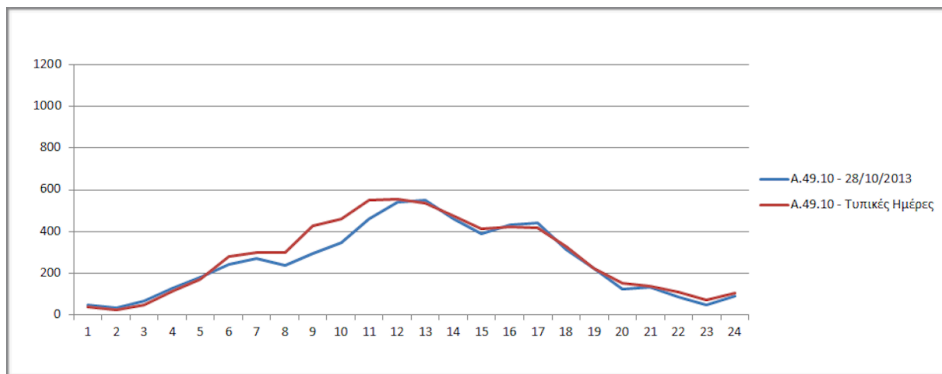
3.4 Στατιστική Ανάλυση

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση ως εξής: Για ορισμένα από τα διαστήματα αναψυχής που εξετάζει η παρούσα διερεύνηση, επιλέχθηκαν δεδομένα από ένα πλήθος ανιχνευτών, διαφορετικό για κάθε διάστημα αναψυχής, και γι' αυτά τα δεδομένα δημιουργήθηκαν γραφικές παραστάσεις που απεικονίζουν τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Σκοπός της στατιστικής ανάλυσης είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων και η καταγραφή πιθανών προφίλ των κυκλοφοριακών φόρτων που παρουσιάζονται στις γραφικές παραστάσεις που δημιουργήθηκαν και αποτυπώνουν χαρακτηριστικά μετακινήσεων.

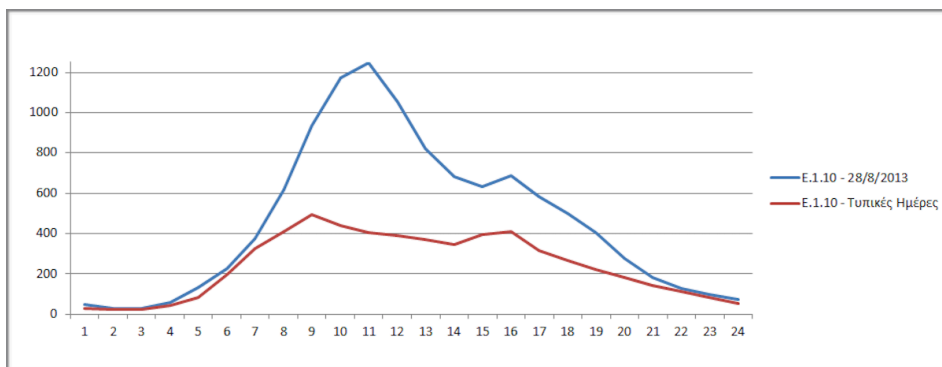
Για την γιορτή της 28ης Οκτωβρίου επιλέχθηκαν οι ανιχνευτές 173 (Λεωφόρος Συγγρού), 366 (Οδός Πανεπιστημίου), 392 (Λεωφόρος Βασ. Σοφίας), 896 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης), Α.1.20 (Αττική Οδός), Α.49.10 (Αττική Οδός), Ε.1.10 (Αττική Οδός) και Ε.47.20 (Αττική Οδός). Οι ανιχνευτές 366 και 392 επιλέχθηκαν ειδικά για την γιορτή αυτή καθώς βρίσκονται σε κεντρικούς άξονες του κέντρου των Αθηνών, οι οποίοι επηρεάζονται από τον εορτασμό της 28ης Οκτωβρίου. Οι ημέρες που μελετήθηκαν και παρουσιάζονται στα διαγράμματα της στατιστικής ανάλυσης είναι οι 25 (Παρασκευή), 26 (Σάββατο), 27 (Κυριακή) και 28 Οκτωβρίου (Δευτέρα) του έτους 2013.



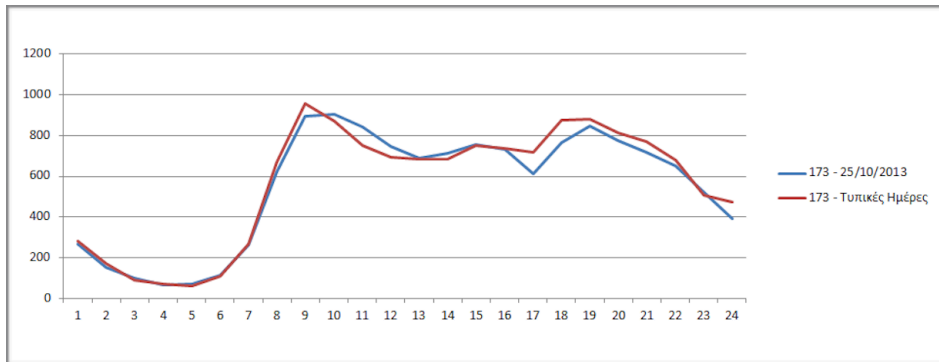
Διάγραμμα 3.4: Ανιχνευτής 366 (Οδός Πανεπιστημίου) - Δευτέρα 28/10/2013 (28η Οκτωβρίου).



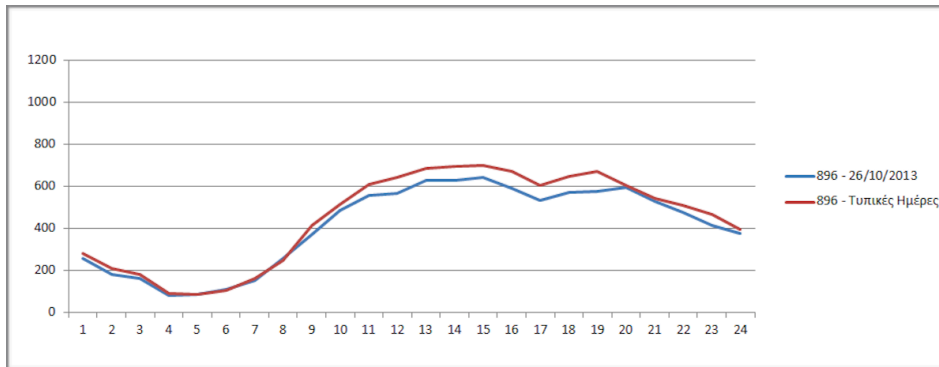
Διάγραμμα 3.5: Ανιχνευτής Α.49.10 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 28/10/2013 (28η Οκτωβρίου).



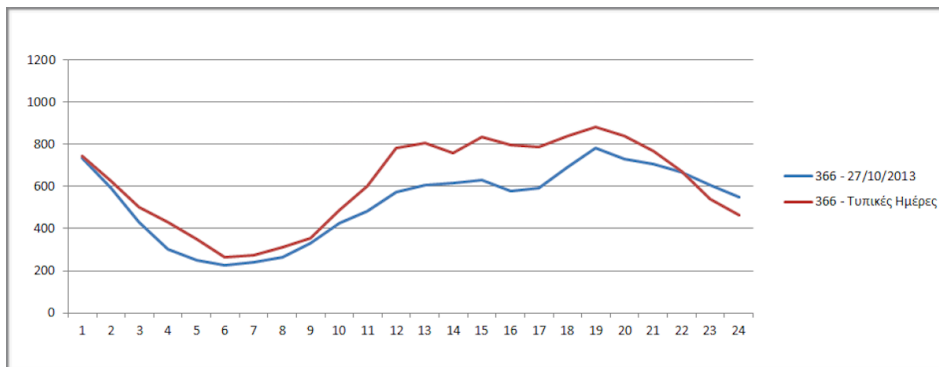
Διάγραμμα 3.6: Ανιχνευτής Ε.1.10 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 28/8/2013 (28η Οκτωβρίου).



Διάγραμμα 3.7: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 25/10/2013.



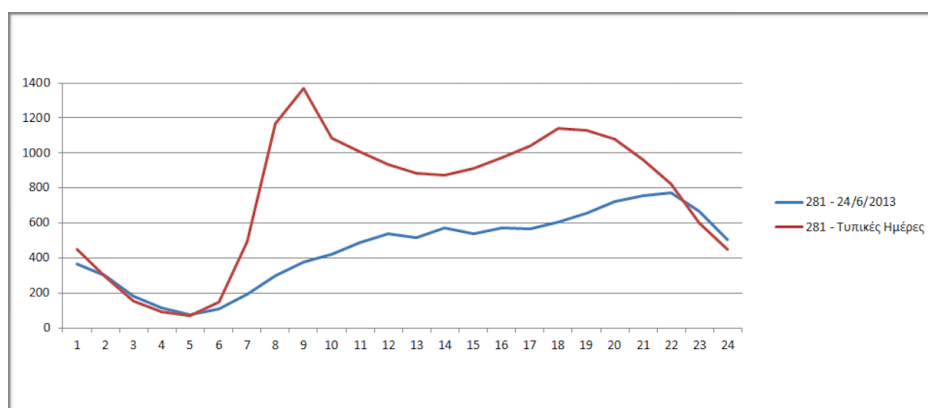
Διάγραμμα 3.8: Ανιχνευτής 896 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης) - Σάββατο 26/10/2013.



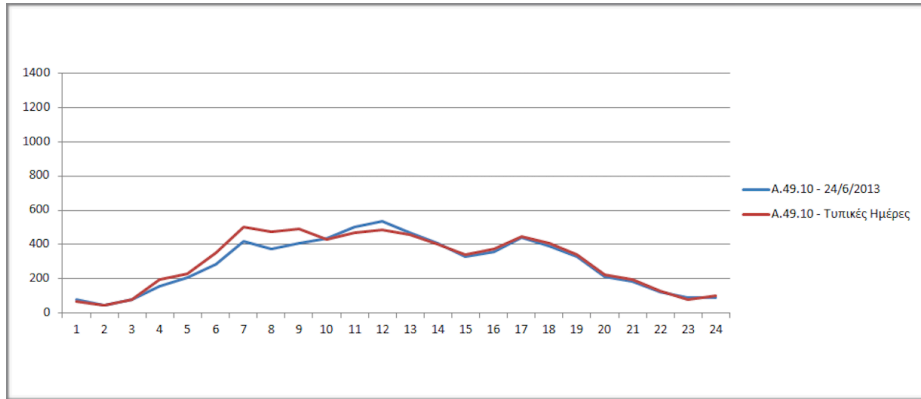
Διάγραμμα 3.9: Ανιχνευτής 366 (Οδός Πανεπιστημίου) - Κυριακή 27/10/2013.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα που δημιουργήθηκαν μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα: Την ημέρα της γιορτής (28 Οκτωβρίου), οι ανιχνευτές 173 (Λεωφόρος Συγγρού), 366 (Οδός Πανεπιστημίου), 392 (Λεωφόρος Βασ. Σοφίας) και 896 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης) κατέγραψαν χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους απ' ό,τι κατέγραψαν τις τυπικές ημέρες με εξαίρεση τις πρώτες πρωινές ώρες στις οποίες παρατηρήθηκε υψηλότερος φόρτος την ημέρα της γιορτής. Οι ανιχνευτές 366 (Οδός Πανεπιστημίου) και 392 (Λεωφόρος Βασ. Σοφίας) που βρίσκονται στο κέντρο της Αθήνας κατέγραψαν μηδενικούς φόρτους το χρονικό διάστημα 09:00 με 12:00 λόγω των εορτασμών που λαμβάνουν μέρος εκεί και απαιτούν διακοπή της κυκλοφορίας (Διάγραμμα 3.4). Για το χρονικό διάστημα 0 με 5 καταγράφηκαν υψηλότεροι φόρτοι στις 28 απ' ό,τι στις αντίστοιχες τυπικές ημέρες γεγονός που οφείλεται στο ότι η 28η είναι ημέρα αργίας και οι εργαζόμενοι έχουν την δυνατότητα να βγουν το προηγούμενο βράδυ το οποίο συνεπάγεται με αύξηση των μετακινήσεων με σκοπό την αναψυχή κατά τις βραδυνές ώρες. Για τους ανιχνευτές της Αττικής Οδού παρατηρούνται χαμηλότεροι ή και παρεμφερείς κυκλοφοριακοί φόρτοι στις 28 σε σχέση με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες (Διάγραμμα 3.5) με εξαίρεση τον ανιχνευτή Ε.1.10 (Διάγραμμα 3.6) ο οποίος βρίσκεται κοντά στο Αεροδρόμιο με κατεύθυνση προς Ελευσίνα. Σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος τις ώρες 8:00 με 20:00 σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες γεγονός που οφείλεται στην επιστροφή των εκδρομέων. Τις ημέρες 25 και 26 Οκτωβρίου οι ανιχνευτές 173 (Λεωφόρος Συγγρού), 366 (Οδός Πανεπιστημίου), 392 (Λεωφόρος Βασ. Σοφίας) και 896 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης) κατέγραψαν παρεμφερείς ή ελαφρώς χαμηλότερους φόρτους απ' ό,τι τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες (Διαγράμματα 3.7 και 3.8) ενώ στις 27 οι φόρτοι ήταν εμφανώς χαμηλότεροι μάλλον λόγω της απουσίας των εκδρομέων (Διάγραμμα 3.9).

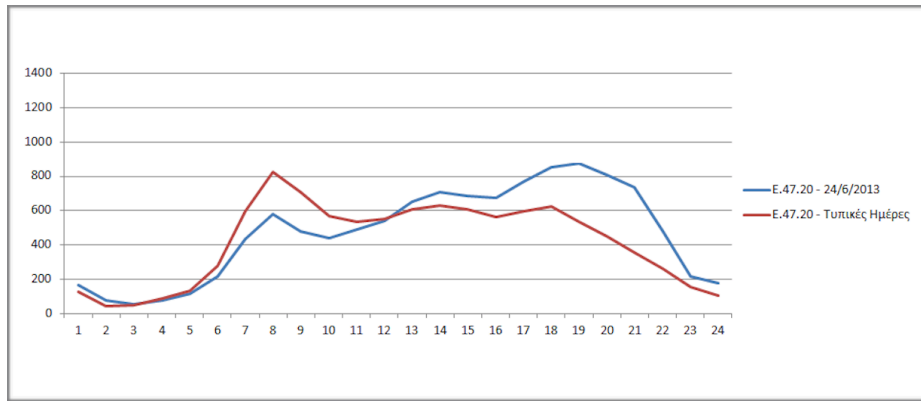
Για την γιορτή του Αγίου Πνεύματος επιλέχθηκαν οι ανιχνευτές 281 (Λεωφόρος Κηφισίας), 366 (Οδός Πανεπιστημίου), 462 (Λεωφόρος Μεσογείων), Α.49.10 (Αττική Οδός) και Ε.47.20 (Αττική Οδός). Οι ημέρες που μελετήθηκαν και παρουσιάζονται στα διαγράμματα της στατιστικής ανάλυσης είναι οι 21 (Παρασκευή), 22 (Σάββατο), 23 (Κυριακή) και 24 Ιουνίου (Δευτέρα) του έτους 2013.



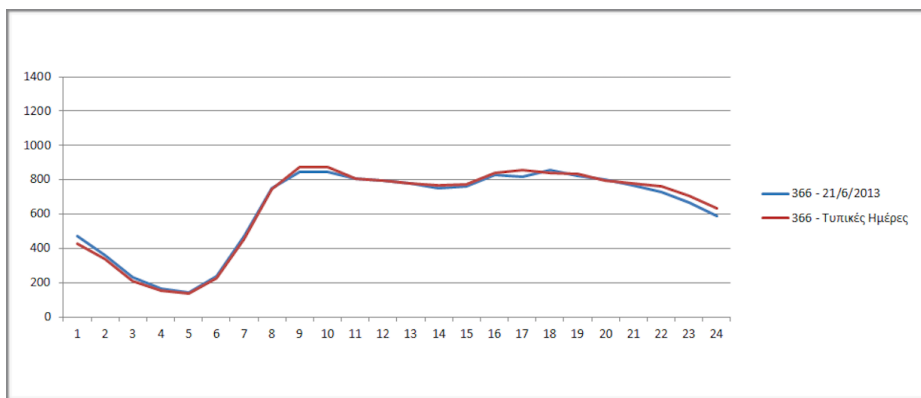
Διάγραμμα 3.10: Ανιχνευτής 281 (Λεωφόρος Κηφισίας) - Δευτέρα 24/6/2013 (Αγίου Πνεύματος).



Διάγραμμα 3.11: Ανιχνευτής Α.49.10 (Αττική Οδός)- Δευτέρα 24/6/2013 (Αγίου Πνεύματος).



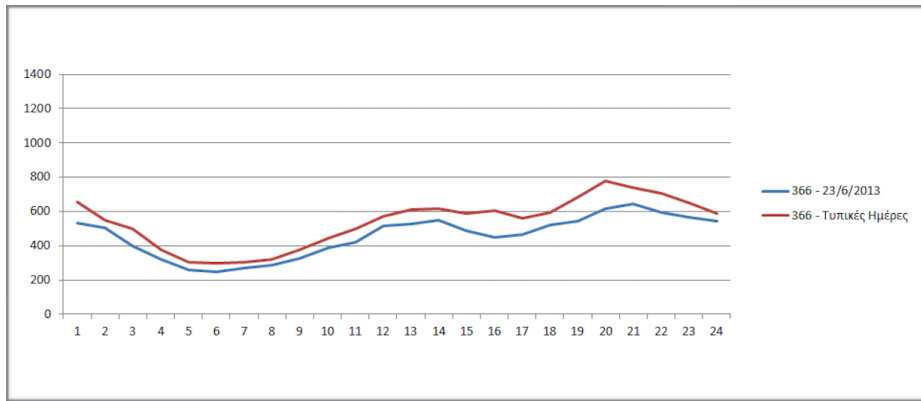
Διάγραμμα 3.12: Ανιχνευτής Ε.47.20 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 24/6/2013 (Αγίου Πνεύματος).



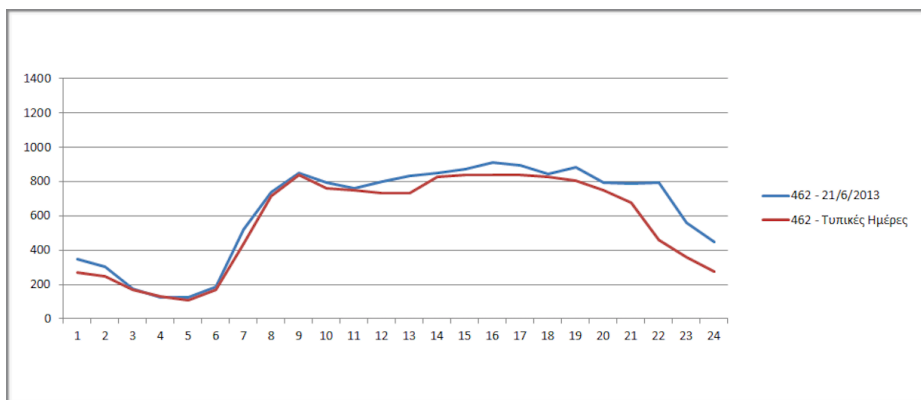
Διάγραμμα 3.13: Ανιχνευτής 366 (Οδός Πανεπιστημίου) - Παρασκευή 21/6/2013.



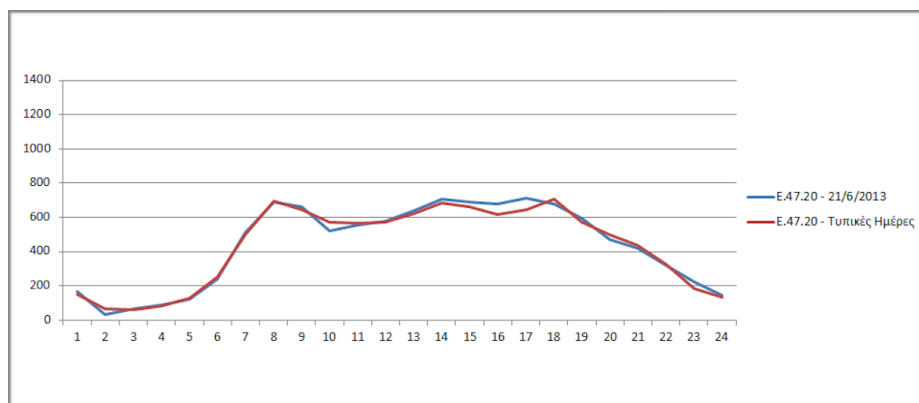
Διάγραμμα 3.14: Ανιχνευτής 462 (Λεωφόρος Μεσογείων) - Σάββατο 22/6/2013.



Διάγραμμα 3.15: Ανιχνευτής 366 (Οδός Πανεπιστημίου) - Κυριακή 23/6/2013.



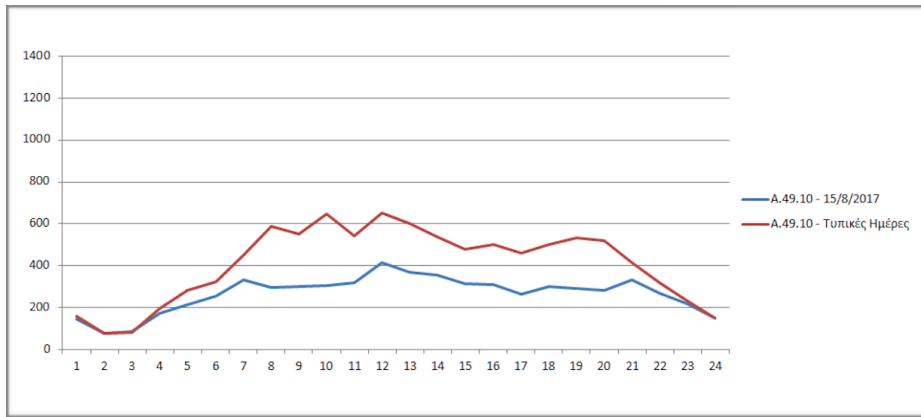
Διάγραμμα 3.16: Ανιχνευτής 462 (Λεωφόρος Μεσογείων) - Παρασκευή 21/6/2013.



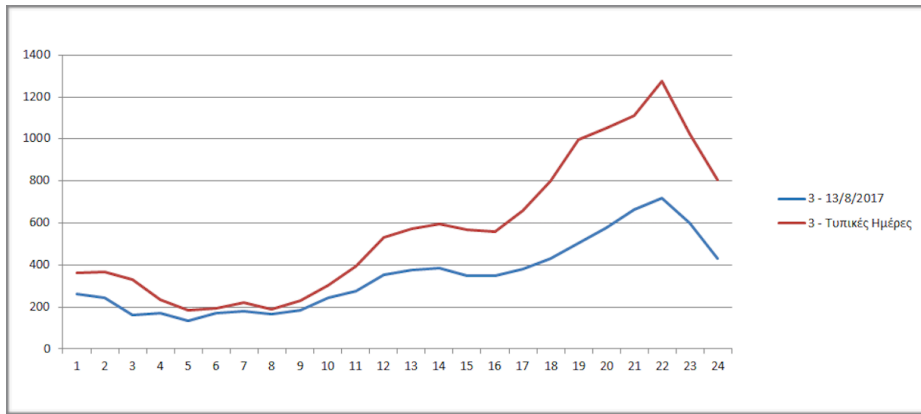
Διάγραμμα 3.17: Ανιχνευτής Ε.47.20 (Αττική Οδός) - Παρασκευή 21/6/2013.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα: Την ημέρα της γιορτής (24 Ιουνίου), οι ανιχνευτές 281 (Λεωφόρος Κηφισίας), 366 (Οδός Πανεπιστημίου) και 462 (Λεωφόρος Μεσογείων) κατέγραψαν ιδιαίτερα χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους από νωρίς το πρωί έως και τις πρώτες βραδυνές ώρες συγκριτικά με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες ενώ επίσης κατέγραψαν ελαφρώς υψηλότερους φόρτους από τις πρώτες βραδυνές ώρες έως το τέλος της ημέρας (Διάγραμμα 3.10). Ο ανιχνευτής Α.49.10 (Αττική Οδός) κατέγραψε παρεμφερείς φόρτους για το διάστημα 12:00 με 24:00 και χαμηλότερους φόρτους για το διάστημα 1:00 με 12:00 συγκριτικά με την αντίστοιχη τυπική ημέρα (Διάγραμμα 3.11) ενώ ο ανιχνευτής Ε.47.20 (Αττική Οδός) κατέγραψε υψηλότερους φόρτους στο διάστημα 12:00 με 24:00 γεγονός που οφείλεται στην επιστροφή των εκδρομέων (Διάγραμμα 3.12). Για τις ημέρες 21, 22 και 23 Ιουνίου, οι ανιχνευτές κατέγραψαν κυκλοφοριακούς φόρτους ελαφρώς χαμηλότερους συγκριτικά με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες (Διάγραμμα 3.13, 3.14 και 3.15). Εξάιρεση αποτελεί ο ανιχνευτής 462 (Λεωφόρος Μεσογείων - Διάγραμμα 3.16) για την 21 Ιουνίου, ο οποίος κατέγραψε φόρτο ελαφρώς υψηλότερο σχεδόν για ολόκληρη την ημέρα. Οι ανιχνευτές της Αττικής Οδού κατέγραψαν παρεμφερείς φόρτους και στις 3 ημέρες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες (Διάγραμμα 3.17).

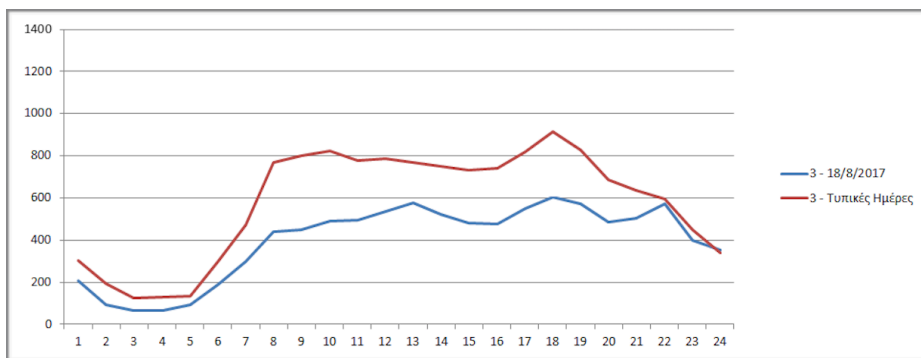
Για τις ημέρες αναψυχής του καλοκαιριού επιλέχθηκαν οι ανιχνευτές 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας), 748 (Γούναρη), 808 (Λεωφόρος Ποσειδώνος), Α.49.10 (Αττική Οδός) και Ε.47.20 (Αττική Οδός). Η ημέρα της γιορτής είναι η 15 Αυγούστου αλλά ως διάστημα αναψυχής θεωρήθηκε το διάστημα 10 - 20 Αυγούστου καθώς τότε παρατηρείται η μεγαλύτερη έξοδος. Από το διάστημα 10 - 20 Αυγούστου επιλέχθηκαν οι ημέρες: 10 (Πέμπτη), 13 (Κυριακή), 15 (Τρίτη), 18 (Παρασκευή) και 20 (Κυριακή) Αυγούστου του έτους 2017.



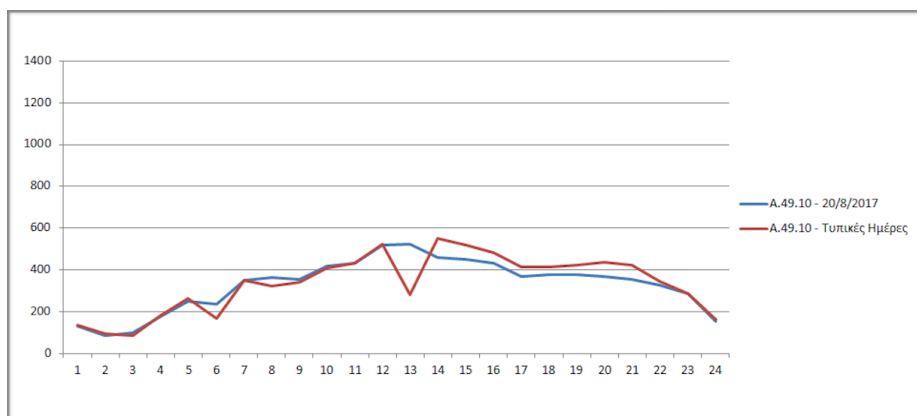
Διάγραμμα 3.18: Ανιχνευτής Α.49.10 (Αττική Οδός) - Τρίτη 15/8/2017 (Δεκαπενταύγουστος).



Διάγραμμα 3.19: Ανιχνευτής 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Κυριακή 13/8/2017.



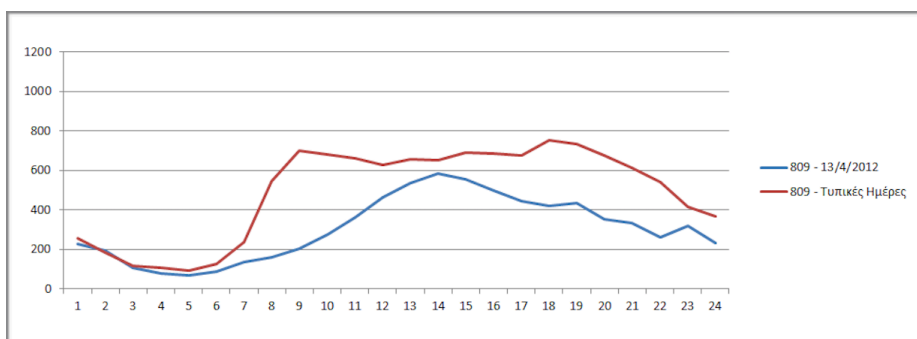
Διάγραμμα 3.20: Ανιχνευτής 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Παρασκευή 18/8/2017.



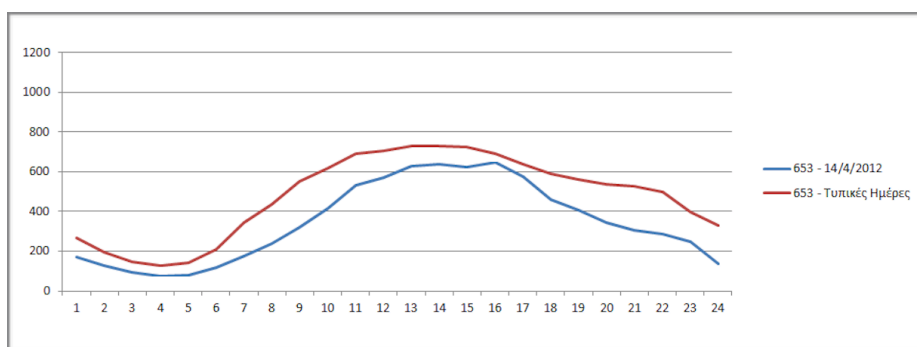
Διάγραμμα 3.21: Ανιχνευτής A.49.10 (Αττική Οδός) - Κυριακή 20/8/2017.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα συμπεραίνουμε τα εξής: Την ημέρα της γιορτή (15 Αυγούστου) μετρήθηκαν χαμηλοί κυκλοφοριακοί φόρτοι από όλους τους ανιχνευτές καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας (Διάγραμμα 3.18). Ομοίως για τις ημέρες 10, 13 και 18 μετρήθηκαν χαμηλοί κυκλοφοριακοί φόρτοι απ' όλους τους ανιχνευτές (Διάγραμμα 3.19 και 3.20). Οι φόρτοι που μετρήθηκαν στις 20 Αυγούστου πλησιάζουν τους φόρτους των τυπικών ημερών ίσως επειδή οι μετακινούμενοι έχουν αρχίσει να επιστρέφουν στο αστικό κέντρο (Διάγραμμα 3.21).

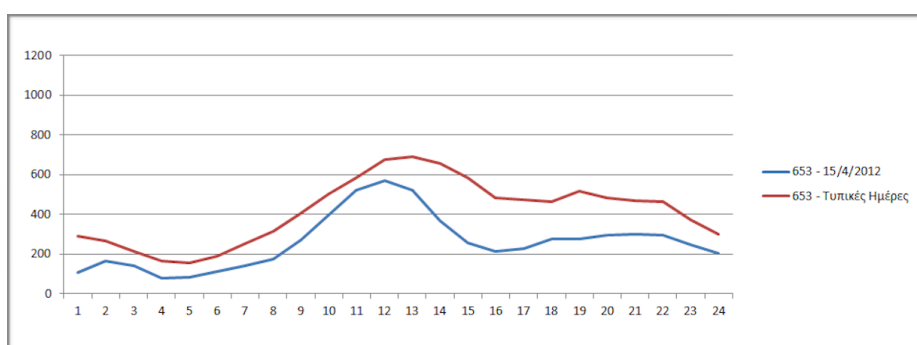
Για το Πάσχα επιλέχθηκαν οι ανιχνευτές 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας), 653 (Λεωφόρος Αθηνών), 809 (Λεωφόρος Ποσειδώνος), Α.49.10 (Αττική Οδός) και Ε.47.20 (Αττική Οδός) οι οποίοι κατέγραψαν τον κυκλοφοριακό φόρτο για τις ημερομηνίες 13 (Παρασκευή), 14 (Σάββατο), 15 (Κυριακή) και 16 (Δευτέρα) Απριλίου του έτους 2012. Σημειώνεται ότι και οι 4 ημέρες ανήκουν στην εορταστική περίοδο του Πάσχα και εκτός της Κυριακής, η Παρασκευή, το Σάββατο και η Δευτέρα είναι αργίες.



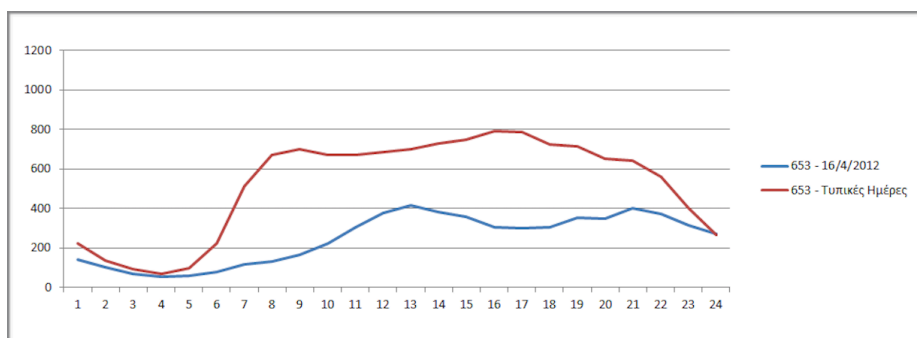
Διάγραμμα 3.22: Ανιχνευτής 809 (Λεωφόρος Ποσειδώνος) - Παρασκευή 13/4/2012 (Μεγάλη Παρασκευή).



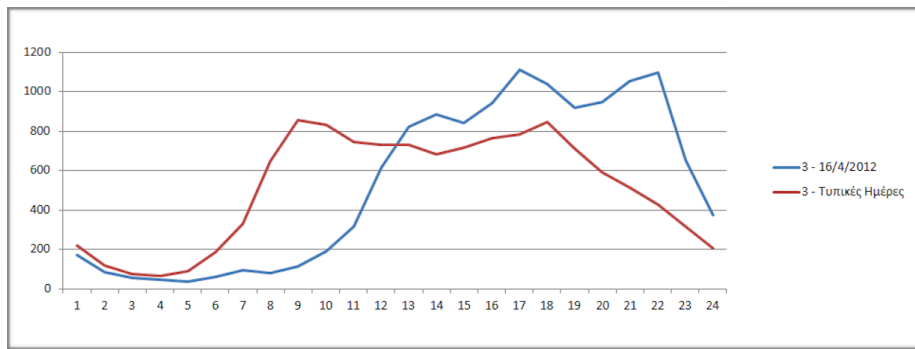
Διάγραμμα 3.23: Ανιχνευτής 653 (Λεωφόρος Αθηνών) - Σάββατο 14/4/2012 (Μεγάλο Σάββατο).



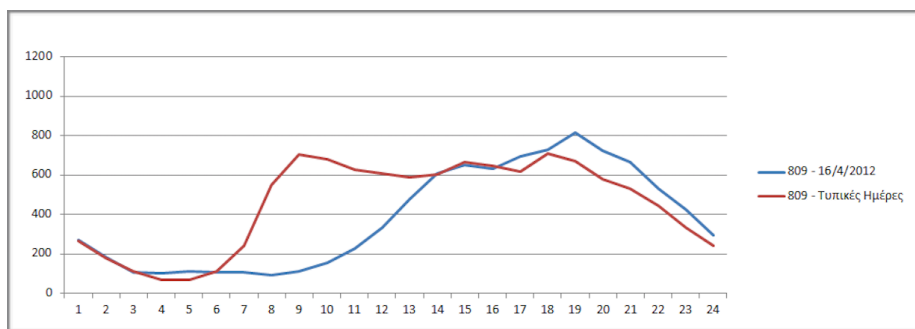
Διάγραμμα 3.24: Ανιχνευτής 653 (Λεωφόρος Αθηνών) - Κυριακή 15/4/2012 (Κυριακή του Πάσχα).



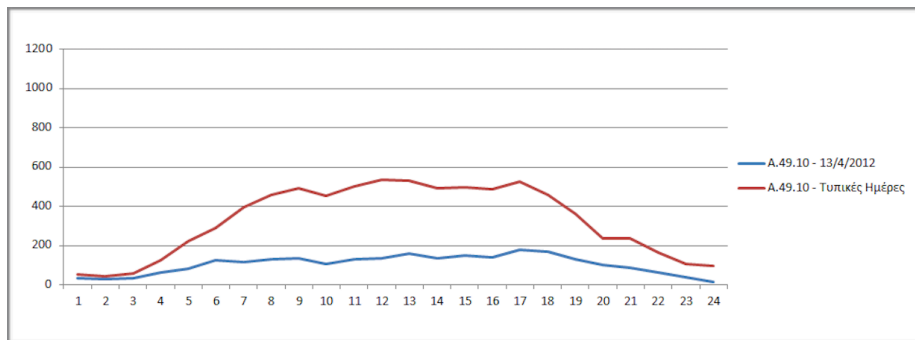
Διάγραμμα 3.25: Ανιχνευτής 653 (Λεωφόρος Αθηνών) - Δευτέρα 16/4/2012 (Δευτέρα του Πάσχα).



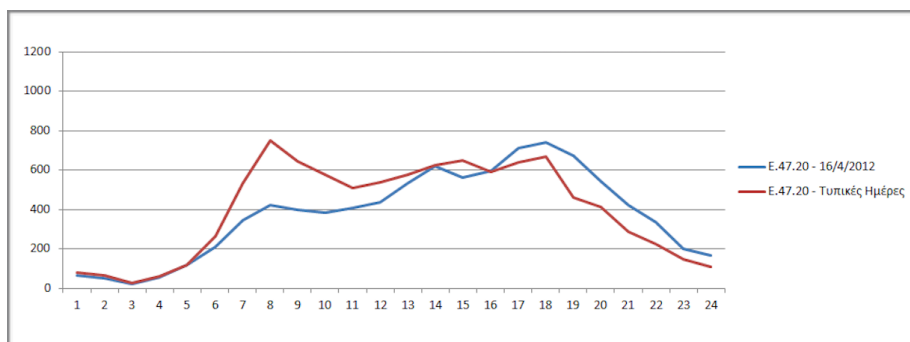
Διάγραμμα 3.26: Ανιχνευτής 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Δευτέρα 16/4/2012 (Δευτέρα του Πάσχα).



Διάγραμμα 3.27: Ανιχνευτής 809 (Λεωφόρος Ποσειδώνος) - Δευτέρα 16/4/2012 (Δευτέρα του Πάσχα).



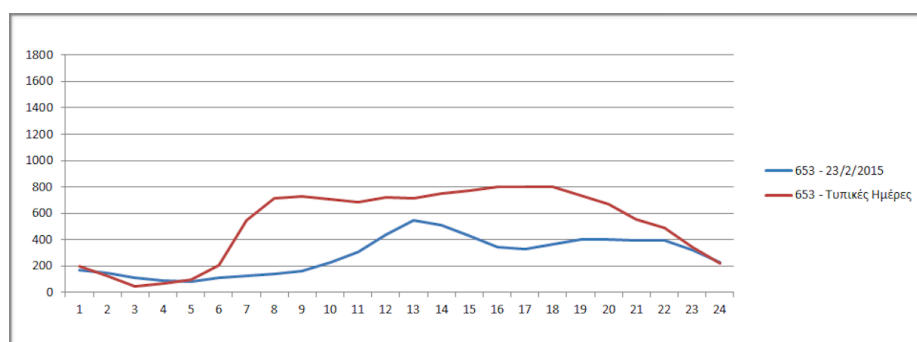
Διάγραμμα 3.28: Ανιχνευτής Α.49.10 (Αττική Οδός) - Παρασκευή 13/4/2012 (Μεγάλη Παρασκευή).



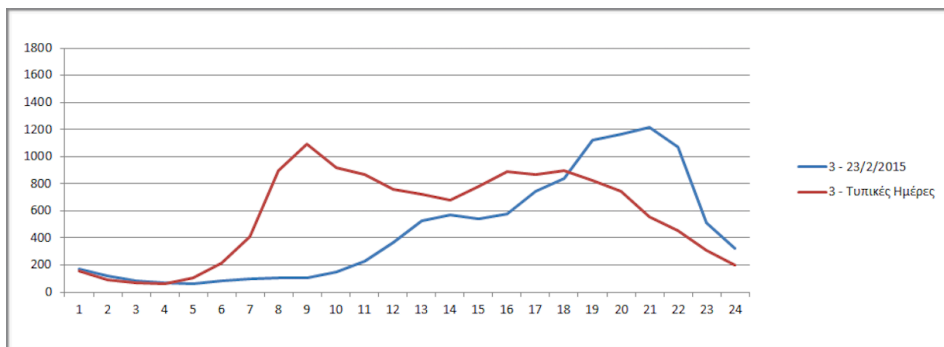
Διάγραμμα 3.29: Ανιχνευτής Ε.47.20 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 16/4/2012 (Δευτέρα του Πάσχα).

Από τα διαγράμματα που δημιουργήθηκαν συμπεραίνουμε ότι οι ανιχνευτές 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας), 653 (Λεωφόρος Αθηνών) και 809 (Λεωφόρος Ποσειδώνος), και για τις 4 ημέρες, κατέγραψαν κυκλοφοριακούς φόρτους χαμηλότερους από τους αντίστοιχους των τυπικών ημερών (Διαγράμματα 3.22, 3.23, 3.24 και 3.25). Εξάιρεση αποτελεί το διάστημα 12:00 με 24:00 της 16 Απριλίου, εκεί ο ανιχνευτής 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) κατέγραψε υψηλότερο φόρτο ίσως λόγω της επιστροφής των εκδρομέων (Διάγραμμα 3.26) όπως ομοίως συνέβη και με τον ανιχνευτή 809 (Λεωφόρος Ποσειδώνος) για το χρονικό διάστημα 16:00 με 24:00 (Διάγραμμα 3.27). Οι ανιχνευτές Α.49.10 και Ε.47.20 (Αττική Οδός) κατέγραψαν χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους και στις 4 ημέρες (Διάγραμμα 3.28) με εξαίρεση το χρονικό διάστημα 16:00 με 24:00 της 16 Απριλίου λόγω επιστροφής στο αστικό κέντρο (Διάγραμμα 3.29).

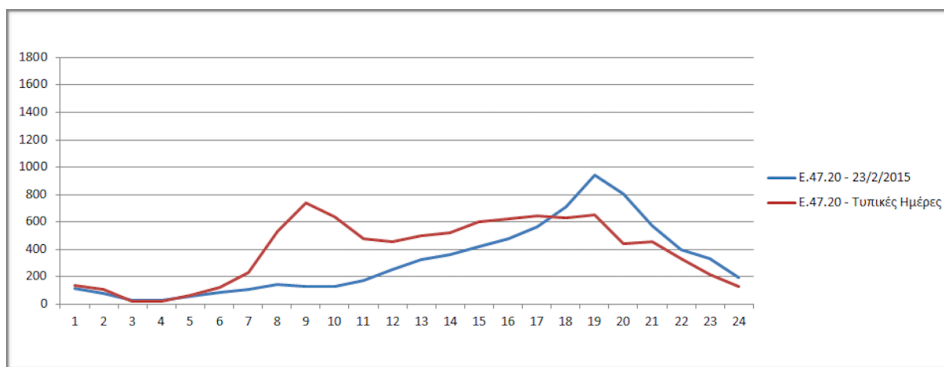
Για τη γιορτή της Καθαράς Δευτέρας (23 Φεβρουαρίου) επιλέχθηκαν οι ανιχνευτές 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας), 5 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας), 653 (Λεωφόρος Αθηνών), 859 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης), Α.49.10 (Αττική Οδός) και Ε.47.20 (Αττική Οδός). Οι ανιχνευτές αυτοί κατέγραψαν τον κυκλοφοριακό φόρτο για τις ημερομηνίες 20 (Παρασκευή), 21 (Σάββατο), 22 (Κυριακή) και 23 (Δευτέρα) Φεβρουαρίου του έτους 2015.



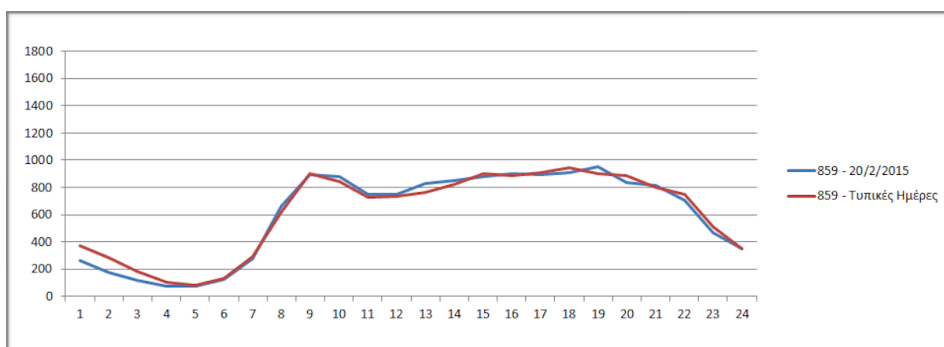
Διάγραμμα 3.30: Ανιχνευτής 653 (Λεωφόρος Αθηνών) - Δευτέρα 23/2/2015 (Καθαρά Δευτέρα).



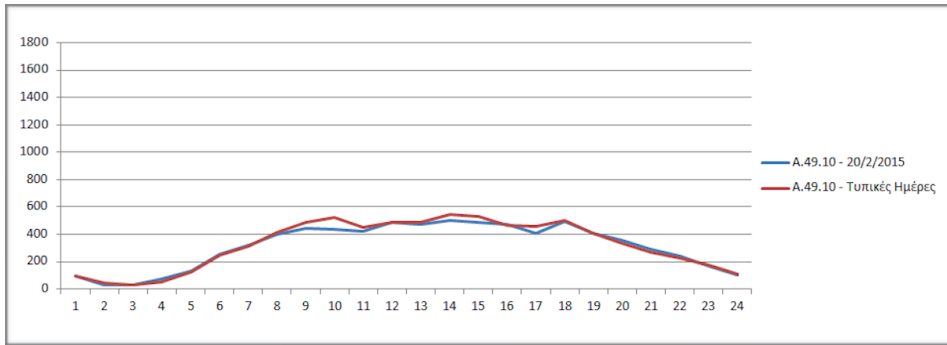
Διάγραμμα 3.31: Ανιχνευτής 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Δευτέρα 23/2/2015 (Καθαρά Δευτέρα).



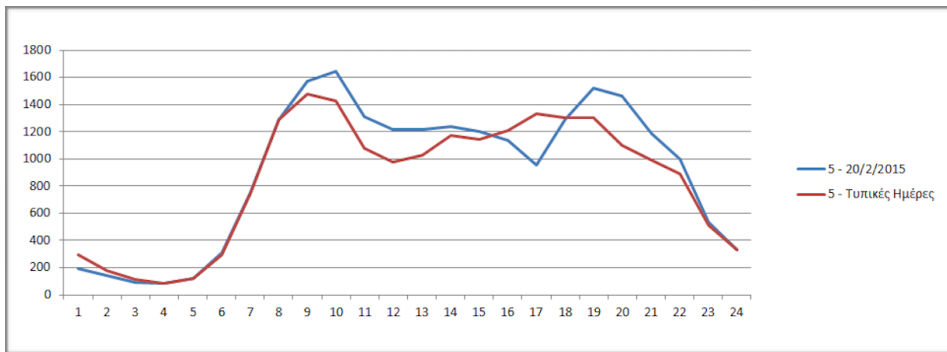
Διάγραμμα 3.32: Ανιχνευτής E.47.20 (Αττική Οδός) - Δευτέρα 23/2/2015 (Καθαρά Δευτέρα).



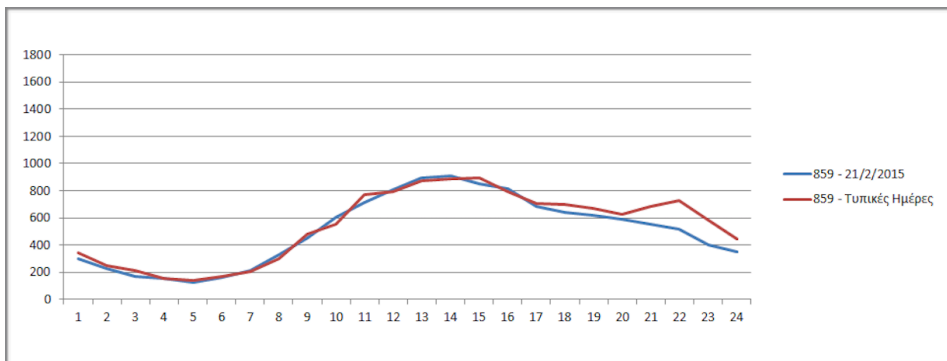
Διάγραμμα 3.33: Ανιχνευτής 859 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης) - Παρασκευή 20/2/2015.



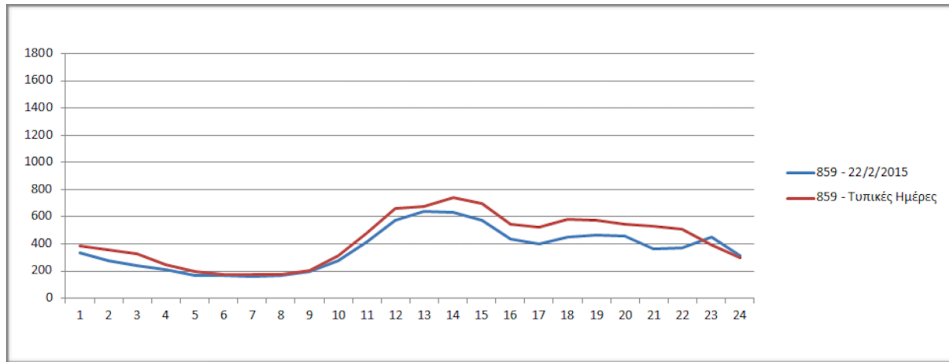
Διάγραμμα 3.34: Ανιχνευτής A.49.10 (Αττική Οδός) - Παρασκευή 20/2/2015.



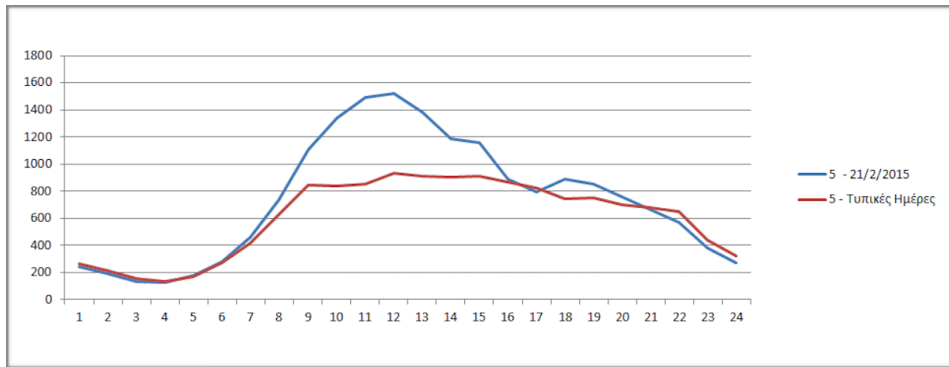
Διάγραμμα 3.35: Ανιχνευτής 5 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Παρασκευή 20/2/2015.



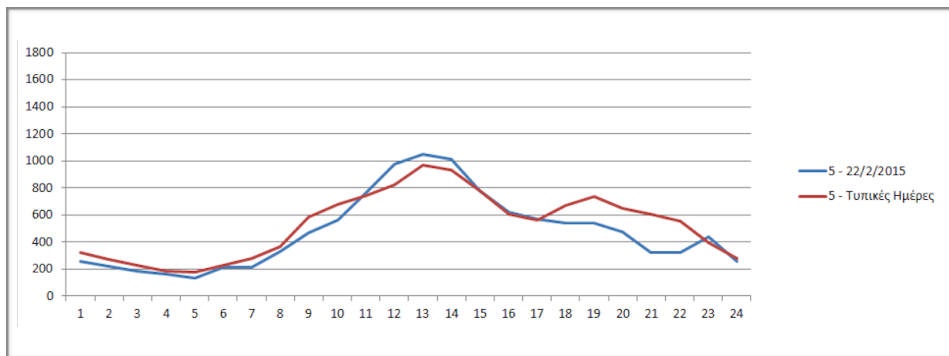
Διάγραμμα 3.36: Ανιχνευτής 859 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης) - Σάββατο 21/2/2015.



Διάγραμμα 3.37: Ανιχνευτής 859 (Λεωφόρος Βουλαγαμένης) - Κυριακή 22/2/2015.



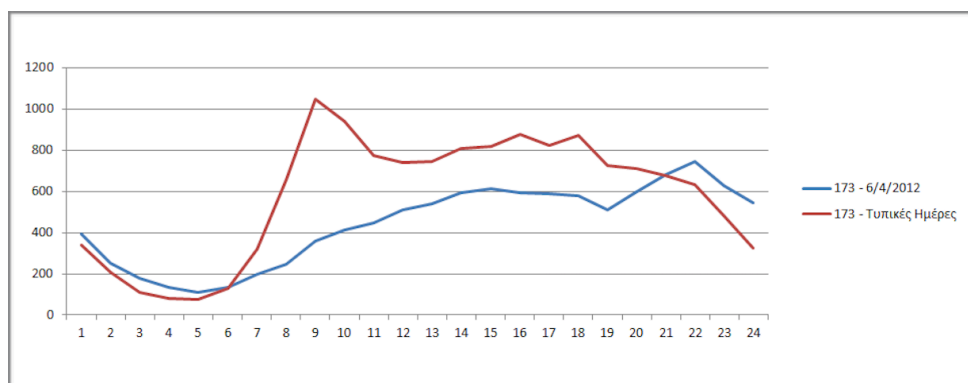
Διάγραμμα 3.38: Ανιχνευτής 5 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Σάββατο 21/2/2015.



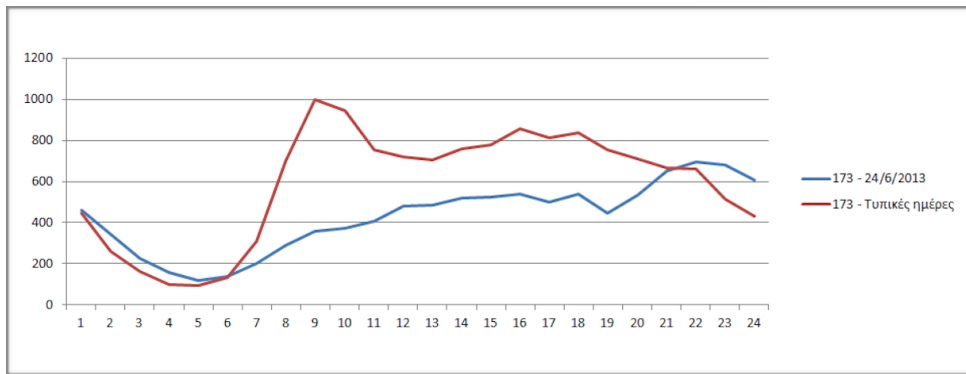
Διάγραμμα 3.39: Ανιχνευτής 5 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) - Κυριακή 22/2/2015.

Από τα διαγράμματα που προέκυψαν παρατηρούνται τα εξής: Την ημέρα της Καθαράς Δευτέρας (23 Φεβρουαρίου) και οι 6 ανιχνευτές κατέγραψαν κυκλοφοριακούς φόρτους χαμηλότερους συγκριτικά με τους κυκλοφοριακούς φόρτους των αντίστοιχων τυπικών ημερών (Διάγραμμα 3.30) με εξαίρεση τον ανιχνευτή 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας - Διάγραμμα 3.31) για το χρονικό διάστημα 18 με 24 και τον ανιχνευτή Α.49.10 (Αττική Οδός - Διάγραμμα 3.32) για το χρονικό διάστημα 17:00 με 24:00. Τα διαστήματα αυτά παρουσίασαν κυκλοφοριακούς φόρτους υψηλότερους των τυπικών ημερών γεγονός που οφείλεται πιθανώς στην επιστροφή των εκδρομέων. Στις 20 Φεβρουαρίου οι ανιχνευτές 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας), 653 (Λεωφόρος Αθηνών), 859 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης), Α.49.10 (Αττική Οδός) και Ε.47.20 (Αττική Οδός) κατέγραψαν χαμηλότερους ή σχεδόν ίσους φόρτους συγκριτικά με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες (Διάγραμμα 3.33 και 3.4) ενώ ο ανιχνευτής 5 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) κατέγραψε υψηλότερο φόρτο στα διαστήματα 8:00 με 15:00 και 18:00 με 24:00 (Διάγραμμα 3.35) ίσως λόγω της εξόδου από το αστικό κέντρο. Στις 21 και 22 Φεβρουαρίου οι ανιχνευτές 859 (Λεωφόρος Βουλιαγμένης), Α.49.10 (Αττική Οδός) και Ε.47.20 (Αττική Οδός) κατέγραψαν φόρτους ίσους ή χαμηλότερους συγκριτικά με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες (Διάγραμμα 3.36 και 3.37) ενώ οι ανιχνευτές 3 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας), 5 (Ε.Ο Αθηνών - Λαμίας) και 653 (Λεωφόρος Αθηνών) κατέγραψαν υψηλότερους φόρτους στις 21 (Διάγραμμα 3.38) και χαμηλότερους στις 22 (Διάγραμμα 3.39) ίσως λόγω πιθανής εξόδου από την πόλη την ημέρα εκείνη.

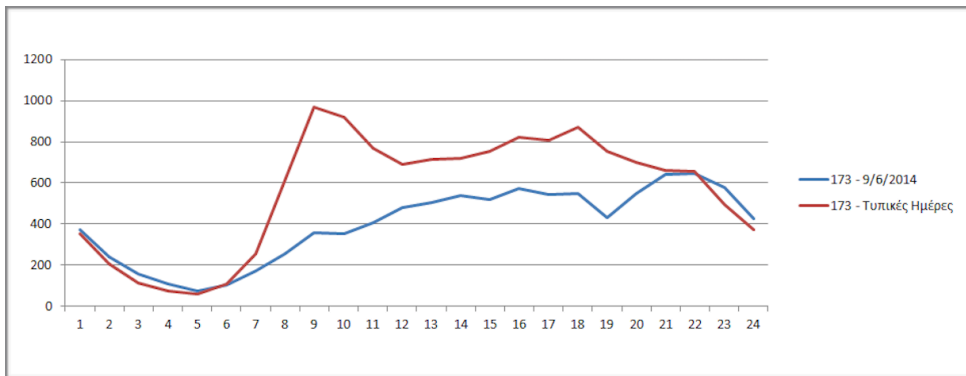
Η γιορτή του Αγίου Πνεύματος μελετήθηκε και διαχρονικά. Για τα έτη 2012, 2013, 2014, 2017 και 2018 δημιουργήθηκαν διαγράμματα που παρουσιάζουν τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου για τις 4 ημέρες αναψυχής (Παρασκευή, Σάββατο, Κυριακή, Δευτέρα) της γιορτής αυτής. Οι ανιχνευτές που επιλέχθηκαν είναι οι 173 (Λεωφόρος Συγγρού) και 747 (Ακτή Ποσειδώνος). Από τα διαγράμματα που δημιουργήθηκαν συμπεραίνουμε τα παρακάτω:



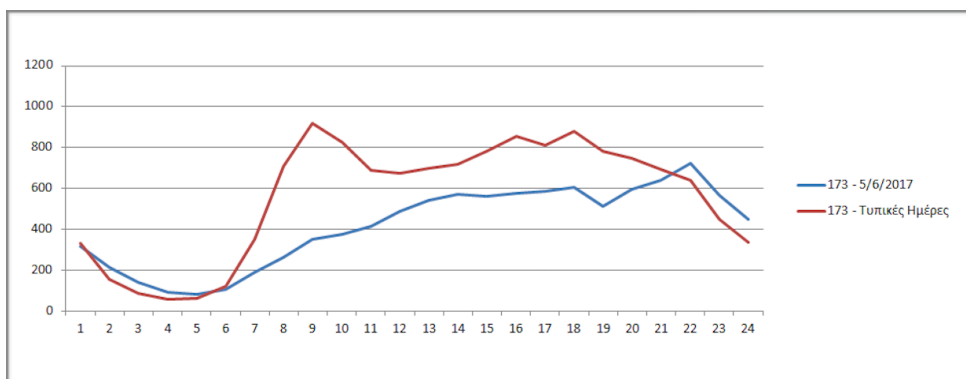
Διάγραμμα 3.40: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 6/4/2012 (Αγίου Πνεύματος).



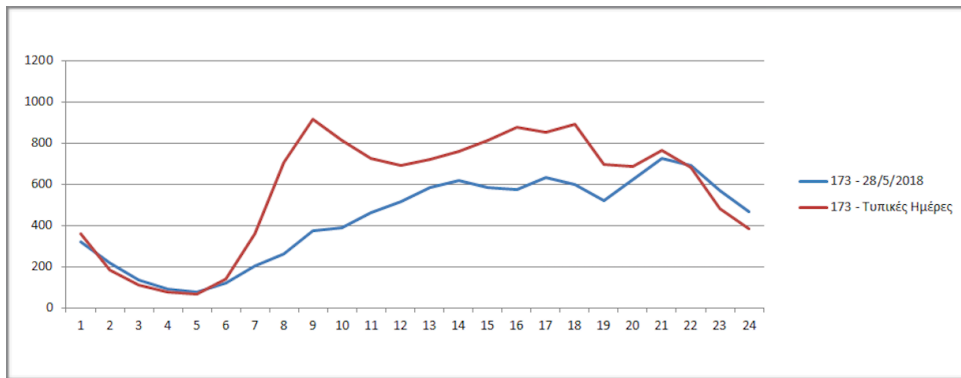
Διάγραμμα 3.41: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 24/6/2013 (Αγίου Πνεύματος).



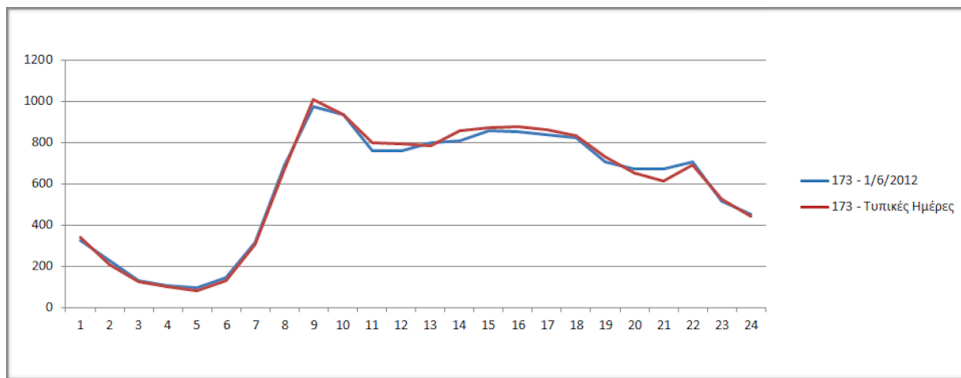
Διάγραμμα 3.42: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 9/6/2014 (Αγίου Πνεύματος).



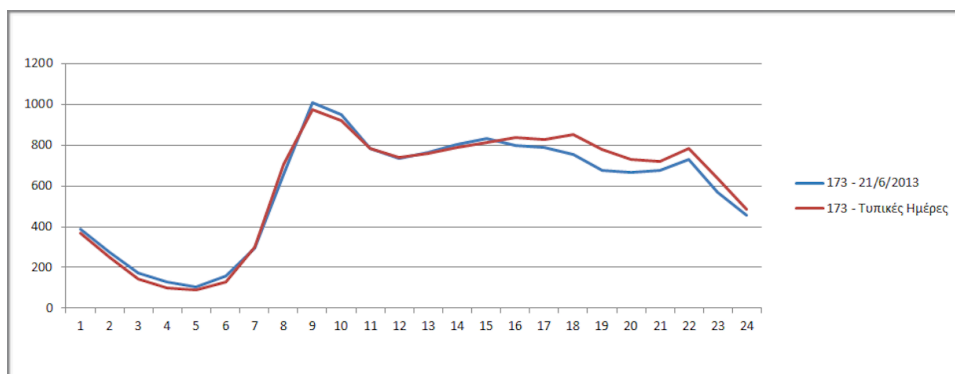
Διάγραμμα 3.43: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 5/6/2017 (Αγίου Πνεύματος).



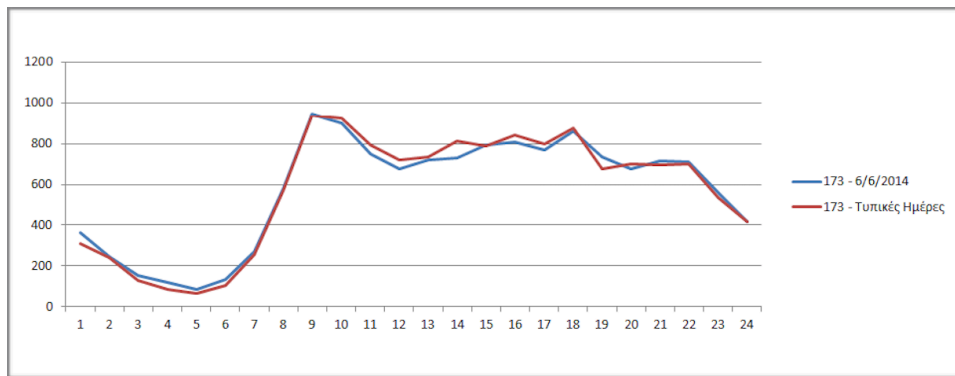
Διάγραμμα 3.44: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Δευτέρα 28/5/2018 (Αγίου Πνεύματος).



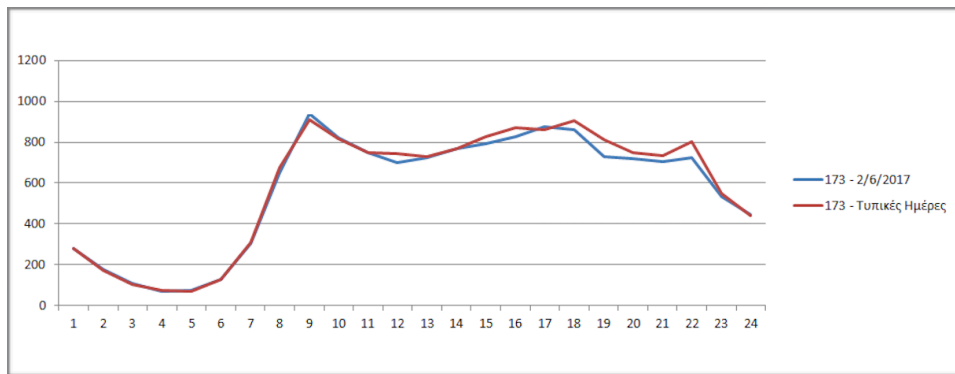
Διάγραμμα 3.45: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 1/6/2012.



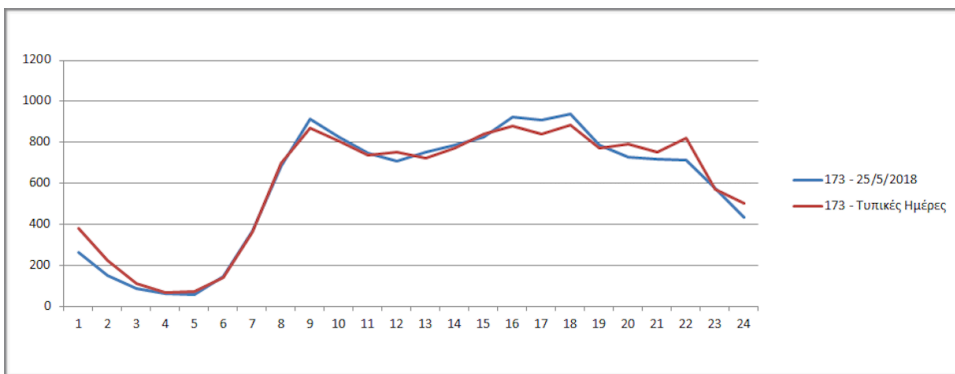
Διάγραμμα 3.46: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 21/6/2013.



Διάγραμμα 3.47: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 6/6/2014.



Διάγραμμα 3.48: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 2/6/2017.



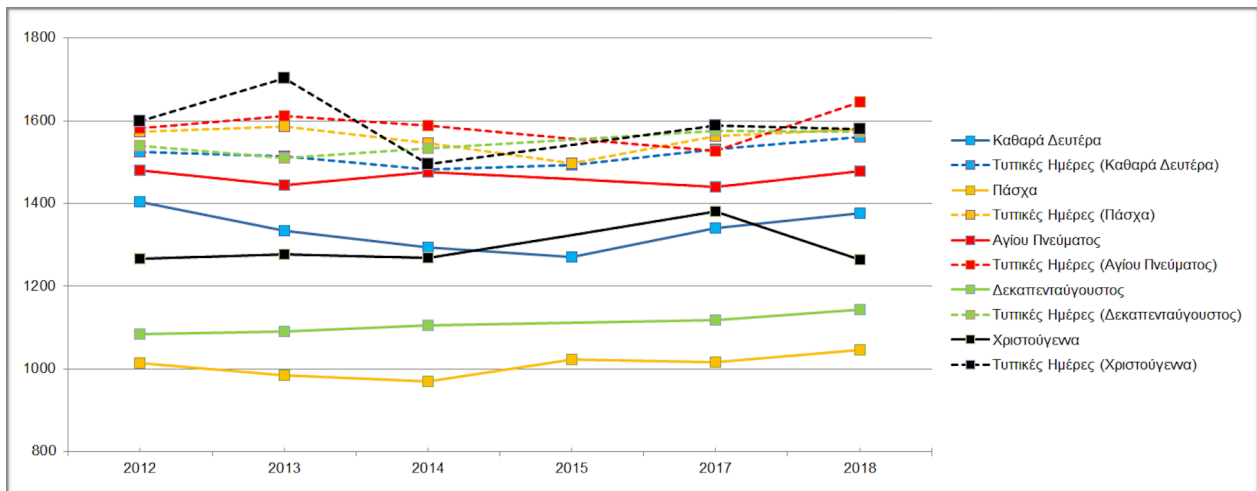
Διάγραμμα 3.49: Ανιχνευτής 173 (Λεωφόρος Συγγρού) - Παρασκευή 25/5/2018.

Την ημέρα του Αγίου Πνεύματος, και οι δύο ανιχνευτές παρουσίασαν ένα πανομοιότυπο πρότυπο μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου και στα 5 έτη (Διάγραμμα 3.40, 3.41, 3.42, 3.43 και 3.44 - Λεωφόρος Συγγρού). Και οι δύο ανιχνευτές παρουσίασαν κυκλοφοριακούς φόρτους χαμηλότερους των τυπικών ημερών οι οποίοι ωστόσο αυξήθηκαν κατά τις βραδυνές ώρες και ξεπέρασαν τους φόρτους των τυπικών ημερών. Οι υπόλοιπες μέρες του τετραήμερου παρουσίασαν πανομοιότυπα πρότυπα διαχρονικά με τον φόρτο της ημέρας αναψυχής να πλησιάζει αρκετά τον φόρτο των τυπικών ημερών. Ενδεικτικά παρουσιάζονται τα διαγράμματα της Παρασκευής και για τα 5 έτη (Διάγραμμα 3.45, 3.46, 3.47, 3.48 και 3.49 - Λεωφόρος Συγγρού).

Από τα διαγράμματα της στατιστικής ανάλυσης μπορούμε να καταλήξουμε σε συγκεκριμένα συμπεράσματα:

Γενικά παρατηρείται ότι οι ημέρες των αργιών αλλά και οι περίοδοι αναψυχής παρουσιάζουν χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες. Παρατηρείται ακόμα ότι για αργίες οι οποίες πέφτουν την τελευταία ημέρα του διαστήματος αναψυχής, οι φόρτοι αυξάνονται κατά τις απογευματινές και βραδυνές ώρες και μπορούν να ξεπεράσουν τους φόρτους των αντίστοιχων τυπικών ημερών γεγονός που οφείλεται στην επιστροφή των εκδρομικών την τελευταία ημέρα του διαστήματος αναψυχής. Υψηλοί κυκλοφοριακοί φόρτοι παρατηρούνται επίσης στις βραδυνές ώρες της ημέρας πριν την αργία αλλά και στις πρώτες πρωινές ώρες της ημέρας της αργίας, συγκριτικά με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες, γεγονός που οφείλεται στις βραδυνές εξόδους που πραγματοποιούνται λόγω διακοπών. Αργίες οι οποίες δίνουν την δυνατότητα για διάστημα αναψυχής μεγαλύτερο των 3 ημερών δεν παρουσιάζουν συγκεκριμένο πρότυπο ως προς το πότε επιλέγουν οι εκδρομείς να ξεκινήσουν τις μετακινήσεις αναψυχής. Για τις ημέρες των διαστημάτων αναψυχής, πλην των αργιών, παρατηρούνται κυκλοφοριακοί φόρτοι χαμηλότεροι ή σχεδόν ίσοι με αυτούς των αντίστοιχων τυπικών ημερών. Τέλος οι κυκλοφοριακοί φόρτοι των τυπικών ημερών και των ημερών αναψυχής σχεδόν ταυτίζονται κατά τις πρωινές ώρες. Εξαιρέση σε αυτή την παρατήρηση αποτελεί η ημέρα πριν την αργία στην οποία, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ο κυκλοφοριακός φόρτος της ημέρας αναψυχής είναι υψηλότερος από της αντίστοιχης τυπικής ημέρας.

Επιπλέον, για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης δημιουργήθηκε το παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 3.50) το οποίο αναπαριστά τη μεταβολή του μέσου κυκλοφοριακού φόρτου των γιορτών της Καθαράς Δευτέρας, του Πάσχα, του Αγίου Πνεύματος, του Δεκαπενταύγουστου και των Χριστουγέννων για τα έτη 2012, 2013, 2014, 2015, 2017 και 2018. Όπως έχει αναφερθεί ήδη, το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής δεν λειτουργούσε από τον Ιούνιο του 2015 έως και τον Ιανουάριο του 2017 και επομένως δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για τις γιορτές που βρίσκονται στο διάστημα αυτό.



Διάγραμμα 3.50: Διάγραμμα μεταβολής μέσου φόρτου.

Από το διάγραμμα (Διάγραμμα 3.50) παρατηρούμε ότι όλες οι ημέρες αναψυχής (συμπαγείς γραμμές) παρουσιάζουν μέσους φόρτους αρκετά χαμηλότερους από τους μέσους φόρτους των αντίστοιχων τυπικών ημερών (διακεκομμένες γραμμές). Για τις γιορτές του Αγίου Πνεύματος, του Δεκαπενταύγουστου και των Χριστουγέννων δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για το έτος 2015. Η γιορτή που παρουσιάζει τους χαμηλότερους μέσους κυκλοφοριακούς φόρτους είναι εκείνη του Πάσχα και ακολουθούν με τη σειρά η γιορτή του Δεκαπενταύγουστου, η γιορτή των Χριστουγέννων, η γιορτή της Καθαράς Δευτέρας και τέλος η γιορτή του Αγίου Πνεύματος. Οι μέσοι κυκλοφοριακοί φόρτοι όλων των ημερών αναψυχής μεταβάλλονται σχετικά ομαλά από το έτος 2012 έως και το έτος 2018. Οι γραμμές που αναπαριστούν τους μέσους κυκλοφοριακούς φόρτους των τυπικών ημερών παρουσιάζονται συγκεντρωμένες κοντά η μία στην άλλη γεγονός που υποδεικνύει ότι οι μέσοι κυκλοφοριακοί φόρτοι όλων των τυπικών ημερών παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές. Αντιθέτως, οι γραμμές που αναπαριστούν τους κυκλοφοριακούς φόρτους των ημερών αναψυχής παρουσιάζονται απομακρυσμένες η μία από την άλλη γεγονός που υποδεικνύει τη διαφορά που υπάρχει στους μετρημένους κυκλοφοριακούς φόρτους της κάθε γιορτής. Τέλος παρατηρείται ότι η γιορτή των Χριστουγέννων, ο Δεκαπενταύγουστος και η γιορτή της Καθαράς Δευτέρας παρουσιάζουν σχεδόν παρόμοιο πρότυπο στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ των τυπικών ημερών και των ημερών αναψυχής.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης η οποία βασίζεται στη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης. Αρχικά πραγματοποιείται συνοπτική αναφορά στη θεωρία της γραμμικής παλινδρόμησης και στη συνέχεια, έχοντας παρουσιάσει τις βασικές παραμέτρους που χρησιμοποιεί η παρούσα έρευνα, πραγματοποιείται εκτενής αναφορά στα μοντέλα της γραμμικής παλινδρόμησης καθώς και στα αποτελέσματά τους.

4.2 Μεθοδολογία

Το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

Γραμμική παλινδρόμηση ονομάζεται η μοντελοποίηση της σχέσης μιας βαθμωτής εξαρτημένης μεταβλητής Y με μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές X . Στην περίπτωση της μίας ανεξάρτητης μεταβλητής η παλινδρόμηση ονομάζεται απλή. Για περισσότερες από μία ανεξάρτητες μεταβλητές η διαδικασία ονομάζεται πολλαπλή παλινδρόμηση.

Στη γραμμική παλινδρόμηση τα δεδομένα μοντελοποιούνται με τη χρήση γραμμικών μοντέλων τα οποία χρησιμοποιούν γραμμικές λειτουργίες και οι άγνωστες παράμετροι υπολογίζονται από τα υπάρχοντα δεδομένα. Συνήθως η γραμμική παλινδρόμηση αναφέρεται σε μοντέλα στα οποία ο υποθετικός μέσος όρος της μεταβλητής Y , δεδομένης της αξίας της μεταβλητής X , είναι μία συνάρτηση τιμών του X και λιγότερο συχνά η γραμμική παλινδρόμηση μπορεί να αναφέρεται σε μοντέλο στο οποίο η διάμεσος ή κάποιο άλλο ποσοστημόριο της υποθετικής διανομής Y , εκφράζεται ως γραμμική συνάρτηση του X .

Λαμβάνοντας υπόψη ένα σύνολο δεδομένων, ένα μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης υποθέτει ότι η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής y_i και της μεταβλητής x_i είναι γραμμική. Η σχέση αυτή εμπεριέχει και έναν όρο σφάλματος ε_i ο οποίος αποτελεί μια απαραίτητη μεταβλητή που προσθέτει θόρυβο στη γραμμική σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη και στην ανεξάρτητη μεταβλητή. Επομένως το μοντέλο διαμορφώνεται ως εξής:

$$y_i = \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i = x_i^T \beta + \varepsilon_i$$

με $i = 1, 2, \dots, n$

Στην απλή γραμμική παλινδρόμηση υπάρχει ένα σύνολο τιμών $\{x_i, y_i\}$ και σκοπός είναι η εύρεση ενός απλού μαθηματικού μοντέλου το οποίο να περιγράφει τη σχέση των μεταβλητών x και y . Αυτό απλό μαθηματικό μοντέλο είναι μία ευθεία γραμμή η οποία ταιριάζει καλύτερα στο σύνολο των δειγμάτων και έχει τη μορφή:

$$f(x) = y = a + \beta x$$

Όπου:

- α : ένας σταθερός όρος και
- β : η άγνωστη παράμετρος της παλινδρόμησης.

Με το παραπάνω μοντέλο μπορούμε να προβλέψουμε τις τιμές της μεταβλητής y για τις τιμές της μεταβλητής x .

Ορισμένες φορές ωστόσο, το μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν επαρκεί για την περιγραφή της μεταβλητότητας που υπάρχει στην εξαρτημένη μεταβλητή y και ως αποτέλεσμα οι προβλέψεις είναι ανακριβείς. Στην περίπτωση αυτή λαμβάνουμε υπόψη περισσότερες από 2 ανεξάρτητες μεταβλητές για την ακριβή πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Το γενικό γραμμικό μοντέλο με n ανεξάρτητες μεταβλητές διαμορφώνεται ως:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon$$

Όπου:

- $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$: οι άγνωστες παράμετροι παλινδρόμησης και
- ε : το τυχαίο σφάλμα το οποίο αντιστοιχεί στη μεταβλητότητα του y που δε μπορεί να περιγράψει η πολλαπλή παλινδρόμηση.

Στην ανάλυση της πολλαπλής παλινδρόμησης είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τη μορφή αλλά και το βαθμό της σχέσης που υπάρχει σε κάθε ζεύγος μεταβλητών.

Για την εκτίμηση των παραμέτρων α και β και για την εύρεση της εξίσωσης της καλύτερης ευθείας που προσαρμόζεται στα δεδομένα, χρησιμοποιείται η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων. Η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό της γραφικής παράστασης που περιγράφει ένα φαινόμενο όταν είναι γνωστές οι τιμές που το περιγράφουν και όταν δεν είναι γνωστή η ακριβής μαθηματική σχέση που τα συνδέει. Επομένως, μπορούμε να υπολογίσουμε τις τιμές α και β οι οποίες ελαχιστοποιούν την συνάρτηση Q :

$$Q(\alpha, \beta) = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i)^2$$

Όπου:

$$\hat{\beta} = r_{xy} \frac{s_y}{s_x}$$

και

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta} \bar{x}$$

4.3 Επεξεργασία Δεδομένων

Τα δεδομένα που εξάχθηκαν από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής και το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Αττικής Οδού, ταξινομήθηκαν με χρονολογική σειρά σε έναν ενιαίο πίνακα ο οποίος συμπληρώθηκε με επιπλέον παραμέτρους που θεωρήθηκαν χρήσιμες για τη διερεύνηση των παραμέτρων επιρροής των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας. Έτσι προέκυψε ένας πίνακας με όλα τα δεδομένα κυκλοφοριακού φόρτου από όλους τους ανιχνευτές για όλες τις ημερομηνίες τυπικών ημερών και ημερών αναψυχής και με τις αντίστοιχες παραμέτρους συμπληρωμένες (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1: Παράμετροι μελέτης.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
Ημέρα εβδομάδας	Αριθμός λωρίδων	Τύπος περιοχής
Γιορτή	Τύπος δρόμου	Κατεύθυνση προς Ε.Ο
Εποχή	Διόδια	Κατεύθυνση προς μέσα μεταφοράς
Κατεύθυνση	Φωτεινή σηματοδότηση	Τύπος ημέρας
Ανιχνευτής	Ωρα	Ημερομηνία

Για κάθε παράμετρο προσδιορίστηκαν κατάλληλα επίπεδα τιμών στα οποία δόθηκαν αντίστοιχες τιμές για την ανάλυση τους. Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν συμπληρώθηκαν όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4.2):

Πίνακας 4.2: Πίνακας μεταβλητών.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΕΠΙΠΕΔΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
day_name	Ημέρα εβδομάδας	1: Δευτέρα
		2: Τρίτη
		3: Τετάρτη
		4: Πέμπτη
		5: Παρασκευή
		6: Σάββατο
		7: Κυριακή
celebration	Γιορτή	1: Καμία
		2: Ευαγγελισμός
		3: Πάσχα
		4: Πρωτομαγιά
		5: Αγίου Πνεύματος
		6: Δεκαπενταύγουστος
		7: 28η Οκτωβρίου
		8: Χριστούγεννα
		9: Καθαρά Δευτέρα
season	Εποχή	1: Χειμώνας
		2: Άνοιξη
		3: Καλοκαίρι
		4: Φθινόπωρο
dir	Κατεύθυνση οδού	1: Κέντρο
		2: Προάστια
lanes	Αριθμός λωρίδων	1
		2
		3
		4
		5
free	Αυτοκινητόδρομος	1: Ναι
		2: Όχι
toll	Ύπαρξη διοδίων στην οδό	1: Ναι
		2: Όχι

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΕΠΙΠΕΔΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
traffic_light	Ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης	1: Ναι
		2: Όχι
area	Τύπος περιοχής	1: Κεντρική
		2: Μη κεντρική
direction_E.O	Κατεύθυνση προς Εθνική Οδό	1: Όχι
		2: Προς
		3: Από
direction_mot	Προς Συγκοινωνιακά Μέσα	1: Όχι
		2: Προς
		3: Από
daily_holidays	Κατηγοριοποίηση ημερών	1: Ημέρα αναψυχής
		2: Τυπική ημέρα
foraths	Ανιχνευτής	-
time	Ωρα	-
day	Ημέρα	-
month	Μήνας	-
year	Έτος	-

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένας δεύτερος πίνακας ο οποίος συμπληρώθηκε με τα δεδομένα κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής καθώς και τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Ο πίνακας αυτός συμπληρώθηκε και με τον μέσο όρο του κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών. Οι μέσοι όροι αυτοί αντιστοιχήθηκαν με τις ημέρες αναψυχής και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός του ποσοστού μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου για κάθε ημέρα αναψυχής. Τέλος, πραγματοποιήθηκε έλεγχος και διόρθωση των δύο πινάκων. Κατά τη διόρθωση δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στις τιμές κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών και των ημερών αναψυχής αλλά και στα ποσοστά μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου. Όσα δεδομένα παρουσίασαν τιμή εκτός συγκεκριμένων ορίων αντικαταστάθηκαν με το κενό.

4.4 Στατιστικά μοντέλα

4.4.1 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου

Στη παρούσα ενότητα παρουσιάζεται το στατιστικό μοντέλο του κυκλοφοριακού φόρτου. Το μοντέλο αυτό βασίζεται στη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης και δημιουργήθηκε μέσω του λογισμικού R. Οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο είναι το έτος, η εποχή, η ημέρα και η ώρα, το είδος της γιορτής, το είδος της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο οδικός άξονας, ο αριθμός των λωρίδων, η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια και η κατεύθυνση του οδικού άξονα. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή χρησιμοποιείται ο κυκλοφοριακός φόρτος όλων των τυπικών ημερών και ημερών αναψυχής που μελετά η παρούσα έρευνα. Από τις εξαρτημένες μεταβλητές που αναφέρθηκαν παραπάνω αφαιρέθηκαν οι τιμές εκείνες οι οποίες δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και προέκυψε το παρακάτω μοντέλο:

Πίνακας 4.3: Πίνακας μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου.

Μοντέλο Κυκλοφοριακού Φόρτου				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Παράμετροι	Τυπικό Σφάλμα	Τιμή t	*
Σταθερός όρος	126,0234	3,2490	38,788	***
Έτος: 2013	-12,8118	1,4225	-9,007	***
Έτος: 2014	-48,8761	1,4311	-34,152	***
Έτος: 2015	-31,3564	1,8703	-16,765	***
Έτος: 2017	-9,6892	1,4264	-6,793	***
Έτος: 2018	24,299	1,4389	16,887	***
Εποχή: Άνοιξη	16,064	1,3679	11,744	***
Εποχή: Καλοκαίρι	-15,1368	1,3863	-10,919	***
Εποχή: Φθινόπωρο	25,9011	1,6738	15,475	***
01:00 - 02:00	-62,4173	2,9172	-21,396	***
02:00 - 03:00	-120,0011	2,9172	-41,135	***
03:00 - 04:00	-149,6777	2,9172	-51,308	***
04:00 - 05:00	-150,5394	2,9172	-51,603	***
05:00 - 06:00	-90,904	2,9172	-31,161	***
06:00 - 07:00	44,0991	2,9172	15,117	***
07:00 - 08:00	195,0085	2,9172	66,847	***
08:00 - 09:00	274,7381	2,9172	94,177	***
09:00 - 10:00	294,5749	2,9172	100,977	***
10:00 - 11:00	303,8053	2,9172	104,141	***
11:00 - 12:00	329,6881	2,9172	113,014	***
12:00 - 13:00	345,4812	2,9172	118,427	***
13:00 - 14:00	355,2623	2,9172	121,78	***

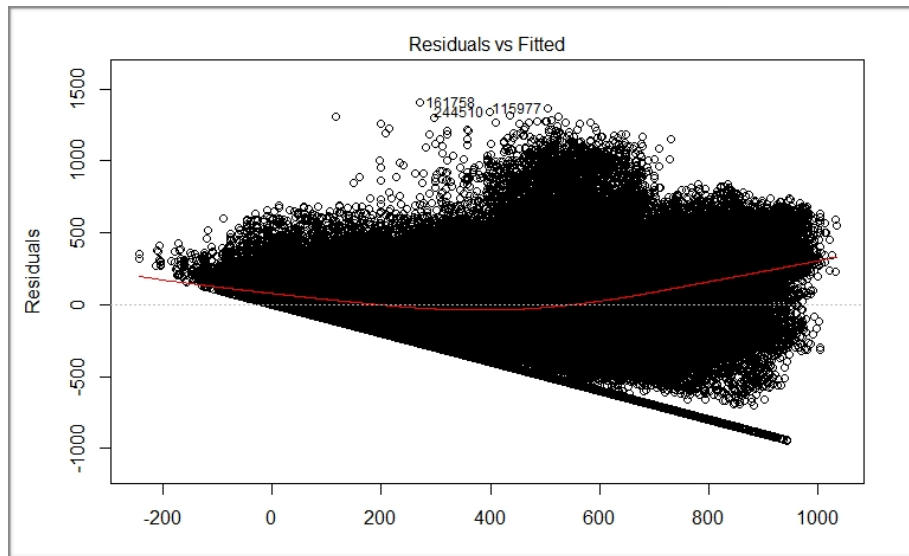
14:00 - 15:00	349,6438	2,9172	119,854	***
15:00 - 16:00	343,8103	2,9172	117,854	***
16:00 - 17:00	335,5273	2,9172	115,015	***
17:00 - 18:00	355,6121	2,9172	121,9	***
18:00 - 19:00	356,8315	2,9172	122,318	***
19:00 - 20:00	334,8852	2,9172	114,795	***
20:00 - 21:00	298,9583	2,9172	102,48	***
21:00 - 22:00	249,3156	2,9172	85,463	***
22:00 - 23:00	137,4523	2,9172	47,117	***
23:00 - 24:00	53,9502	2,9172	18,494	***
Γιορτή: Ευαγγελισμός	-52,8083	4,6741	-11,298	***
Γιορτή: Πρωτομαγιά	12,1705	4,3627	2,79	**
Γιορτή: Αγίου Πνεύματος	29,106	2,1299	13,665	***
Γιορτή: 28η Οκτωβρίου	-93,1208	4,7437	-19,63	***
Γιορτή: Χριστούγεννα	-97,2504	2,3898	-40,694	***
Γιορτή: Καθαρά Δευτέρα	-15,785	1,9755	-7,99	***
Περιοχή μη κεντρική	170,3569	1,4503	117,467	***
3 Λωρίδες κυκλοφορίας	-34,1178	1,0193	-33,473	***
4 Λωρίδες κυκλοφορίας	17,0131	1,4463	11,763	***
5 Λωρίδες κυκλοφορίας	86,8615	3,1243	27,802	***
Όχι φωτεινή σηματοδότηση	49,1932	1,5808	31,119	***
Κατεύθυνση: Προάστια	36,72	0,8931	41,115	***
Όχι διόδια	134,6605	1,9704	68,343	***
Ημέρα: Τρίτη	13,9178	1,878	7,411	***
Ημέρα: Τετάρτη	6,8834	1,9484	3,533	***
Ημέρα: Πέμπτη	23,2337	2,0138	11,537	***
Ημέρα: Παρασκευή	40,7403	1,3407	30,386	***
Ημέρα: Σάββατο	-49,6351	1,3289	-37,352	***
Ημέρα: Κυριακή	-88,6945	1,3189	-67,25	***

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 4.3) μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:

Λαμβάνοντας ως βάση αναφοράς τον κυκλοφοριακό φόρτο του 2012 παρατηρούμε ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε κατά τα έτη 2013 και 2014 ενώ στην συνέχεια άρχισε να αυξάνεται ξεπερνώντας τελικά, το 2018, τον κυκλοφοριακό φόρτο του 2012. Η μείωση που παρατηρείται στον κυκλοφοριακό φόρτο κατά τα έτη 2013 και 2014 πιθανότατα να οφείλεται στην Ελληνική οικονομική κρίση η οποία επηρέασε και τον αριθμό των μετακινήσεων των πολιτών. Στη συνέχεια παρατηρούμε ότι συγκριτικά με τον χειμώνα, ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσίασε αύξηση την άνοιξη και το φθινόπωρο, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται στην προτίμηση των μετακινούμενων να πραγματοποιούν μετακινήσεις σε περιόδους με

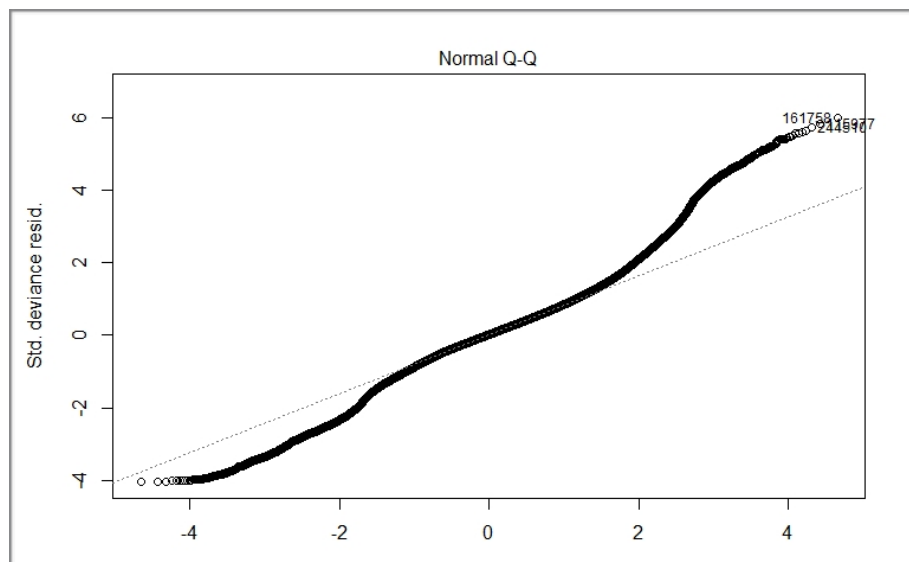
καλές καιρικές συνθήκες, ενώ παρουσίασε μείωση το καλοκαίρι γεγονός που ίσως να οφείλεται στην απουσία του πληθυσμού από το αστικό κέντρο λόγω καλοκαιρινών μετακινήσεων αναψυχής. Σε ότι αφορά την ώρα της ημέρας, συγκριτικά με το χρονικό διάστημα 00:00 - 01:00, ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσίασε σημαντική μείωση κατά το χρονικό διάστημα 01:00 - 05:00 ενώ σταδιακά άρχισε να αυξάνεται φτάνοντας σε πολύ υψηλά επίπεδα κατά το διάστημα 10:00 - 20:00 ενώ στη συνέχεια άρχισε να μειώνεται. Ο υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος στο διάστημα 10:00 - 20:00 δικαιολογείται από το γεγονός ότι μέσα στο διάστημα αυτό πραγματοποιούνται οι περισσότερες μετακινήσεις ημερησίως για τα δεδομένα που εξετάζει το μοντέλο τα οποία προέρχονται από ημέρες καθημερινές αλλά και από Σαββατοκύριακα και ημέρες αργιών. Στη συνέχεια το μοντέλο δίνει αποτελέσματα για τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου στις γιορτές. Λαμβάνοντας ως σημείο αναφοράς τις τυπικές ημέρες βλέπουμε ότι η γιορτή του Ευαγγελισμού, της 28ης Οκτωβρίου, των Χριστουγέννων και της Καθαρής Δευτέρας παρουσίασαν μείωση στον κυκλοφοριακό φόρτο ενώ οι γιορτές του Αγίου Πνεύματος και της Πρωτομαγιάς παρουσίασαν αύξηση. Σε ότι αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, συγκριτικά με τη Δευτέρα, η Τρίτη, η Τετάρτη, η Πέμπτη και η Παρασκευή παρουσίασαν αύξηση στο κυκλοφοριακό φόρτο, πιθανότατα λόγω των μετακινήσεων των εργαζομένων, ενώ το Σάββατο και η Κυριακή παρουσίασαν μείωση καθώς είναι ημέρες με πολύ λιγότερες μετακινήσεις με σκοπό την εργασία. Σχετικά με τις λωρίδες κυκλοφορίας των οδικών αξόνων, το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες με 4 και 5 λωρίδες κυκλοφορίας παρουσίασαν υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους συγκριτικά με τους οδικούς άξονες 2 λωρίδων ενώ οι οδικοί άξονες 3 λωρίδων παρουσίασαν μείωση ξανά συγκριτικά με τους οδικούς άξονες των 2 λωρίδων κυκλοφορίας. Η μεταβολή αυτή ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι μεγάλοι οδικοί άξονες εξυπηρετούν μεγαλύτερο αριθμό μετακινούμενων καθώς προσφέρουν γρηγορότερη μετακίνηση ανάμεσα σε περιοχές που απέχουν πολύ μεταξύ τους. Ακόμα μελετήθηκαν παράγοντες όπως η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια, η περιοχή και η κατεύθυνση του οδικού άξονα. Το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρουσίασαν υψηλότερο κυκλοφοριακό φόρτο από αυτούς με φωτεινή σηματοδότηση, οδικοί άξονες με κατεύθυνση τα προάστια παρουσίασαν υψηλότερο κυκλοφοριακό φόρτο από αυτούς με κατεύθυνση το κέντρο, οδικοί άξονες σε περιοχές μη κεντρικές παρουσίασαν υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους από οδικούς άξονες σε κεντρικές περιοχές και τέλος οι οδικοί άξονες χωρίς διόδια παρουσίασαν υψηλότερο κυκλοφοριακό φόρτο από αυτούς με διόδια. Ο υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος σε οδικούς άξονες χωρίς διόδια οφείλεται στο ότι ελάχιστοι οδικοί άξονες έχουν διόδια και ότι οι μετακινούμενοι δεν τους προτιμούν.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα τα οποία σχετίζονται με το παραπάνω μοντέλο. Τα διαγράμματα αυτά δημιουργήθηκαν μέσω του λογισμικού R και είναι τέσσερα. Στο διάγραμμα Residuals vs Fitted (Διάγραμμα 4.1) γίνεται έλεγχος της γραμμικής σχέσης των τιμών του μοντέλου. Στο διάγραμμα Normal Q-Q (Διάγραμμα 4.2) γίνεται έλεγχος της κανονικότητας των σφαλμάτων του μοντέλου. Στο διάγραμμα Scale - Location (Διάγραμμα 4.3) γίνεται έλεγχος της ομοιογένειας της μεταβλητότητας των σφαλμάτων και στο διάγραμμα Residuals vs Leverage (Διάγραμμα 4.4) παρουσιάζονται οι τιμές εκείνες που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο.



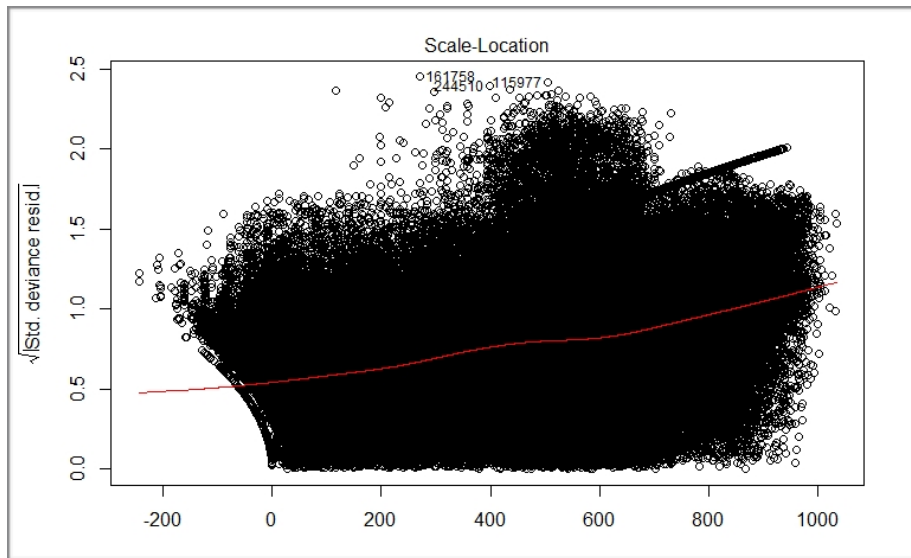
Διάγραμμα 4.1: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της διακύμανσης των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.1) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή παρουσιάζει αποκλίσεις από την οριζόντια διακεκομμένη. Οι δύο αυτές γραμμές φαίνονται να μην ταυτίζονται, με την κόκκινη γραμμή να θυμίζει παραβολή, γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές ακολουθούν μία μη γραμμική σχέση.



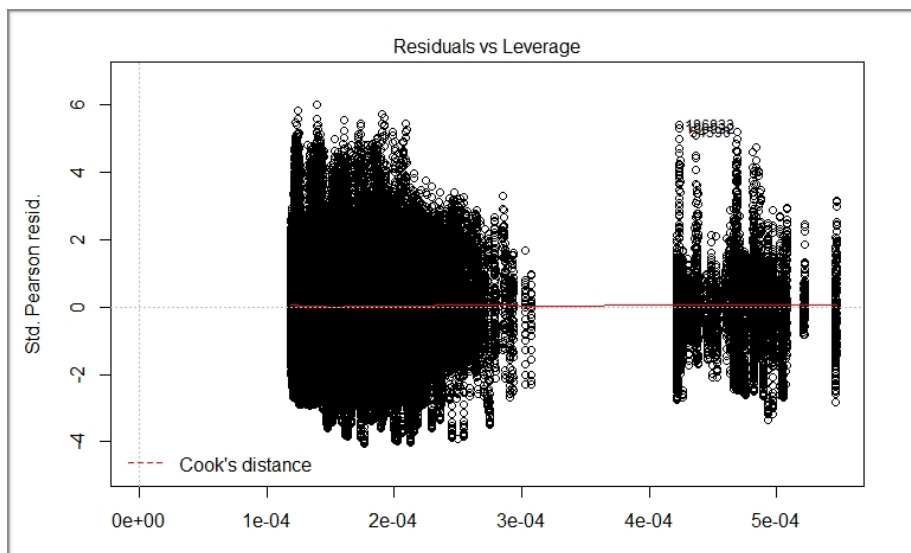
Διάγραμμα 4.2: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της κανονικότητας των υπολοίπων (Διάγραμμα 4.2) φαίνεται ότι ένα μεγάλο πλήθος τιμών ακολουθεί την διακεκομμένη γραμμή ενώ υπάρχουν ορισμένες τιμές οι οποίες αποκλίνουν από αυτή, ωστόσο βρίσκονται σχετικά κοντά.



Διάγραμμα 4.3: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της μεταβλητότητας των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.3) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή δεν είναι οριζόντια γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές του μοντέλου χαρακτηρίζονται από ετεροσκεδαστικότητα.



Διάγραμμα 4.4: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.

Στο διάγραμμα 4.4 παρουσιάζονται οι τιμές που επηρεάζουν περισσότερο και αποτελούν ακραίες (outliers) τιμές για το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

4.4.2 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου

Στη παρούσα ενότητα παρουσιάζεται το στατιστικό μοντέλο της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου. Το μοντέλο αυτό βασίζεται στη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης και δημιουργήθηκε μέσω του λογισμικού R. Οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο είναι το έτος, η εποχή, η ημέρα και η ώρα, το είδος της γιορτής, το είδος της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο οδικός άξονας, ο αριθμός των λωρίδων, η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια και η κατεύθυνση του οδικού άξονα και τέλος η σχέση του οδικού άξονα με την Εθνική Οδό. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή χρησιμοποιείται η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ των τυπικών ημερών και ημερών αναψυχής που μελετά η παρούσα έρευνα. Από τις εξαρτημένες μεταβλητές που αναφέρθηκαν παραπάνω αφαιρέθηκαν οι τιμές εκείνες οι οποίες δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και με την εφαρμογή του μοντέλου λάβαμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.4: Πίνακας μοντέλου ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου.

Μοντέλο Ποσοστιαίας Μεταβολής Κυκλοφοριακού Φόρτου				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Παράμετροι	Τυπικό Σφάλμα	Τιμή t	*
Σταθερός όρος	8,3198	0,9787	8,501	***
Έτος: 2013	-0,7947	0,3442	-2,309	*
Έτος: 2015	6,0375	0,5045	11,968	***
Έτος: 2018	0,7194	0,3583	2,008	*
Εποχή: Άνοιξη	2,985	0,6364	4,69	***
Εποχή: Καλοκαίρι	7,4588	1,13	6,601	***
Εποχή: Φθινόπωρο	2,5826	0,9597	2,691	**
01:00 - 02:00	5,8404	0,8281	7,053	***
02:00 - 03:00	12,6662	0,8282	15,294	***
03:00 - 04:00	14,0932	0,8283	17,016	***
04:00 - 05:00	7,1296	0,8281	8,61	***
05:00 - 06:00	-4,7065	0,8281	-5,684	***
06:00 - 07:00	-12,724	0,8281	-15,366	***
07:00 - 08:00	-20,1166	0,8281	-24,294	***
08:00 - 09:00	-21,394	0,8278	-25,843	***
09:00 - 10:00	-17,8056	0,828	-21,506	***
10:00 - 11:00	-11,2807	0,828	-13,624	***
11:00 - 12:00	-5,5836	0,8283	-6,741	***
12:00 - 13:00	-3,1678	0,8287	-3,823	***
13:00 - 14:00	-4,2309	0,828	-5,11	***
14:00 - 15:00	-8,8456	0,8278	-10,685	***
15:00 - 16:00	-11,837	0,8278	-14,298	***
16:00 - 17:00	-11,6553	0,8279	-14,078	***

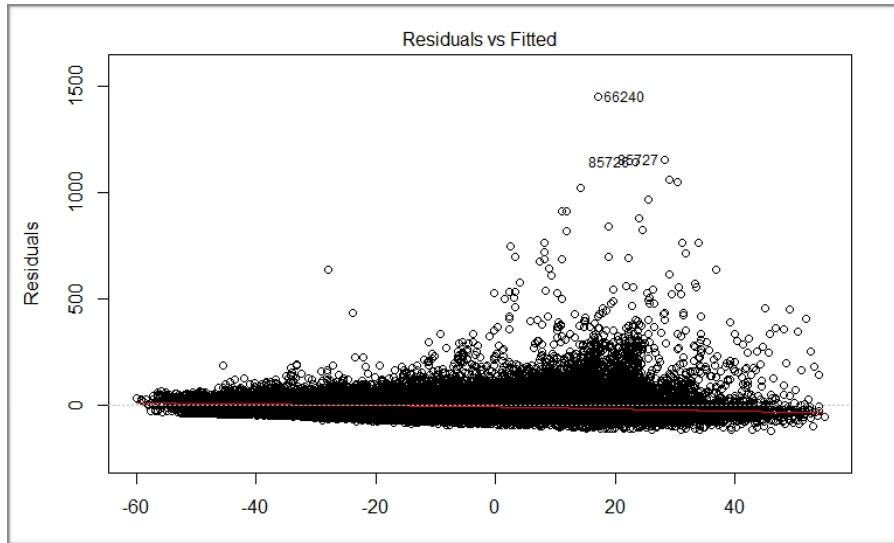
17:00 - 18:00	-10,9581	0,828	-13,234	***
18:00 - 19:00	-9,2098	0,8278	-11,125	***
19:00 - 20:00	-5,7999	0,8278	-7,006	***
20:00 - 21:00	-3,2201	0,8278	-3,89	***
21:00 - 22:00	-2,1953	0,8283	-2,65	**
22:00 - 23:00	2,7444	0,8282	3,314	***
23:00 - 24:00	5,5566	0,8283	6,708	***
Γιορτή: Πάσχα	-22,9977	0,5758	-39,942	***
Γιορτή: Πρωτομαγιά	2,7411	0,8585	3,193	**
Γιορτή: Αγίου Πνεύματος	-4,2958	0,9371	-4,584	***
Γιορτή: Δεκαπενταύγουστος	-24,699	1,0652	-23,188	***
Γιορτή: 28η Οκτωβρίου	10,9443	0,5612	19,502	***
Περιοχή μη κεντρική	-5,7735	0,3857	-14,968	***
3 Λωρίδες κυκλοφορίας	-0,7417	0,291	-2,549	*
4 Λωρίδες κυκλοφορίας	-7,1491	0,4041	-17,69	***
Όχι φωτεινή σηματοδότηση	1,312	0,427	3,072	**
Όχι διόδια	-12,1235	0,6215	-19,508	***
Με κατεύθυνση προς Ε.Ο	13,4707	0,5607	24,025	***
Με κατεύθυνση από Ε.Ο	15,8539	0,5588	28,371	***
Ημέρα: Τρίτη	2,4425	0,5075	4,813	***
Ημέρα: Πέμπτη	2,6655	0,5416	4,922	***
Ημέρα: Παρασκευή	3,524	0,3244	10,862	***
Ημέρα: Κυριακή	-2,3516	0,3182	-7,391	***

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 4.4) μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:

Τα αποτελέσματα του παραπάνω μοντέλου αναφέρονται στην ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να είναι αποτέλεσμα είτε της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής είτε του κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών είτε και των δύο. Μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να συνεπάγεται με μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής ή με αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών. Αντίστοιχα αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να συνεπάγεται με αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής ή με μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών. Επομένως, λαμβάνοντας ως βάση αναφοράς τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου του έτους 2012 παρατηρούμε ότι η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μειώθηκε το έτος 2013 και στη συνέχεια αυξήθηκε στο έτος 2015. Το έτος 2018 παρουσίασε μικρή αύξηση σε σχέση με το έτος 2012. Στη συνέχεια παρατηρούμε ότι συγκριτικά με τον χειμώνα, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε αύξηση την άνοιξη και το φθινόπωρο ενώ παρουσίασε ακόμη μεγαλύτερη αύξηση το καλοκαίρι γεγονός που ίσως να οφείλεται κυρίως στη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τις τυπικές

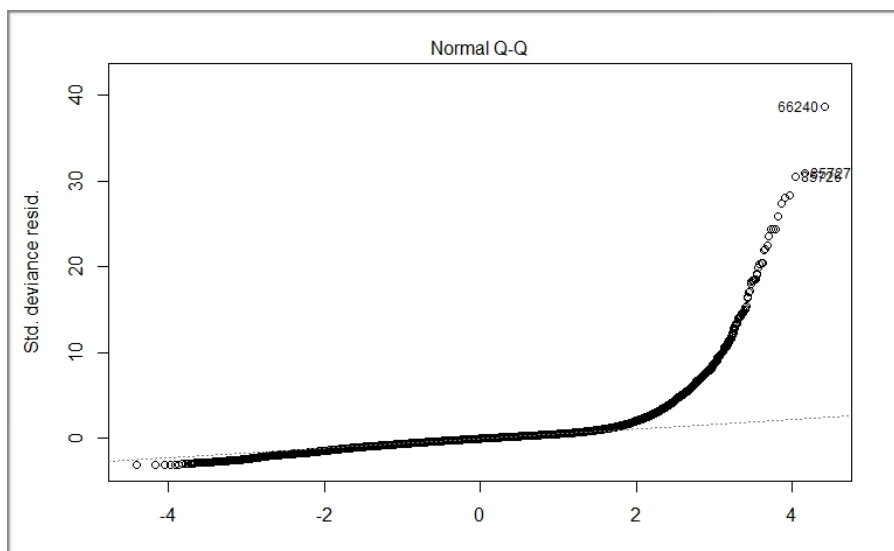
ημέρες. Σε ότι αφορά την ώρα της ημέρας, συγκριτικά με το διάστημα 00:00 - 01:00, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε αύξηση κατά τα διαστήματα 01:00 - 05:00 και 22:00 - 24:00 ενώ παρουσίασε μείωση στο χρονικό διάστημα 05:00 - 22:00 και κυρίως στα διαστήματα 06:00 - 11:00 και 15:00 - 19:00, πιθανότατα λόγω του υψηλού φόρτου των τυπικών ημερών. Στη συνέχεια το μοντέλο δίνει αποτελέσματα για τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου στις γιορτές. Λαμβάνοντας ως σημείο αναφοράς τη γιορτή της Καθαράς Δευτέρας, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε μείωση στις γιορτές του Πάσχα, του Αγίου Πνεύματος και του Δεκαπενταύγουστου ενώ παρουσίασε αύξηση τη Πρωτομαγιά και τη 28η Οκτωβρίου. Σε ότι αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, συγκριτικά με τη Δευτέρα, η Τρίτη, η Πέμπτη και η Παρασκευή παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου ενώ η Κυριακή παρουσίασε μείωση. Σχετικά με τις λωρίδες κυκλοφορίας των οδικών αξόνων, το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες με 3 και 4 λωρίδες κυκλοφορίας παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τους οδικούς άξονες 2 λωρίδων με τους οδικούς άξονες 4 λωρίδων να παρουσιάζουν μεγαλύτερη μείωση από αυτούς των 3 λωρίδων. Ακόμα μελετήθηκαν παράγοντες όπως η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια, η περιοχή και η σχέση του οδικού άξονα με την Εθνική Οδό. Το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με αυτούς με φωτεινή σηματοδότηση, οδικοί άξονες σε περιοχές μη κεντρικές παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με οδικούς άξονες σε κεντρικές περιοχές, οδικοί άξονες χωρίς διόδια παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με εκείνους με διόδια και τέλος οδικοί άξονες με κατεύθυνση προς και από την Εθνική Οδό παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τους οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με την Εθνική Οδό.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα τα οποία σχετίζονται με το παραπάνω μοντέλο. Τα διαγράμματα αυτά δημιουργήθηκαν μέσω του λογισμικού R και είναι τέσσερα. Στο διάγραμμα Residuals vs Fitted (Διάγραμμα 4.5) γίνεται έλεγχος της γραμμικής σχέσης των τιμών του μοντέλου. Στο διάγραμμα Normal Q-Q (Διάγραμμα 4.6) γίνεται έλεγχος της κανονικότητας των σφαλμάτων του μοντέλου. Στο διάγραμμα Scale - Location (Διάγραμμα 4.7) γίνεται έλεγχος της ομοιογένειας της μεταβλητότητας των σφαλμάτων και στο διάγραμμα Residuals vs Leverage (Διάγραμμα 4.8) παρουσιάζονται οι τιμές εκείνες που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο.



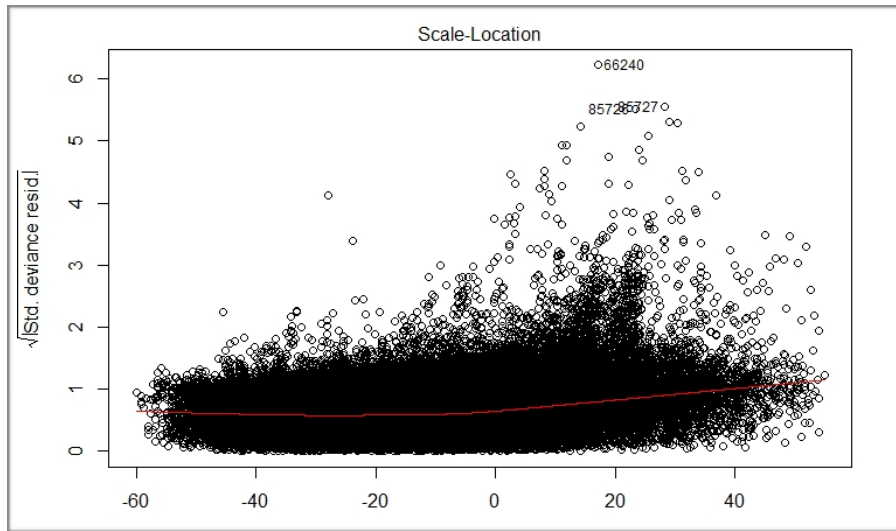
Διάγραμμα 4.5: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της διακύμανσης των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.5) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή παρουσιάζει πολύ μικρές αποκλίσεις από την οριζόντια διακεκομμένη. Οι δύο αυτές γραμμές σχεδόν ταυτίζονται γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές ακολουθούν μία γραμμική σχέση.



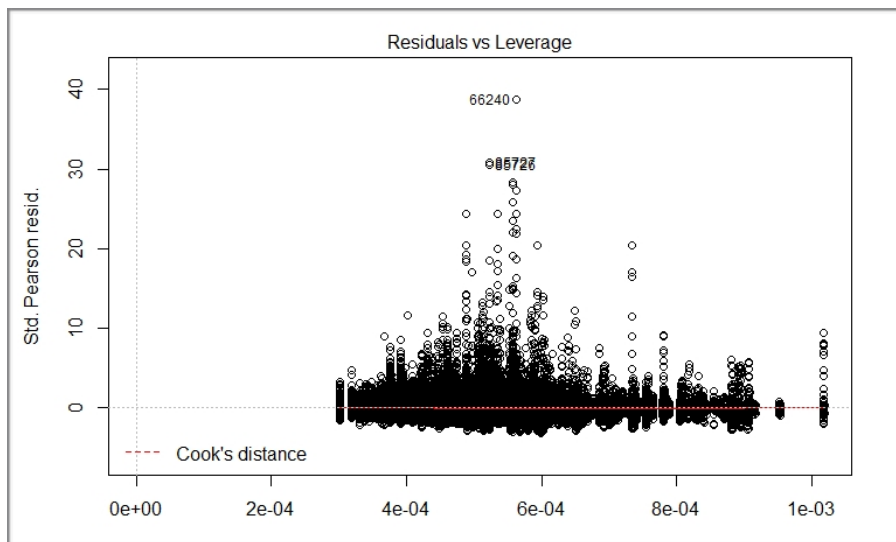
Διάγραμμα 4.6: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της κανονικότητας των υπολοίπων (Διάγραμμα 4.6) φαίνεται ότι ένα μεγάλο πλήθος τιμών ακολουθεί την διακεκομμένη γραμμή ενώ υπάρχουν αρκετές τιμές οι οποίες αποκλίνουν από αυτή. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η κανονική κατανομή δε περιγράφει σε ικανοποιητικό βαθμό τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου.



Διάγραμμα 4.7.: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της μεταβλητότητας των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.7) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή τείνει να γίνει οριζόντια γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές του μοντέλου χαρακτηρίζονται από ομοσκεδαστικότητα.



Διάγραμμα 4.8: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.

Στο διάγραμμα 4.8 παρουσιάζονται οι τιμές που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

4.4.3 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου τριήμερων

Στη παρούσα ενότητα παρουσιάζεται το στατιστικό μοντέλο της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου των τριήμερων. Για το μοντέλο αυτό έγινε κατηγοριοποίηση των ημερών αναψυχής σε 3 κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία συμπεριλήφθηκαν οι γιορτές που δίνουν τη δυνατότητα για διάστημα αναψυχής 3 ημερών όπως οι γιορτές της Καθαράς Δευτέρας, του Ευαγγελισμού, της Πρωτομαγιάς, του Αγίου Πνεύματος και της 28ης Οκτωβρίου, στη δεύτερη κατηγορία συμπεριλήφθηκαν οι γιορτές του Πάσχα και του Δεκαπενταύγουστου και στην τρίτη κατηγορία η γιορτή των Χριστουγέννων. Παρακάτω παρουσιάζεται το στατιστικό μοντέλο της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου. Το μοντέλο αυτό βασίζεται στη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης και δημιουργήθηκε μέσω του λογισμικού R. Οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο είναι το έτος, η εποχή, η ημέρα και η ώρα, το είδος της γιορτής, το είδος της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο οδικός άξονας, ο αριθμός των λωρίδων, η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια και η κατεύθυνση του οδικού άξονα και τέλος η σχέση του οδικού άξονα με την Εθνική Οδό και σταθμούς μέσων μεταφοράς. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή χρησιμοποιείται η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ των τυπικών ημερών και ημερών αναψυχής που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία (τριήμερα). Από τις εξαρτημένες μεταβλητές που αναφέρθηκαν παραπάνω αφαιρέθηκαν οι τιμές εκείνες οι οποίες δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και με την εφαρμογή του μοντέλου λάβαμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.5: Πίνακας μοντέλου ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου τριήμερων.

Μοντέλο Ποσοστιαίας Μεταβολής Κυκλοφοριακού Φόρτου Τριήμερων				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Παράμετροι	Τυπικό Σφάλμα	Τιμή t	*
Σταθερός όρος	4,6609	1,4891	3,130	**
Έτος: 2013	-2,5224	0,6792	-3,714	***
Έτος: 2014	-2,8269	0,7761	-3,643	***
Έτος: 2015	-6,2403	0,9031	-6,91	***
Έτος: 2017	-1,9272	0,7698	-2,503	*
Έτος: 2018	-4,1948	0,764	-5,491	***
02:00 - 03:00	6,9081	1,1118	6,214	***
03:00 - 04:00	9,8604	1,113	8,859	***
04:00 - 05:00	4,6529	1,1118	4,185	***
05:00 - 06:00	-5,1798	1,1118	-4,659	***
06:00 - 07:00	-9,7062	1,1118	-8,73	***
07:00 - 08:00	-14,206	1,1118	-12,778	***
08:00 - 09:00	-15,4604	1,1118	-13,906	***
09:00 - 10:00	-12,4473	1,1124	-11,19	***
10:00 - 11:00	-6,5801	1,1127	-5,914	***
11:00 - 12:00	-2,0832	1,1127	-1,872	.
13:00 - 14:00	-1,8495	1,1124	-1,663	.

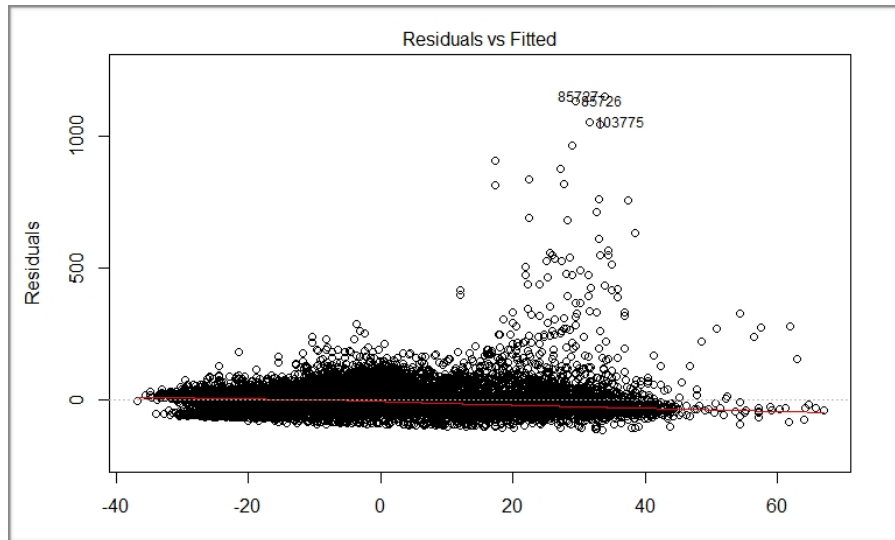
14:00 - 15:00	-6,499	1,1118	-5,846	***
15:00 - 16:00	-8,8664	1,1118	-7,975	***
16:00 - 17:00	-7,5231	1,1121	-6,765	***
17:00 - 18:00	-5,7128	1,1127	-5,134	***
18:00 - 19:00	-3,4328	1,1118	-3,088	**
20:00 - 21:00	2,0789	1,1118	1,87	.
21:00 - 22:00	3,2456	1,1124	2,918	**
22:00 - 23:00	7,5994	1,1118	6,835	***
23:00 - 24:00	8,743	1,1118	7,864	***
Περιοχή μη κεντρική	-3,2415	0,7227	-4,485	***
3 Λωρίδες κυκλοφορίας	-1,4825	0,5355	-2,768	**
4 Λωρίδες κυκλοφορίας	-5,1542	0,8006	-6,438	***
5 Λωρίδες κυκλοφορίας	-3,2076	1,5404	-2,082	*
Όχι φωτεινή σηματοδότηση	1,521	0,8495	1,79	.
Όχι διόδια	-8,2399	1,2313	-6,692	***
Με κατεύθυνση προς Ε.Ο	21.0092	1,0662	19,705	***
Με κατεύθυνση από Ε.Ο	10.7167	1,101	9,734	***
Με κατεύθυνση προς Μ.Μ	-2.0295	0,8989	-2,258	*
Με κατεύθυνση από Μ.Μ	11.2459	0,9703	11,59	***
Κατεύθυνση προάστια	-1,8378	0,4919	-3,736	***
Γιορτή: Αγίου Πνεύματος	3,5191	0,8667	4,06	***
Ημέρα: Πέμπτη	31,6619	4,0812	7,758	***
Ημέρα: Παρασκευή	8,2555	0,5756	14,344	***
Ημέρα: Σάββατο	4,7123	0,5826	8,089	***
Ημέρα: Κυριακή	-2,8402	0,5763	-4,928	***

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 4.5) μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:

Τα αποτελέσματα του παραπάνω μοντέλου αναφέρονται στη ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να είναι αποτέλεσμα είτε της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής είτε του κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών είτε και των δύο. Επομένως, λαμβάνοντας ως βάση αναφοράς την μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου των τριήμερων του έτους 2012 παρατηρούμε ότι η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε μείωση τα έτη 2013, 2014, 2015, 2017 και 2018. Σε ότι αφορά την ώρα της ημέρας, συγκριτικά με το χρονικό διάστημα 00:00 - 01:00, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε αύξηση κατά τα διαστήματα 02:00 - 05:00 και 20:00 - 24:00 ενώ παρουσίασε μείωση στο χρονικό διάστημα 05:00 - 19:00 και κυρίως στο διάστημα 07:00 - 10:00 όπου η μείωση ήταν η μεγαλύτερη. Το διάστημα αυτό ανήκει στις ώρες αιχμής επομένως μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αυτή η μείωση οφείλεται στην αύξηση του φόρτου των τυπικών ημερών. Στη συνέχεια το μοντέλο δίνει αποτελέσματα για τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου στις γιορτές. Λαμβάνοντας

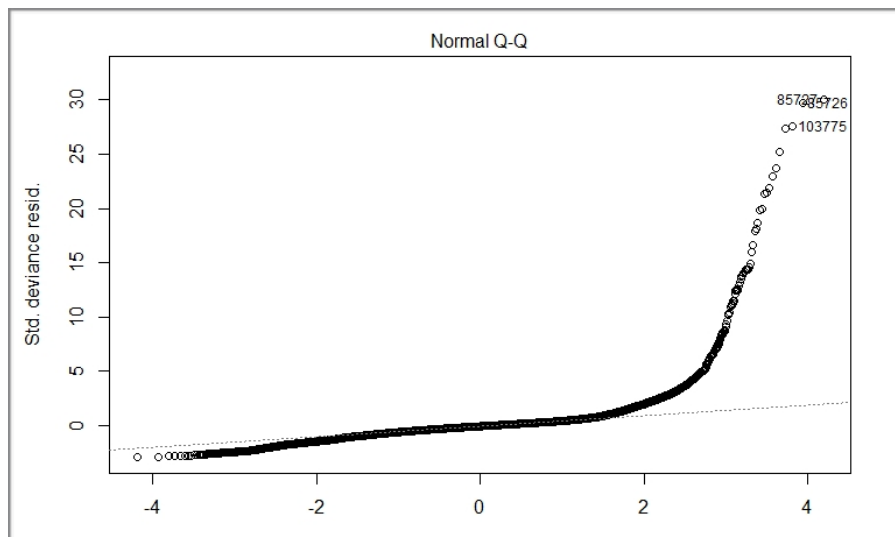
ως σημείο αναφοράς τη γιορτή της Καθαράς Δευτέρας, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε αύξηση στη γιορτή του Αγίου Πνεύματος. Σε ότι αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, συγκριτικά με τη Δευτέρα, η Πέμπτη, η Παρασκευή και το Σάββατο παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου ενώ η Κυριακή παρουσίασαν μείωση. Σχετικά με τις λωρίδες κυκλοφορίας των οδικών αξόνων, το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες με 3, 4 και 5 λωρίδες κυκλοφορίας παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τους οδικούς άξονες 2 λωρίδων, με τους οδικούς άξονες 4 λωρίδων να παρουσιάζουν μεγαλύτερη μείωση. Ακόμα μελετήθηκαν παράγοντες όπως η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια, η περιοχή και η κατεύθυνση του οδικού άξονα. Το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με αυτούς με φωτεινή σηματοδότηση, οδικοί άξονες σε περιοχές μη κεντρικές παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με οδικούς άξονες σε κεντρικές περιοχές, οδικοί άξονες χωρίς διόδια παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με κείνους με διόδια και τέλος οδικοί άξονες με κατεύθυνση τα προάστια παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Τέλος, το μοντέλο δίνει αποτελέσματα για την σχέση του οδικού άξονα με την Εθνική Οδό και τους σταθμούς των μέσων μεταφοράς. Οδικοί άξονες με κατεύθυνση προς και από την Εθνική Οδό παρουσίασαν μείωση συγκριτικά με τους οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με την Εθνική Οδό. Οδικοί άξονες με κατεύθυνση από τα μέσα μεταφοράς παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου ενώ οδικοί άξονες με κατεύθυνση προς τα μέσα μεταφοράς παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τους οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με τα μέσα μεταφοράς.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα τα οποία σχετίζονται με το παραπάνω μοντέλο. Τα διαγράμματα αυτά δημιουργήθηκαν μέσω του λογισμικού R και είναι τέσσερα. Στο διάγραμμα Residuals vs Fitted (Διάγραμμα 4.9) γίνεται έλεγχος της γραμμικής σχέσης των τιμών του μοντέλου. Στο διάγραμμα Normal Q-Q (Διάγραμμα 4.10) γίνεται έλεγχος της κανονικότητας των σφαλμάτων του μοντέλου. Στο διάγραμμα Scale - Location (Διάγραμμα 4.11) γίνεται έλεγχος της ομοιογένειας της μεταβλητότητας των σφαλμάτων και στο διάγραμμα Residuals vs Leverage (Διάγραμμα 4.12) παρουσιάζονται οι τιμές εκείνες που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο.



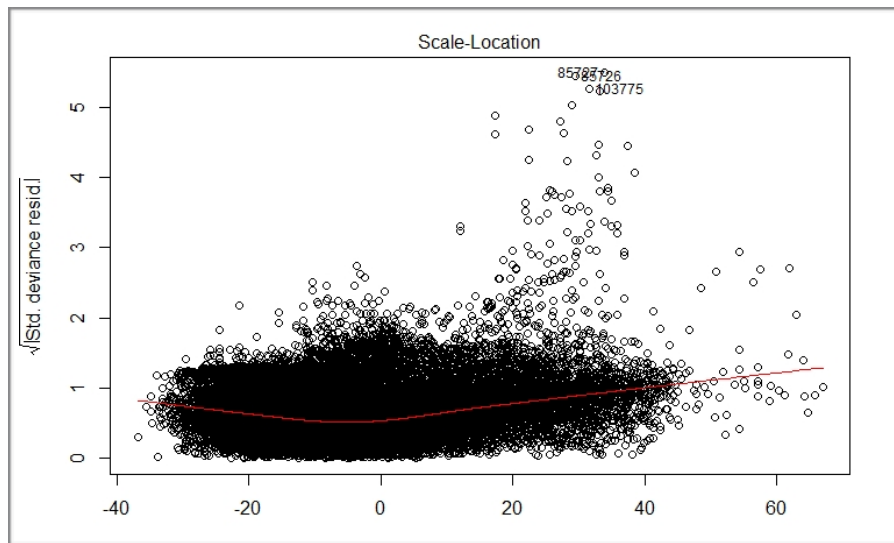
Διάγραμμα 4.9: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της διακύμανσης των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.9) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή παρουσιάζει πολύ μικρές αποκλίσεις από την οριζόντια διακεκομμένη. Οι δύο αυτές γραμμές σχεδόν ταυτίζονται γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές ακολουθούν μία γραμμική σχέση.



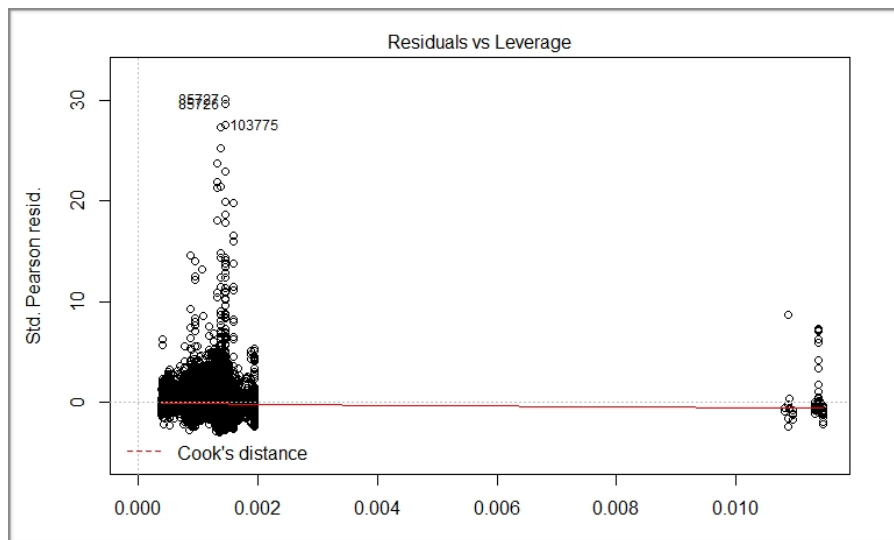
Διάγραμμα 4.10: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της κανονικότητας των υπολοίπων (Διάγραμμα 4.10) φαίνεται ότι ένα μεγάλο πλήθος τιμών ακολουθεί την διακεκομμένη γραμμή ενώ υπάρχουν αρκετές τιμές οι οποίες αποκλίνουν από αυτή. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η κανονική κατανομή δε περιγράφει σε ικανοποιητικό βαθμό τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου.



Διάγραμμα 4.11.: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της μεταβλητότητας των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.11) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή δεν είναι οριζόντια γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές του μοντέλου χαρακτηρίζονται από ετεροσκεδαστικότητα.



Διάγραμμα 4.12: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.

Στο διάγραμμα 4.12 παρουσιάζονται οι τιμές που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

4.4.4 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου Πάσχα και Δεκαπενταύγουστου

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το στατιστικό μοντέλο της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου για το Πάσχα και το Δεκαπενταύγουστο. Το μοντέλο αυτό βασίζεται στη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης και δημιουργήθηκε μέσω του λογισμικού R. Οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο είναι το έτος, η εποχή, η ημέρα και η ώρα, το είδος της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο οδικός άξονας, ο αριθμός των λωρίδων, η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια και η κατεύθυνση του οδικού άξονα και τέλος η σχέση του οδικού άξονα με την Εθνική Οδό και τους σταθμούς των μέσων μεταφοράς. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή χρησιμοποιείται η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ των τυπικών ημερών και ημερών αναψυχής που ανήκουν στην δεύτερη κατηγορία, αυτή του Πάσχα - Χριστουγέννων. Από τις εξαρτημένες μεταβλητές που αναφέρθηκαν παραπάνω αφαιρέθηκαν οι τιμές εκείνες οι οποίες δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και με την εφαρμογή του μοντέλου λάβαμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.6: Πίνακας μοντέλου ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου Πάσχα και Δεκαπενταύγουστου.

Μοντέλο Ποσοστιαίας Μεταβολής Κυκλοφοριακού Φόρτου Πάσχα - Δεκαπενταύγουστου				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Παράμετροι	Τυπικό Σφάλμα	Τιμή t	*
Σταθερός όρος	-10,4850	0,8498	-12,339	***
Έτος: 2013	1,5687	0,4129	3,8	***
Έτος: 2014	2,0372	0,414	4,921	***
Έτος: 2015	15,167	0,5548	27,339	***
Έτος: 2017	1,8405	0,4156	4,429	***
Έτος: 2018	2,6692	0,4037	6,612	***
Εποχή: Καλοκαίρι	5,2891	0,3132	16,888	***
01:00 - 02:00	3,1695	0,6571	4,824	***
02:00 - 03:00	5,9918	0,6573	9,115	***
03:00 - 04:00	4,0206	0,6571	6,119	***
04:00 - 05:00	2,2246	0,6571	3,386	***
06:00 - 07:00	-4,8047	0,6571	-7,312	***
07:00 - 08:00	-12,4394	0,6571	-18,932	***
08:00 - 09:00	-13,5868	0,6566	-20,694	***
09:00 - 10:00	-10,3428	0,6566	-15,753	***
10:00 - 11:00	-4,6856	0,6566	-7,137	***
12:00 - 13:00	1,4782	0,6576	2,248	*
14:00 - 15:00	-3,5177	0,6566	-5,358	***
15:00 - 16:00	-5,3351	0,6566	-8,126	***
16:00 - 17:00	-6,243	0,6566	-9,509	***
17:00 - 18:00	-7,0104	0,6566	-10,677	***

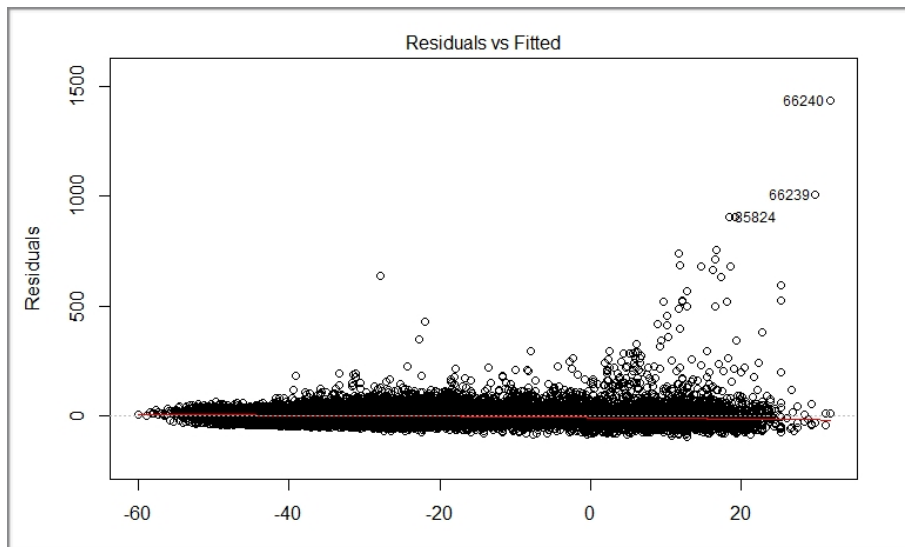
18:00 - 19:00	-5,9793	0,6566	-9,107	***
19:00 - 20:00	-2,5017	0,6566	-3,81	***
22:00 - 23:00	4,6054	0,6575	7,005	***
23:00 - 24:00	6,4992	0,6577	9,881	***
Περιοχή μη κεντρική	-8,0916	0,4048	-19,99	***
3 Λωρίδες κυκλοφορίας	-0,7418	0,3151	-2,354	*
4 Λωρίδες κυκλοφορίας	-4,5164	0,4322	-10,449	***
Όχι φωτεινή σηματοδότηση	0,7925	0,4441	1,785	.
Όχι διόδια	-18,298	0,6801	-26,905	***
Με κατεύθυνση προς Ε.Ο	11,0876	0,6368	17,413	***
Με κατεύθυνση από Ε.Ο	8,2515	0,6615	12,473	***
Με κατεύθυνση προς Μ.Μ	4,5758	0,5498	8,323	***
Με κατεύθυνση από Μ.Μ	11,5090	0,586	19,641	***
Κατεύθυνση: Προάστια	-1,1159	0,2859	-3,902	***
Ημέρα: Τρίτη	-1,4079	0,4894	-2,877	**
Ημέρα: Τετάρτη	-5,7698	0,5185	-11,128	***
Ημέρα: Πέμπτη	-1,3615	0,4892	-2,783	**
Ημέρα: Σάββατο	-4,7617	0,3506	-13,58	***
Ημέρα: Κυριακή	-2,4434	0,3457	-7,068	***

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 4.6) μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:

Τα αποτελέσματα του παραπάνω μοντέλου αναφέρονται στην ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να είναι αποτέλεσμα είτε της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής είτε του κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών είτε και των δύο. Επομένως, λαμβάνοντας ως βάση αναφοράς τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου Πάσχα και Δεκαπενταύγουστου του έτους 2012 παρατηρούμε ότι η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε αύξηση τα έτη 2013, 2014, 2015, 2017 και 2018 με τα έτη 2015 και 2017 να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αύξηση. Σε ότι αφορά την ώρα της ημέρας, συγκριτικά με το διάστημα 00:00 - 01:00, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε αύξηση κατά τα διαστήματα 01:00 - 05:00 και 22:00 - 24:00 ενώ παρουσίασε μείωση στο χρονικό διάστημα 06:00 - 20:00 με εξαίρεση το διάστημα 12:00 - 13:00 όπου παρουσίασε αύξηση. Στο διάστημα 06:00 - 20:00 ανήκουν οι ώρες αιχμής, επομένως μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αυτή η μείωση οφείλεται στην αύξηση του φόρτου των τυπικών ημερών. Σε ότι αφορά τις εποχές, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου ήταν μεγαλύτερη το καλοκαίρι συγκριτικά με την άνοιξη, ίσως λόγω χαμηλότερου κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών. Σε ότι αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, συγκριτικά με τη Δευτέρα, η Τρίτη, η Τετάρτη, η Πέμπτη, το Σάββατο και η Κυριακή παρουσίασαν μείωση. Σχετικά με τις λωρίδες κυκλοφορίας των οδικών αξόνων, το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες με 3 και 4 λωρίδες κυκλοφορίας παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τους οδικούς άξονες 2 λωρίδων, με τους οδικούς άξονες 4 λωρίδων να παρουσιάζουν μεγαλύτερη μείωση.

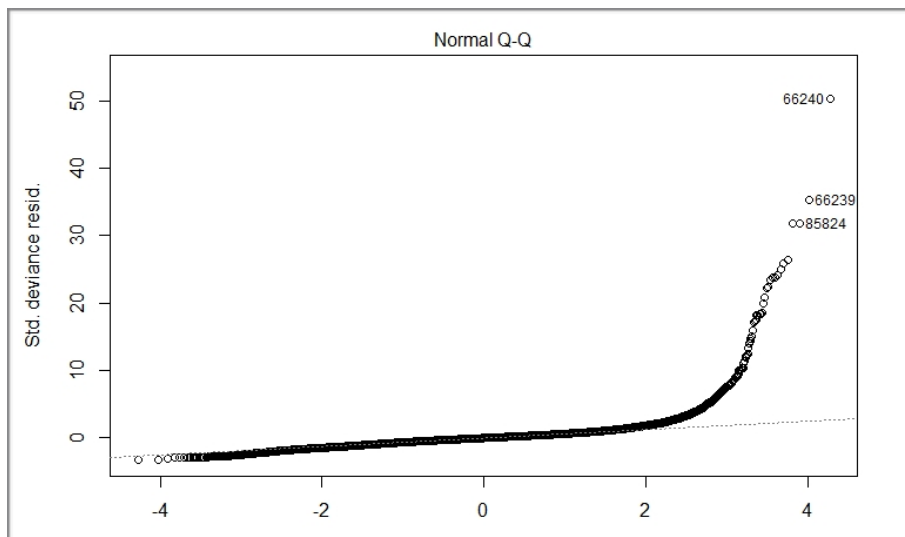
Ακόμα μελετήθηκαν παράγοντες όπως η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια, η περιοχή και η κατεύθυνση του οδικού άξονα. Το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρουσίασαν μικρή αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με αυτούς χωρίς φωτεινή σηματοδότηση, οδικοί άξονες σε περιοχές μη κεντρικές παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με οδικούς άξονες σε κεντρικές περιοχές, οδικοί άξονες χωρίς διόδια παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με κείνους με διόδια και τέλος οδικοί άξονες με κατεύθυνση τα προάστια παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Τέλος, το μοντέλο δίνει αποτελέσματα για την σχέση του οδικού άξονα με την Εθνική Οδό και τα μέσα μεταφοράς μεγάλων αποστάσεων όπως είναι το Λιμάνι του Πειραιά και το Αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος. Οδικοί άξονες με κατεύθυνση προς και από την Εθνική Οδό παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τους οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με την Εθνική Οδό και ομοίως οδικοί άξονες με κατεύθυνση προς και από τα μέσα μεταφοράς παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου σε σύγκριση με οδικούς άξονες που δε σχετίζονται με μέσα μεταφοράς.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα τα οποία σχετίζονται με το παραπάνω μοντέλο. Τα διαγράμματα αυτά δημιουργήθηκαν μέσω του λογισμικού R και είναι τέσσερα. Στο διάγραμμα Residuals vs Fitted (Διάγραμμα 4.13) γίνεται έλεγχος της γραμμικής σχέσης των τιμών του μοντέλου. Στο διάγραμμα Normal Q-Q (Διάγραμμα 4.14) γίνεται έλεγχος της κανονικότητας των σφαλμάτων του μοντέλου. Στο διάγραμμα Scale - Location (Διάγραμμα 4.15) γίνεται έλεγχος της ομοιογένειας της μεταβλητότητας των σφαλμάτων και στο διάγραμμα Residuals vs Leverage (Διάγραμμα 4.16) παρουσιάζονται οι τιμές εκείνες που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο.



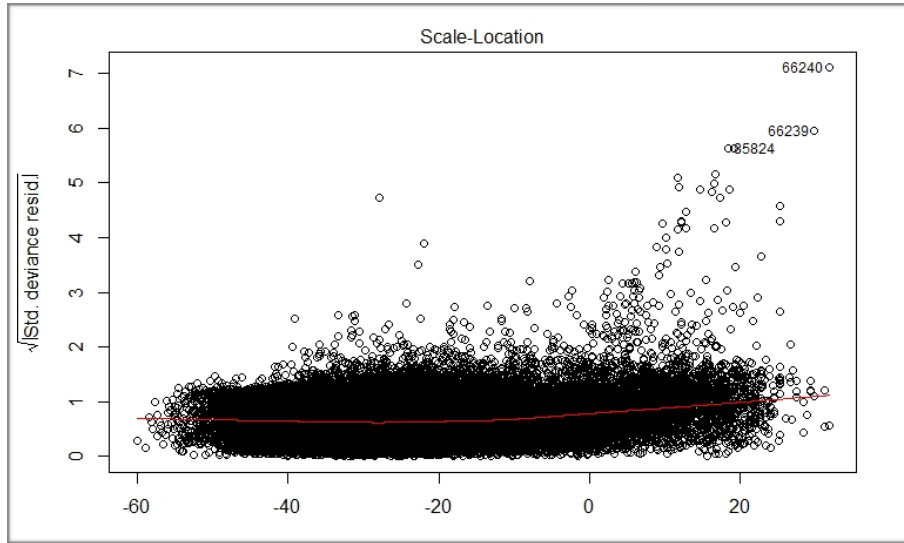
Διάγραμμα 4.13: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της διακύμανσης των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.13) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή παρουσιάζει πολύ μικρές αποκλίσεις από την οριζόντια διακεκομμένη. Οι δύο αυτές γραμμές σχεδόν ταυτίζονται γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές ακολουθούν μία γραμμική σχέση.



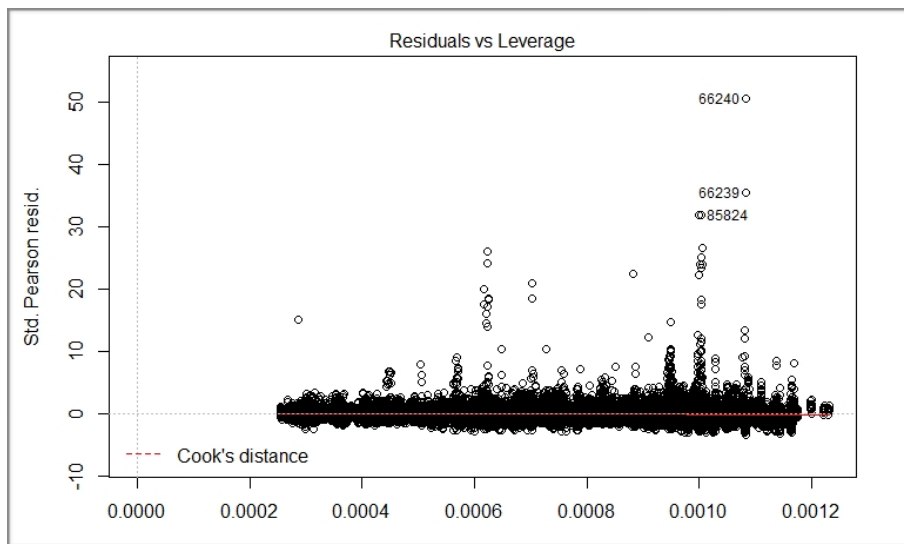
Διάγραμμα 4.14: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της κανονικότητας των υπολοίπων (Διάγραμμα 4.14) φαίνεται ότι ένα μεγάλο πλήθος τιμών ακολουθεί την διακεκομμένη γραμμή ενώ υπάρχουν τιμές οι οποίες αποκλίνουν από αυτή. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η κανονική κατανομή περιγράφει σε ικανοποιητικό βαθμό τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου.



Διάγραμμα 4.15: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της μεταβλητότητας των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.15) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή δεν είναι οριζόντια γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές του μοντέλου χαρακτηρίζονται από ετεροσκεδαστικότητα.



Διάγραμμα 4.16: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.

Στο διάγραμμα 4.16 παρουσιάζονται οι τιμές που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

4.4.5 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου Χριστουγέννων

Στη παρούσα ενότητα παρουσιάζεται το στατιστικό μοντέλο της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου Χριστουγέννων. Από την κατηγοριοποίηση που έγινε σε προηγούμενη ενότητα (Ενότητα 4.4.4) επιλέχθηκαν οι μεταβολές των κυκλοφοριακών φόρτων των Χριστουγέννων. Το στατιστικό μοντέλο της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου που παρουσιάζεται παρακάτω βασίζεται στη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης και δημιουργήθηκε μέσω του λογισμικού R. Οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο είναι το έτος, η ημέρα και η ώρα, το είδος της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο οδικός άξονας, ο αριθμός των λωρίδων, η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια και η κατεύθυνση του οδικού άξονα και τέλος η σχέση του οδικού άξονα με την Εθνική Οδό και τους σταθμούς των μέσων μεταφοράς. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή χρησιμοποιείται η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ των τυπικών ημερών και ημερών αναψυχής που ανήκουν στην κατηγορία των Χριστουγέννων. Από τις εξαρτημένες μεταβλητές που αναφέρθηκαν παραπάνω αφαιρέθηκαν οι τιμές εκείνες οι οποίες δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και με την εφαρμογή του μοντέλου λάβαμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.7: Πίνακας μοντέλου ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου Χριστουγέννων.

Μοντέλο Ποσοστιαίας Μεταβολής Κυκλοφοριακού Φόρτου Χριστουγέννων				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Παράμετροι	Τυπικό Σφάλμα	Τιμή t	*
Σταθερός όρος	21,696	3,844	5,644	***
Έτος: 2013	-2,254	1,352	-1,668	.
01:00 - 02:00	30,274	3,498	8,655	***
02:00 - 03:00	62,157	3,498	17,769	***
03:00 - 04:00	75,813	3,498	21,673	***
04:00 - 05:00	35,873	3,498	10,255	***
05:00 - 06:00	-33,074	3,498	-9,455	***
06:00 - 07:00	-70,063	3,498	-20,029	***
07:00 - 08:00	-86,38	3,498	-24,694	***
08:00 - 09:00	-88,42	3,498	-25,277	***
09:00 - 10:00	-81,01	3,498	-23,159	***
10:00 - 11:00	-67,647	3,498	-19,339	***
11:00 - 12:00	-53,121	3,509	-15,14	***
12:00 - 13:00	-43,09	3,509	-12,281	***
13:00 - 14:00	-39,353	3,498	-11,25	***
14:00 - 15:00	-50,322	3,498	-14,386	***
15:00 - 16:00	-61,631	3,498	-17,619	***
16:00 - 17:00	-59,842	3,498	-17,107	***
17:00 - 18:00	-55,401	3,498	-15,838	***
18:00 - 19:00	-51,827	3,498	-14,816	***

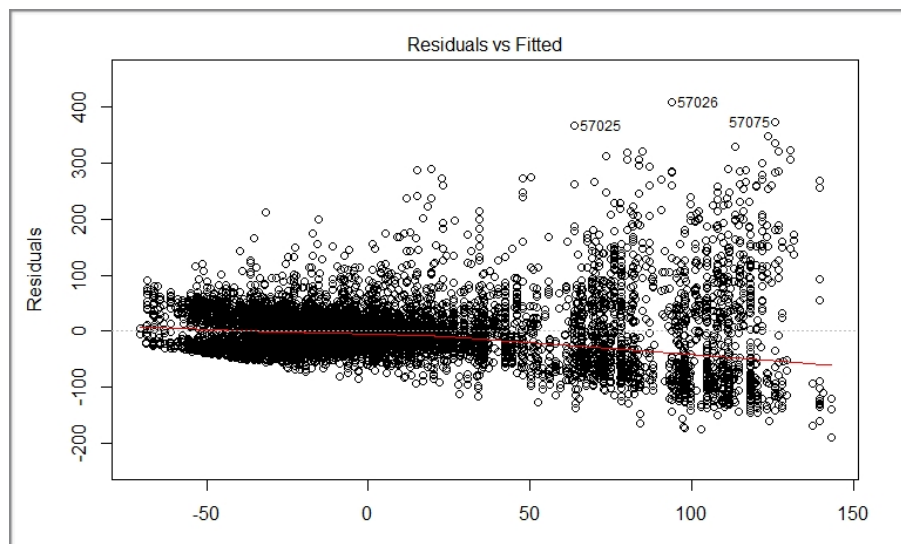
19:00 - 20:00	-48,596	3,498	-13,892	***
20:00 - 21:00	-44,3	3,498	-12,664	***
21:00 - 22:00	-40,419	3,498	-11,555	***
22:00 - 23:00	-29,504	3,498	-8,434	***
23:00 - 24:00	-16,064	3,498	-4,592	***
Περιοχή μη κεντρική	8,729	1,712	5,099	***
4 Λωρίδες κυκλοφορίας	-20,342	1,867	-10,896	***
5 Λωρίδες κυκλοφορίας	-32,173	3,684	-8,734	***
Όχι φωτεινή σηματοδότηση	11,996	2,073	5,786	***
Όχι διόδια	20,613	2,973	6,934	***
Κατεύθυνση: Προάστια	-6,857	1,236	-5,55	***
Με κατεύθυνση προς Ε.Ο	17,634	2,569	6,864	***
Με κατεύθυνση από Ε.Ο	13,203	2,617	5,046	***
Με κατεύθυνση προς Μ.Μ	-6,74	2,159	-3,121	**
Με κατεύθυνση από Μ.Μ	16,714	2,405	6,95	***
Ημέρα: Τρίτη	3,485	1,186	2,937	**

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 4.7) μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:

Τα αποτελέσματα του παραπάνω μοντέλου αναφέρονται στη ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να είναι αποτέλεσμα είτε της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής είτε του κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών είτε και των δύο. Επομένως, λαμβάνοντας ως βάση αναφοράς την μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου των Χριστουγέννων του έτους 2012 παρατηρούμε ότι η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε μείωση το έτος 2013. Σε ότι αφορά την ώρα της ημέρας, συγκριτικά με το διάστημα 00:00 - 01:00, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσίασε αύξηση στο διάστημα 01:00 - 05:00 ενώ παρουσίασε μείωση στο χρονικό διάστημα 05:00 - 24:00. Στα διαστήματα 06:00 - 12:00 και 14:00 - 19:00 (ώρες αιχμής) η μείωση είναι μεγαλύτερη και επομένως μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αυτή η μεταβολή οφείλεται στην αύξηση του φόρτου των τυπικών ημερών. Σε ότι αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, συγκριτικά με τη Δευτέρα, η Τρίτη παρουσίασε αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Σχετικά με τις λωρίδες κυκλοφορίας των οδικών αξόνων, το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες με 4 και 5 λωρίδες κυκλοφορίας παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τους οδικούς άξονες 2 λωρίδων, με τους οδικούς άξονες 5 λωρίδων να παρουσιάζουν μεγαλύτερη μείωση. Ακόμα μελετήθηκαν παράγοντες όπως η φωτεινή σηματοδότηση, τα διόδια, η περιοχή και η κατεύθυνση του οδικού άξονα. Το μοντέλο υπέδειξε ότι οδικοί άξονες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με αυτούς με φωτεινή σηματοδότηση, οδικοί άξονες σε περιοχές μη κεντρικές παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με οδικούς άξονες σε κεντρικές περιοχές, οδικοί άξονες χωρίς διόδια παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με κείνους με διόδια και τέλος οδικοί άξονες με κατεύθυνση τα προάστια παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Τέλος, το μοντέλο δίνει

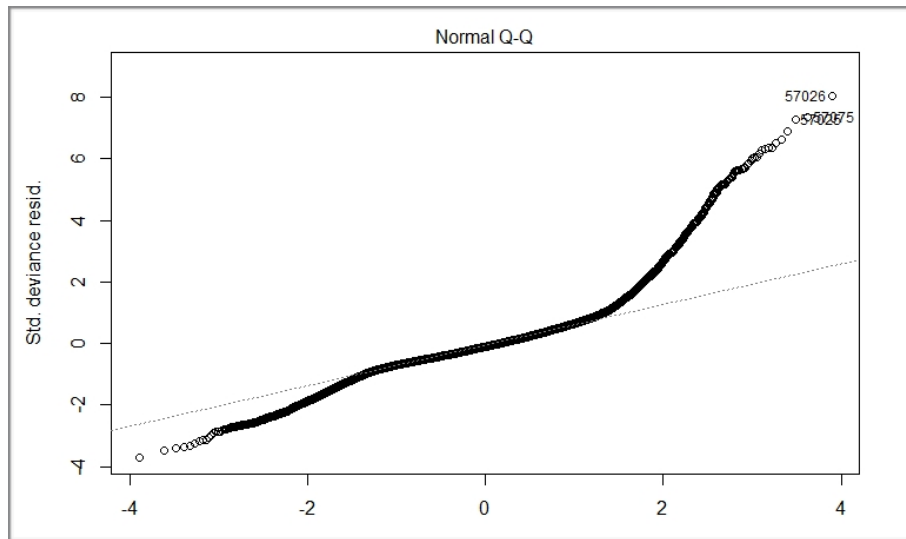
αποτελέσματα για τη σχέση του οδικού άξονα με την Εθνική Οδό και τα μέσα μεταφοράς μεγάλων αποστάσεων, όπως το Λιμάνι του Πειραιά και το Αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος. Οδικοί άξονες με κατεύθυνση από και προς την Εθνική Οδό παρουσίασαν αύξηση συγκριτικά με τους οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με την Εθνική Οδό. Οδικοί άξονες με κατεύθυνση προς τα μέσα μεταφοράς παρουσίασαν μείωση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με τα μέσα μεταφοράς ενώ οδικοί άξονες με κατεύθυνση από τα μέσα μεταφοράς παρουσίασαν αύξηση στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με τα μέσα μεταφοράς.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα τα οποία σχετίζονται με το παραπάνω μοντέλο. Τα διαγράμματα αυτά δημιουργήθηκαν μέσω του λογισμικού R και είναι τέσσερα. Στο διάγραμμα Residuals vs Fitted (Διάγραμμα 4.17) γίνεται έλεγχος της γραμμικής σχέσης των τιμών του μοντέλου. Στο διάγραμμα Normal Q-Q (Διάγραμμα 4.18) γίνεται έλεγχος της κανονικότητας των σφαλμάτων του μοντέλου. Στο διάγραμμα Scale - Location (Διάγραμμα 4.19) γίνεται έλεγχος της ομοιογένειας της μεταβλητότητας των σφαλμάτων και στο διάγραμμα Residuals vs Leverage (Διάγραμμα 4.20) παρουσιάζονται οι τιμές εκείνες που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο.



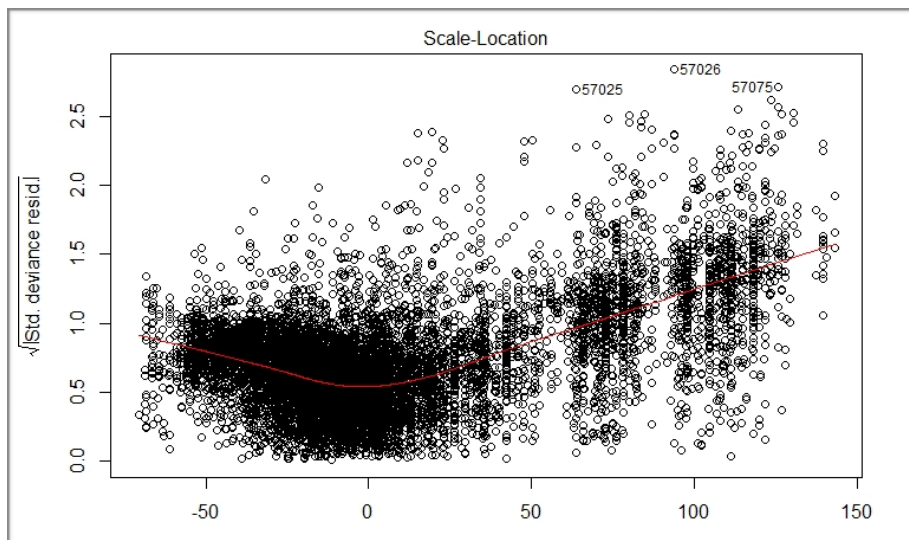
Διάγραμμα 4.17: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της διακύμανσης των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.17) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή παρουσιάζει αποκλίσεις από την οριζόντια διακεκομμένη. Οι δύο αυτές γραμμές φαίνονται να μην ταυτίζονται, με την κόκκινη γραμμή να αποκλίνει αρκετά, γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές ακολουθούν μία μη γραμμική σχέση.



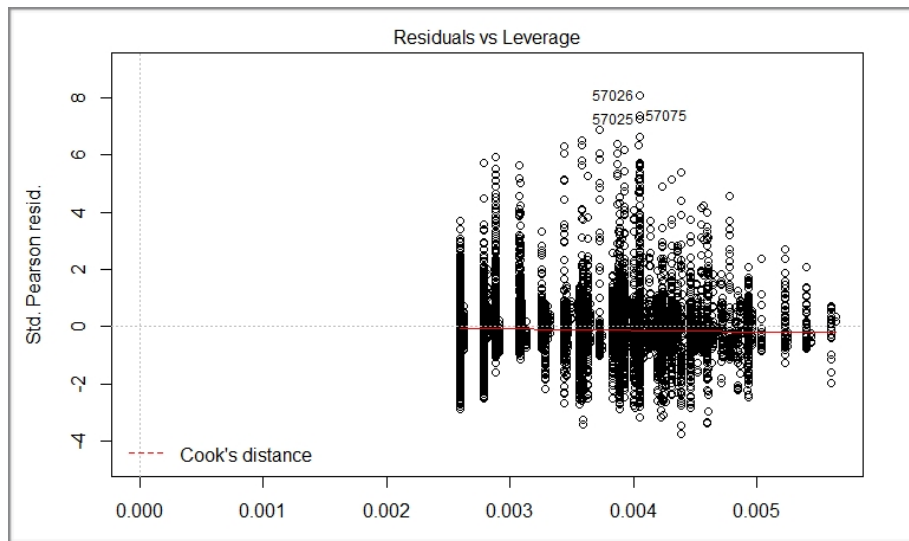
Διάγραμμα 4.18: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της κανονικότητας των υπολοίπων (Διάγραμμα 4.18) φαίνεται ότι ένα μεγάλο πλήθος τιμών ακολουθεί την διακεκομμένη γραμμή ενώ υπάρχουν αρκετές τιμές οι οποίες αποκλίνουν από αυτή. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η κανονική κατανομή δε περιγράφει σε ικανοποιητικό βαθμό τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου.



Διάγραμμα 4.19: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της μεταβλητότητας των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.19) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή δεν είναι οριζόντια γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές του μοντέλου χαρακτηρίζονται από ετεροσκεδαστικότητα.



Διάγραμμα 4.20: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.

Στο διάγραμμα 4.20 παρουσιάζονται οι τιμές που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

4.4.6 Μοντέλο αλληλεπίδρασης ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου

Στη παρούσα ενότητα παρουσιάζεται το στατιστικό μοντέλο της αλληλεπίδρασης της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου. Κατά την εφαρμογή του μοντέλου έγινε κατηγοριοποίηση της ώρας σε 3 κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία, η οποία εκφράζει τις ώρες υψηλής μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου, κατατάχθηκε το χρονικό διάστημα 10:00 - 11:00 - 19:00 - 20:00, στη δεύτερη κατηγορία, η οποία εκφράζει ώρες μεσαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου, κατατάχθηκαν τα χρονικά διαστήματα 07:00 - 08:00 - 09:00 - 10:00 και 20:00 - 21:00 - 23:00 - 24:00 και στη τρίτη κατηγορία, η οποία εκφράζει ώρες χαμηλής μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου, κατατάχθηκε το χρονικό διάστημα 01:00 - 06:00 - 07:00. Ακόμα, πραγματοποιήθηκε έλεγχος της αλληλεπίδρασης των μεταβολών των κυκλοφοριακών φόρτων των γιορτών και των ετών. Τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης εκφράζουν τη σύγκριση του μέσου όρων όλων των μεταβολών του κυκλοφοριακού φόρτου όλων των γιορτών και όλων των ετών με τις τιμές μεταβολής της κάθε γιορτής του κάθε έτους ξεχωριστά. Το στατιστικό μοντέλο που παρουσιάζεται παρακάτω βασίζεται στη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης και δημιουργήθηκε μέσω του λογισμικού R. Οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο είναι το έτος, η εποχή, η ημέρα και η ώρα, ο τύπος της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο οδικός άξονας, ο αριθμός των λωρίδων, τα διόδια και τέλος η σχέση του οδικού άξονα με την Εθνική Οδό. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή χρησιμοποιείται η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ των τυπικών ημερών και ημερών αναψυχής. Από τις εξαρτημένες μεταβλητές που αναφέρθηκαν παραπάνω αφαιρέθηκαν οι τιμές εκείνες οι οποίες δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και με την εφαρμογή του μοντέλου λάβαμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.8: Πίνακας μοντέλου αλληλεπίδρασης ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου.

Μοντέλο Αλληλεπίδρασης Ποσοστιαίας Μεταβολής Κυκλοφοριακού Φόρτου				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Παράμετροι	Τυπικό Σφάλμα	Τιμή t	*
Σταθερός όρος	6,606543	0,94005	7,028	***
Εποχή: Άνοιξη	-5,374587	1,733194	-3,101	**
Εποχή: Φθινόπωρο	-6,698152	2,058169	-3,254	**
Ώρα: Κατηγορία 3	11,36242	0,268005	42,396	***
Περιοχή μη κεντρική	-4,604407	0,416703	-11,05	***
3 Λωρίδες κυκλοφορίας	-1,187623	0,307807	-3,858	***
4 Λωρίδες κυκλοφορίας	-7,088946	0,400758	-17,689	***
5 Λωρίδες κυκλοφορίας	-2,522013	0,786422	-3,207	**
Με κατεύθυνση προς Ε.Ο	13,00629	0,550735	23,616	***
Με κατεύθυνση από Ε.Ο	15,38505	0,548544	28,047	***
Γιορτή: 25η Μαρτίου	-0,008601	1,08216	-0,008	
Γιορτή: Πάσχα	-22,04066	2,064652	-10,675	***
Γιορτή: Πρωτομαγιά	9,294575	2,032599	4,573	***
Γιορτή: Αγίου Πνεύματος	0,310579	1,116142	0,278	
Γιορτή: Δεκαπενταύγουστος	-22,944207	0,942942	-24,333	***

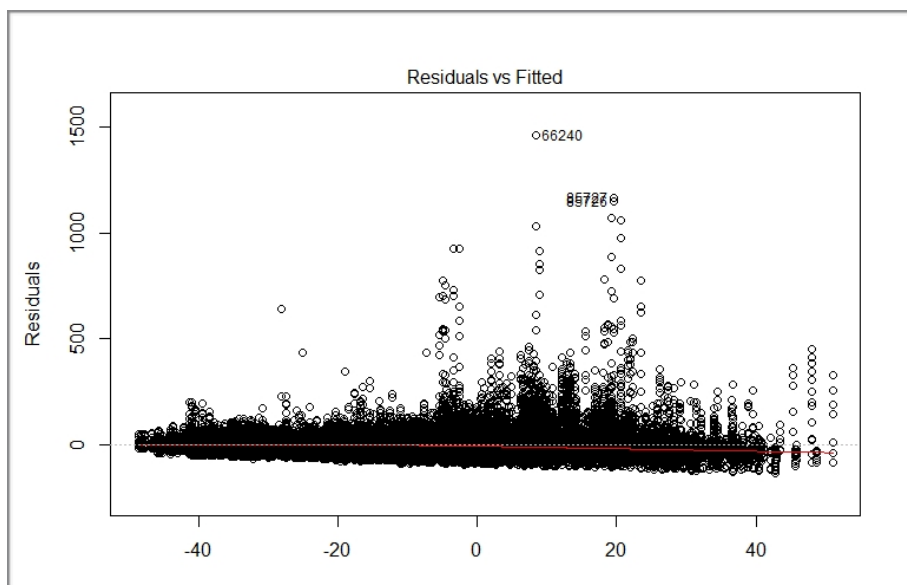
Γιορτή: Χριστούγεννα	7,668898	1,232869	6,22	***
Έτος: 2013	3,944393	2,054565	1,92	.
Έτος: 2014	1,666994	1,704142	0,978	
Έτος: 2015	-6,42493	1,109379	-5,791	***
Έτος: 2017	-2,469014	1,116433	-2,212	*
Έτος: 2018	-2,779092	1,10717	-2,51	*
Όχι διόδια	-13,492798	0,412551	-32,706	***
Ημέρα: Τρίτη	1,786397	0,532449	3,355	***
Ημέρα: Τετάρτη	-2,212369	0,558875	-3,959	***
Ημέρα: Παρασκευή	2,952535	0,335984	8,788	***
Ημέρα: Κυριακή	-2,67768	0,324597	-8,249	***
Γιορτή: Πάσχα - Έτος 2013	-3,138152	2,31253	-1,357	
Γιορτή: Αγίου Πνεύματος - Έτος 2013	-7,550267	2,308781	-3,27	**
Γιορτή: Δεκαπενταύγουστος - Έτος 2013	-2,231364	2,157422	-1,034	
Γιορτή: Χριστούγεννα - Έτος 2013	-6,087637	2,413123	-2,523	*
Γιορτή: Πάσχα - Έτος 2014	-1,280679	2,01422	-0,636	
Γιορτή: Αγίου Πνεύματος - Έτος 2014	-4,739455	2,020299	-2,346	*
Γιορτή: Δεκαπενταύγουστος - Έτος 2014	0,934626	1,82499	0,512	
Γιορτή: Χριστούγεννα - Έτος 2014	5,356236	2,152849	2,488	*
Γιορτή: Πάσχα - Έτος 2015	20,304395	1,457192	13,934	***
Γιορτή: Πρωτομαγιά - Έτος 2015	9,012143	2,357413	3,823	***
Γιορτή: Πάσχα - Έτος 2017	4,412961	1,549119	2,849	**
Γιορτή: Αγίου Πνεύματος - Έτος 2017	1,854217	1,55498	1,192	
Γιορτή: Δεκαπενταύγουστος - Έτος 2017	4,536014	1,291203	3,513	***
Γιορτή: Χριστούγεννα - Έτος 2017	-0,734881	1,598427	-0,46	
Γιορτή: Πάσχα - Έτος 2018	5,669603	1,533803	3,696	***
Γιορτή: Αγίου Πνεύματος - Έτος 2018	2,763229	2,311498	1,195	
Γιορτή: Δεκαπενταύγουστος - Έτος 2018	5,309759	1,27348	4,169	***
Γιορτή: Χριστούγεννα - Έτος 2018	2,111574	1,642946	1,285	

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 4.8) μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:

Τα αποτελέσματα του παραπάνω μοντέλου αναφέρονται στην ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου. Η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να είναι αποτέλεσμα είτε της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής είτε του κυκλοφοριακού φόρτου των τυπικών ημερών είτε και των δύο. Το μοντέλο αυτό μελετά την αλληλεπίδραση μεταξύ των γιορτών και των ετών. Ορισμένες διαφορές που παρουσιάζονται στα αποτελέσματα του μοντέλου αυτού σε σύγκριση με τα προηγούμενα στατιστικά μοντέλα της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου οφείλονται στην ευαισθησία που παρουσιάζουν τα δεδομένα. Σε ότι αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ της μεταβολής του κυκλοφοριακού

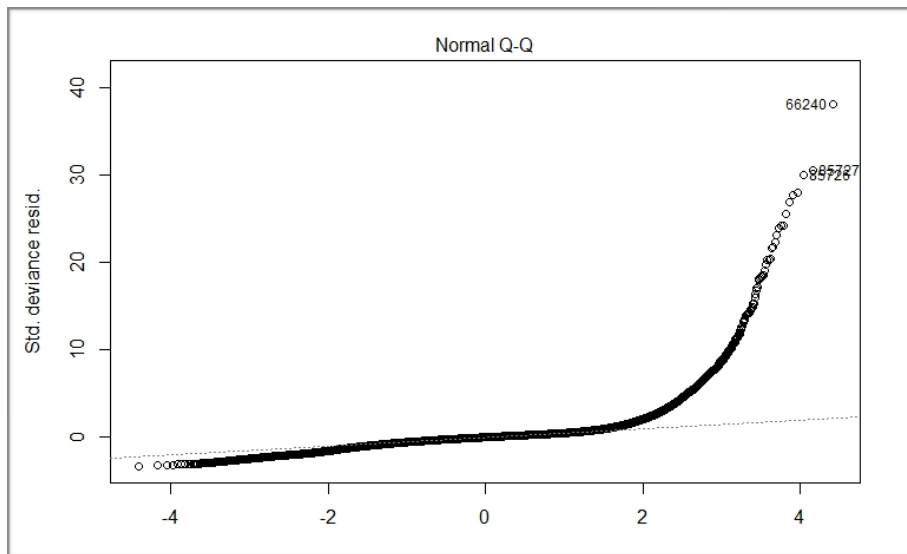
φόρτου των γιορτών και των ετών παρατηρείται ότι από το 2013 έως το 2018, οι γιορτές παρουσιάζουν μία αυξητική τάση γεγονός που επιβεβαιώνεται από την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου όπως υποδεικνύει το μοντέλο του κυκλοφοριακού φόρτου. Εξαιρέση σε αυτή τη παρατήρηση αποτελεί η γιορτή των Χριστουγέννων η οποία παρουσιάζει αύξηση το έτος 2014 και στην συνέχεια μείωση το έτος 2017. Οι γιορτές του Πάσχα και του Δεκαπενταύγουστου παρουσιάζουν τις χαμηλότερες ποσοστιαίες μεταβολές κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με την Καθαρά Δευτέρα ενώ τα Χριστούγεννα και η Πρωτομαγιά τους υψηλότερους.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα τα οποία σχετίζονται με το παραπάνω μοντέλο. Τα διαγράμματα αυτά δημιουργήθηκαν μέσω του λογισμικού R και είναι τέσσερα. Στο διάγραμμα Residuals vs Fitted (Διάγραμμα 4.21) γίνεται έλεγχος της γραμμικής σχέσης των τιμών του μοντέλου. Στο διάγραμμα Normal Q-Q (Διάγραμμα 4.22) γίνεται έλεγχος της κανονικότητας των σφαλμάτων του μοντέλου. Στο διάγραμμα Scale - Location (Διάγραμμα 4.23) γίνεται έλεγχος της ομοιογένειας της μεταβλητότητας των σφαλμάτων και στο διάγραμμα Residuals vs Leverage (Διάγραμμα 4.24) παρουσιάζονται οι τιμές εκείνες που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο.



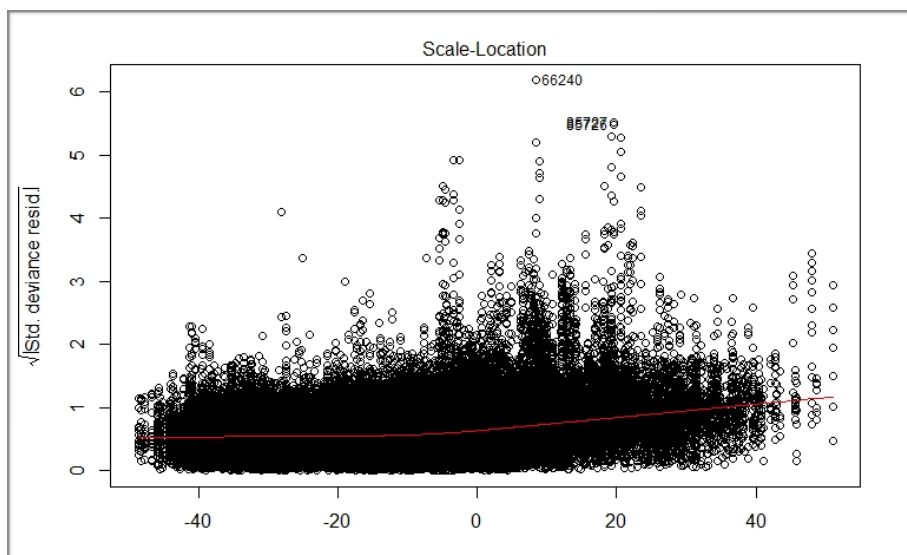
Διάγραμμα 4.21: Έλεγχος διακύμανσης σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της διακύμανσης των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.21) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή παρουσιάζει πολύ μικρές αποκλίσεις από την οριζόντια διακεκομμένη. Οι δύο αυτές γραμμές σχεδόν ταυτίζονται γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές ακολουθούν μία γραμμική σχέση.



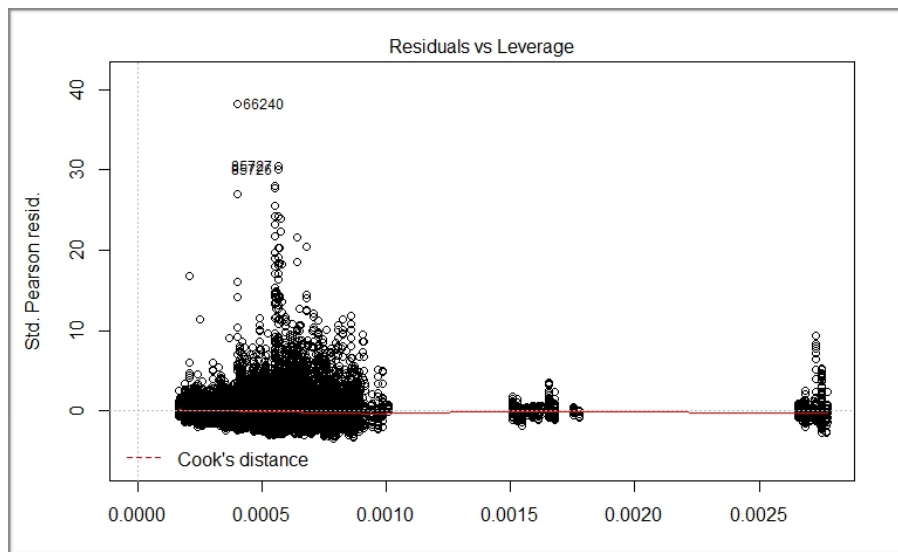
Διάγραμμα 4.22: Έλεγχος κανονικότητας υπολοίπων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της κανονικότητας των υπολοίπων (Διάγραμμα 4.22) φαίνεται ότι ένα μεγάλο πλήθος τιμών ακολουθεί την διακεκομμένη γραμμή ενώ υπάρχουν αρκετές τιμές οι οποίες αποκλίνουν από αυτή. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η κανονική κατανομή δε περιγράφει σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου.



Διάγραμμα 4.23: Έλεγχος μεταβλητότητας σφαλμάτων.

Στο διάγραμμα ελέγχου της μεταβλητότητας των σφαλμάτων (Διάγραμμα 4.23) παρατηρείται ότι η κόκκινη γραμμή δεν είναι οριζόντια γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές του μοντέλου χαρακτηρίζονται από ετεροσκεδαστικότητα.



Διάγραμμα 4.24: Τιμές που επηρεάζουν το μοντέλο.

Στο διάγραμμα 4.24 παρουσιάζονται οι τιμές που επηρεάζουν σημαντικά το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται όλα τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα διερεύνηση και παραθέτονται ορισμένες προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.

5.2 Βασικά συμπεράσματα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της μεταβολής των κυκλοφοριακών μεγεθών λόγω μετακινήσεων αναψυχής. Από τη στατιστική μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Κεφάλαιο 3, η οποία περιελάμβανε τη διερεύνηση των κυκλοφοριακών δεδομένων έτσι όπως αυτά συλλέχθηκαν από το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής αλλά και το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Αττικής Οδού, καθώς και την απεικόνιση της μεταβολής του μέσου κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής και των αντίστοιχων τυπικών ημερών, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Οι ημέρες των αργιών αλλά και οι περίοδοι των μετακινήσεων αναψυχής παρουσιάζουν χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους σε σχέση με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες. Όσον αφορά τις αργίες οι οποίες είναι στην τελευταία ημέρα του διαστήματος αναψυχής, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι αυξάνονται κατά τις απογευματινές και βραδυνές ώρες και σε συγκεκριμένες περιπτώσεις υπερβαίνουν τους κυκλοφοριακούς φόρτους των αντίστοιχων τυπικών ημερών γεγονός που οφείλεται στην επιστροφή των εκδρομέων την τελευταία ημέρα του διαστήματος αναψυχής. Οι βραδυνές ώρες της ημέρας πριν την αργία αλλά και οι πρώτες πρωινές ώρες της ημέρας της αργίας παρουσιάζουν υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους, συγκριτικά με τις αντίστοιχες τυπικές ημέρες, γεγονός που μπορεί να δικαιολογηθεί από τις βραδυνές εξόδους που πραγματοποιούνται, καθώς η επόμενη μέρα δεν αποτελεί εργάσιμη ημέρα. Οι αργίες οι οποίες δίνουν την δυνατότητα για διάστημα αναψυχής μεγαλύτερο των 3 ημερών δεν παρουσιάζουν συγκεκριμένο πρότυπο ως προς το πότε επιλέγουν οι εκδρομείς να αναχωρήσουν από την Αθήνα για τις μετακινήσεις αναψυχής. Για τις ημέρες των διαστημάτων αναψυχής, πλην των αργιών, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι χαμηλότεροι ή σχεδόν ίσοι με αυτούς των αντίστοιχων τυπικών ημερών. Επιπλέον, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι των τυπικών ημερών και των ημερών αναψυχής σχεδόν ταυτίζονται κατά τις πρώτες πρωινές ώρες με εξαίρεση την ημέρα πριν την αργία στην οποία ο κυκλοφοριακός φόρτος της ημέρας αναψυχής είναι υψηλότερος σε σχέση με την αντίστοιχη τυπική ημέρα. Οι μέσοι κυκλοφοριακοί φόρτοι των τυπικών ημερών των περιόδων της Καθαράς Δευτέρας, του Πάσχα, του Αγίου Πνεύματος, του Δεκαπενταύγουστου και των Χριστουγέννων παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές. Η περίοδος που παρουσιάζει τους χαμηλότερους μέσους κυκλοφοριακούς φόρτους είναι εκείνη του Πάσχα και ακολουθούν με τη σειρά η περίοδος του Δεκαπενταύγουστου, των Χριστουγέννων, της Καθαράς Δευτέρας και τέλος του Αγίου Πνεύματος. Οι μέσοι κυκλοφοριακοί φόρτοι όλων των ημερών αναψυχής μεταβάλλονται σχετικά ομαλά από το έτος 2012 έως και το έτος 2018. Τέλος, η περίοδος του Δεκαπενταύγουστου, των Χριστουγέννων και της Καθαράς Δευτέρας παρουσιάζουν

παρόμοιο πρότυπο στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ των τυπικών ημερών και των ημερών αναψυχής.

Από την εφαρμογή των μοντέλων της γραμμικής παλινδρόμησης, όπως αυτά παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 4, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Όσον αφορά το είδος της γιορτής, ο κυκλοφοριακός φόρτος, σε σύγκριση με τις τυπικές ημέρες, παρουσίασε μείωση στις γιορτές του Ευαγγελισμού, της Καθαράς Δευτέρας, της 28ης Οκτωβρίου και των Χριστουγέννων ενώ, αντιθέτως, παρουσίασε αύξηση στις γιορτές του Αγίου Πνεύματος και της Πρωτομαγιάς. Η μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου στη γιορτή των Χριστουγέννων ήταν και η μεγαλύτερη. Η γιορτή με τον υψηλότερο κυκλοφοριακό φόρτο είναι εκείνη του Αγίου Πνεύματος και ακολουθούν οι γιορτές της Πρωτομαγιάς, της Καθαράς Δευτέρας, του Ευαγγελισμού, της 28ης Οκτωβρίου, των Χριστουγέννων, του Δεκαπενταύγουστου και τέλος του Πάσχα. Επιπλέον, αύξηση παρουσιάστηκε στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου στις γιορτές του Πάσχα και του Δεκαπενταύγουστου σε όλα τα έτη σε σχέση με το έτος 2012 ενώ μείωση του ποσοστού μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρήθηκε συγκεκριμένα στις γιορτές των Χριστουγέννων και στα τριήμερα. Η γιορτή του Δεκαπενταύγουστου, σχετικά με το Πάσχα, παρουσίασε υψηλότερο ποσοστό μεταβολής γεγονός που συνδυαστικά με το χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο του καλοκαιριού υποδεικνύει ότι περισσότεροι εκδρομείς μετακινήθηκαν τον Δεκαπενταύγουστο συγκριτικά με το Πάσχα. Σε ότι αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου των γιορτών και των ετών παρατηρείται ότι από το 2014 έως το 2018, οι γιορτές παρουσιάζουν μία αυξητική τάση γεγονός που επιβεβαιώνεται από την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου όπως υποδεικνύει το μοντέλο του κυκλοφοριακού φόρτου.

Συνολικά, ο κυκλοφοριακός φόρτος, σε σύγκριση με το έτος 2012, παρουσίασε μείωση τα έτη 2013, 2014, 2015 και 2017 ενώ αυξήθηκε το έτος 2018. Το ποσοστό της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου των ημερών αναψυχής σε σχέση με τις τυπικές ημέρες παρουσίασε συνολικά αύξηση στα έτη 2015 και 2018, συγκριτικά με το έτος 2012, για όλες τις τυπικές ημέρες και ημέρες αναψυχής που μελετήθηκαν. Σχετικά με τις ημέρες της εβδομάδας, συγκριτικά με τη Δευτέρα, η Τρίτη, η Τετάρτη, η Πέμπτη και η Παρασκευή παρουσίασαν υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους, αναμενόμενο λόγω των μετακινήσεων με σκοπό την εργασία, ενώ το Σάββατο και η Κυριακή παρουσίασαν χαμηλότερους. Σε ότι αφορά τις εποχές, σε σχέση με το χειμώνα, το καλοκαίρι παρουσίασε τους χαμηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους και το υψηλότερο ποσοστό μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου λόγω χαμηλών φόρτων των τυπικών ημερών. Την άνοιξη και το φθινόπωρο παρουσιάστηκε αύξηση στον κυκλοφοριακό φόρτο μαζί με αύξηση στο ποσοστό μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου, γεγονός που υποδηλώνει ότι συγκριτικά με το χειμώνα υπάρχει αύξηση στις μετακινήσεις γενικά αλλά ακόμη μεγαλύτερη αύξηση στις μετακινήσεις αναψυχής. Σε ότι αφορά την ώρα της ημέρας, συγκριτικά με το διάστημα 00:00 - 01:00, ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσίασε μείωση στο διάστημα 01:00 - 06:00 και αύξηση στο διάστημα 06:00 - 24:00 ενώ το ποσοστό μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου κατά προσέγγιση παρουσίασε αύξηση στο διάστημα 01:00 - 05:00 και 21:00 - 24:00 και μείωση στο διάστημα 05:00 - 22:00. Εξαίρεση σε αυτή τη παρατήρηση αποτελεί η γιορτή των Χριστουγέννων στην οποία παρατηρήθηκε αύξηση στο διάστημα 01:00 - 05:00 και μείωση στο διάστημα 05:00 - 24:00.

Σχετικά με το είδος της περιοχής που διατρέχει ο οδικός άξονας, οι μη κεντρικές περιοχές, συγκριτικά με τις κεντρικές, παρουσίασαν αύξηση στον κυκλοφοριακό φόρτο και μείωση στο ποσοστό μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου σε όλες τις τυπικές ημέρες αλλά και ημέρες αναψυχής. Ο αυξημένος φόρτος υποδηλώνει ότι το μειωμένο ποσοστό μεταβολής οφείλεται πιθανότατα στο μειωμένο φόρτο των ημερών αναψυχής καθώς ο υψηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος μετακινήσεων αναψυχής παρατηρείται σε οδικούς άξονες που διατρέχουν κεντρικές περιοχές. Εξαίρεση αποτελούν τα Χριστούγεννα στα οποία το ποσοστό μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου ήταν αυξημένο στις μη κεντρικές περιοχές σε σύγκριση με τις κεντρικές. Οδικοί άξονες χωρίς φωτεινή σηματοδότηση παρουσίασαν υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους και υψηλότερα ποσοστά μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου σε σύγκριση με τους οδικούς άξονες που διαθέτουν φωτεινή σηματοδότηση. Οδικοί άξονες με κατεύθυνση τα προάστια παρουσίασαν υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους σε σύγκριση με τους οδικούς άξονες με κατεύθυνση το κέντρο. Αντιθέτως, οδικοί άξονες με κατεύθυνση τα προάστια παρουσίασαν χαμηλότερα ποσοστά μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου κατά τις ημέρες αναψυχής συγκριτικά με τους οδικούς άξονες με κατεύθυνση το κέντρο. Αυτά τα χαμηλότερα ποσοστά μεταβολής στις περιόδους των γιορτών οφείλονται στους υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους των τυπικών ημερών στους οδικούς άξονες με κατεύθυνση τα προάστια.

Οι οδικοί άξονες χωρίς διόδια παρουσίασαν υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους συγκριτικά με τους οδικούς άξονες με διόδια. Επιπλέον, οι οδικοί άξονες χωρίς διόδια παρουσίασαν χαμηλότερα ποσοστά μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου σε όλες τις γιορτές με εξαίρεση αυτή των Χριστουγέννων. Τα χαμηλότερα ποσοστά κυκλοφοριακού φόρτου που παρουσιάστηκαν σχεδόν σε όλες τις μετακινήσεις αναψυχής οφείλονται στον υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο σε οδικούς άξονες χωρίς διόδια κατά τις τυπικές ημέρες. Σε ότι αφορά τη σχέση των οδικών αξόνων με την Εθνική Οδό, οι οδικοί άξονες με κατεύθυνση προς και από την Εθνική Οδό παρουσίασαν αύξηση στο ποσοστό μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου σε όλες τις ημέρες αναψυχής συγκριτικά με τους οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με την Εθνική Οδό. Οδικοί άξονες με κατεύθυνση προς τα μέσα μεταφοράς παρουσίασαν αύξηση στο ποσοστό μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου στη γιορτή του Πάσχα και μείωση στα τριήμερα και στη γιορτή του Χριστουγέννων, συγκριτικά με οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με μέσα μεταφοράς. Οδικοί άξονες με κατεύθυνση από τα μέσα μεταφοράς παρουσίασαν αύξηση στο ποσοστό μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου στη γιορτή του Πάσχα και στη γιορτή του Χριστουγέννων αλλά και στα τριήμερα, συγκριτικά με οδικούς άξονες που δεν σχετίζονται με μέσα μεταφοράς.

5.3 Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται ορισμένες προτάσεις οι οποίες θα μπορούσαν να εφαρμοστούν για τη περαιτέρω διερεύνηση της επιρροής των μετακινήσεων αναψυχής στη μεταβολή των κυκλοφοριακών μεγεθών.

Τα συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας προέρχονται από τη διερεύνηση και την επεξεργασία δεδομένων που λήφθηκαν από ανιχνευτές τοποθετημένους σε οδικούς άξονες που διατρέχουν το αστικό κέντρο των Αθηνών. Μια πρόταση για περαιτέρω διερεύνηση της μεταβολής των κυκλοφοριακών μεγεθών λόγω μετακινήσεων αναψυχής θα

μπορούσε να είναι η διερεύνηση οδικών αξόνων εκτός του αστικού κέντρου των Αθηνών. Σε αυτή τη περίπτωση θα μπορούσαν να επιλεγούν υπεραστικοί οδικοί άξονες ή και οδικοί άξονες άλλων αστικών κέντρων της Ελλάδας γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει σε συμπεράσματα που αφορούν τη γενική μεταβολή των κυκλοφοριακών μεγεθών σε έκταση μεγαλύτερη από αυτή του αστικού κέντρου των Αθηνών. Επιπλέον θα μπορούσε να διερευνηθεί η επιρροή των γιορτών στις συνθήκες που επικρατούν στις εθνικές οδούς.

Επιπλέον, σε αυτή τη διπλωματική εργασία, η συλλογή των κυκλοφοριακών δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ανιχνευτών τοποθετημένων στο οδόστρωμα. Για κάθε όχημα διερχόμενο πάνω από τον ανιχνευτή, ο ανιχνευτής πραγματοποιούσε μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου, μέσης ταχύτητας και κατάληψης. Μία άλλη πρόταση για περαιτέρω διερεύνηση θα μπορούσε να είναι η συλλογή των απαραίτητων κυκλοφοριακών δεδομένων μέσω του συστήματος GPS που βρίσκεται ενσωματωμένο στα κινητά τηλέφωνα.

Μία ακόμη πρόταση για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος, θα μπορούσε να είναι η συλλογή κυκλοφοριακών δεδομένων από ένα χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 6 ετών (2012, 2013, 2014, 2015, 2017 και 2018) που επιλέχθηκαν για την παρούσα διπλωματική εργασία. Γεγονός αποτελεί ότι η οικονομική κρίση των τελευταίων ετών έχει επιφέρει μεταβολές στους κυκλοφοριακούς φόρτους αλλά και στις μετακινήσεις αναψυχής, οι οποίες επηρεάζουν σε ένα σημαντικό βαθμό τα αποτελέσματα της παρούσας διερεύνησης. Επομένως, η συλλογή κυκλοφοριακών δεδομένων από προηγούμενα έτη θα μπορούσε να περιγράψει πιο ρεαλιστικά τις μεταβολές στα κυκλοφοριακά μεγέθη που λαμβάνουν χώρα κατά τις μετακινήσεις αναψυχής και να οδηγήσει σε διαφορετικά συμπεράσματα σχετικά με τα πρότυπα των μετακινήσεων σε περιόδους αναψυχής.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία, ο κυκλοφοριακός φόρτος αναλύθηκε με τη χρήση στατιστικών μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης. Η ανάλυση του κυκλοφοριακού φόρτου με τη χρήση μοντέλων χρονοσειρών θα μπορούσε να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τη μελλοντική μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου.

Τέλος, ενδεχόμενες τροποποιήσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν στη παρούσα έρευνα για περαιτέρω μελέτη είναι η επιλογή περισσότερων ανιχνευτών στους ίδιους οδικούς άξονες αλλά και σε οδικούς άξονες που δεν εξετάστηκαν. Τα κυκλοφοριακά δεδομένα από τους πρόσθετους ανιχνευτές στους επιπλέον οδικούς άξονες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε πιο ακριβή συμπεράσματα σχετικά με τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου γενικά αλλά και σε περιόδους αναψυχής.

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

6.1 Διεθνείς Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Jungwook Jun, (2008). Understanding the variability of speed distributions under mixed traffic conditions caused by holiday traffic.
2. Gang Liu, Chenhao Wang, and Tony Z. Qiu, (2016). Understanding Intercity Freeway Traffic Variability at Holidays Using Anonymous Cell Phone Data.
3. Meng Xu, Qiaoling Wang and Qinliang Lin, (2018). Hybrid holiday traffic predictions in cellular networks.
4. Mario Cools, Elke Moons, and Geert Wets, (2019). Investigating Effect of Holidays on Daily Traffic Counts.
5. Xianglong Luo ,Danyang Li, and Shengrui Zhang, (2018). Traffic Flow Prediction during the Holidays Based on DFT and SVR.
6. Mario Cools, Elke Moons, and Geert Wets, (2019). Investigating the Variability in Daily Traffic Counts Through Use of ARIMAX and SARIMAX Models.
7. Agyenim Oti and Camille Kamga, (2015). Analysis of Trends and Seasonal Variations in Toll Traffic Demand on Bridges and Tunnels in New York City.
8. Zhaobin Liu, Satish Sharma and Sandeep Dalta, (2007). A nearest neighbourhood approach for estimation of missing traffic data during holiday periods.

6.2 Ελληνικές Βιβλιογραφικές Αναφορές

9. Αντωνίου Κ., Σπυροπούλου Ι., (2015). Αρχές κυκλοφοριακής τεχνικής και προσομοίωσης, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
10. Φρατζεσκάκης Ι. Μ., Γκόλιας Ι.Κ., Πιτσιάβα – Λατινοπούλου Μ.Χ, (2009). Κυκλοφοριακή Τεχνική, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
11. Ιωάννης Ι.Γεροντίδης, (2019). ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΜΕ ΤΟ MINITAB

