



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ



Διπλωματική Εργασία

Διερεύνηση επιρροής ύπαρξης αποκλειστικής λωρίδας λεωφορείων και άλλων παραγόντων στον χρόνο διαδρομής λεωφορειακών γραμμών

Κωνσταντίνος Εμμ. Παπακωνσταντίνου
Επιβλέπων Καθηγητής: Κεπαπτσόγλου Κωνσταντίνος
Οκτώβριος 2021

**Διερεύνηση επιρροής ύπαρξης αποκλειστικών λωρίδων
λεωφορείων και άλλων παραγόντων στον χρόνο διαδρομής
λεωφορειακών γραμμών**

*Στην Χριστίνα,
στους γονείς μου,
στα αδέρφια μου.*

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Κωνσταντίνος Παπακωνσταντίνου, 2021

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον επιβλέποντα κο Κωνσταντίνο Κεπαπτσόγλου, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τομέα Έργων Υποδομής και Αγροτικής Ανάπτυξης, της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών – Μηχανικών Γεωπληροφορικής, για την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, την εμπιστοσύνη, την υποστήριξη και την πολύτιμη καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησής της. Από την πρώτη κιόλας συνάντηση, πριν ακόμη συμφωνηθεί αναλάβει την επίβλεψη της διπλωματικής μου εργασίας, ήταν εμφανής η διάθεση και η όρεξη για συνεργασία, ενώ οι ουσιώδεις συζητήσεις, η επίλυση των όποιων προβλημάτων και δυσκολιών , βοήθησαν θεμελιωδώς στην εκπόνηση του έργου της διπλωματικής μου εργασίας.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, Χριστίνα Ηλιοπούλου, για τον χρόνο, την διάθεση, τις συμβουλές, τις κατευθύνσεις και τις τεχνικές οδηγίες σε όλο το διάστημα εκπόνησης της εργασίας μου.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες, σε όλους εκείνους που είτε με μια κουβέντα, είτε με μία απλή πράξη, συντέλεσαν έστω και ελάχιστα, στην πορεία μου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Αλλά κυριότερα όλων, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου. Για την απεριόριστη στήριξη και πίστη που μου έδειξαν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (Ο.Α.Σ.Α.) από το 2017 αναβάθμισε και εκσυγχρόνισε σημαντικά τις υπηρεσίες του με την ενσωμάτωση μεθόδων τηλεματικής. Πέραν του επιβατικού κοινού, δόθηκε η δυνατότητα σε ερευνητές, να χρησιμοποιούν τα δεδομένα που συλλέγονται από τις μεθόδους τηλεματικής και να διεξάγουν μελέτες με υψηλή ακρίβεια και πλήθος πληροφοριών, όπως ο χρόνος, η τοποθεσία, το όχημα. Τέτοια στοιχεία, χρησιμοποιήθηκαν και στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

Η Αθήνα, αποτελεί την 2^η πιο πυκνοκατοικημένη ευρωπαϊκή πρωτεύουσα, δημιουργώντας σαφώς την ανάγκη για αποδοτικά μέσα μαζικής μεταφοράς. Το πλέον διαδεδομένο και αποτελεσματικό μέτρο, για την βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης, και πιο συγκεκριμένα του χρόνου διαδρομής στα λεωφορεία, είναι η δημιουργία αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων. Είναι αυτονόητο, ότι εξαιρώντας τα λεωφορεία από τον υπόλοιπο κυκλοφοριακό φόρτο και αποδίδοντας μια λωρίδα από το πλάτος της οδού για αποκλειστική χρήση, ότι βελτιώνεται ο χρόνος διαδρομής.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, εξετάζεται αν και κατά πόσο αποτελεσματική είναι η ύπαρξη αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων. Μελετώνται έξι λεωφορειακές γραμμές, με διαφορετικά χαρακτηριστικά, που διέρχονται από τις μεγαλύτερες και πλέον κεντρικές οδούς της μητρόπολης των Αθηνών. Η επιρροή των αποκλειστικών λωρίδων κυκλοφορίας και η επιρροή άλλων παραγόντων στις εν λόγω γραμμές, εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα, οδηγούν στην μείωση του χρόνου διαδρομής και ως εκ τούτου βελτίωση του παρεχόμενου επιπέδου εξυπηρέτησης προς το επιβατικό κοινό στις αστικές συγκοινωνίες.

Abstract

Since 2017, the Athens Urban Transport Organization (OASA) has significantly upgraded and modernized its services by incorporating telematics methods. In addition to the travelling public, researchers were given the opportunity to use the data collected by telematics methods and conduct studies with high accuracy and a wealth of information, such as time, location, vehicle. Such data were also used in this thesis.

Athens is the 2nd most densely populated European capital, clearly creating the need for efficient public transport. The most widespread and effective measure to improve the level of service, and more specifically the travel time on buses, is the creation of exclusive bus lanes. It goes without saying, that by excluding buses from the rest of the traffic volume and by assigning a lane from the width of the road, for exclusive use, that the trip time is improved.

In the present thesis, it is examined whether and to what extent the existence of dedicated bus lanes is effective. Six bus lines, with different characteristics, are studied, passing through the largest and most central streets of the metropolis of Athens. The influence of the reserved lanes, and the influence of other factors on these lines, draws useful conclusions, leading to a reduction in travel time, and therefore an improvement in the level of service, provided to passengers in urban transport.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
ABSTRACT	11
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	13
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	13
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	14
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	18
1.2. ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	20
1.3. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	20
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	21
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	21
2.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΘΕΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (AVL DATA).....	22
2.3. BUS BUNCHING (ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΣ 2 Η ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΤΗΝ ΙΔΙΑ ΣΤΑΣΗ).....	25
2.4. ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΕΣ ΛΩΡΙΔΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ (BUS LANES).....	28
2.5. ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ RUNNING TIME.....	34
3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ	36
3.1. ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	36
3.1.1. Λεωφορειακή γραμμή.....	36
3.1.2. Διαδρομή.....	36
3.1.3. Δρομολόγιο.....	36
3.1.4. Συνωστισμός λεωφορείων (οχημάτων) (“bus bunching”).....	37
3.1.5. Χρονικός διαχωρισμός (χρονική ακολουθία).....	37
3.1.6. Χρονικά κατώφλια.....	37
3.1.7. Χρόνος εξυπηρέτησης στάσης.....	38
3.1.8. Επιβατικός φόρτος.....	38
3.1.9. Αποκλειστική Λωρίδα Λεωφορείων (ΑΛΛ).....	38
3.1.10. Συνολικός χρόνος διαδρομής (running time).....	38
3.2. ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ.....	40
3.2.1. Α7 ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ – ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ).....	41
3.2.2. 224 ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ – ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ.....	45
3.2.3. 235 ΖΩΓΡΑΦΟΥ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ (ΚΥΚΛΙΚΗ).....	49
3.2.4. 608 ΓΑΛΑΤΣΙ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ - ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ.....	52
3.2.5. 622 ΓΟΥΔΗ - ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ.....	56
3.2.6. 653 ΨΥΧΙΚΟ – ΠΑΝΟΡΜΟΥ Β (ΚΥΚΛΙΚΗ).....	61
3.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΟΑΣΑ.....	64
3.4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ, ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ & ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	65
4. ΜΟΝΤΕΛΑ	69
4.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	69
4.2. Η ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΚΑΙ Ο ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΤΩΝ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ.....	71
4.3. Η ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΣΤΗΝ ΓΛΩΣΣΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΡΥΘΜΩΝ.....	73
4.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	75
4.4.1. Αποτελέσματα μακροσκοπικά (πριν την εφαρμογή του μοντέλου).....	75
4.5. ΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΤΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	88

4.5.1.	Γραμμές 2 κατευθύνσεων	- 89 -
4.5.2.	Κυκλικές γραμμές (235 & 653)	- 102 -
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	- 108 -
5.1.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 108 -
5.2.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	- 109 -
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	- 110 -

Ευρετήριο γραφημάτων

ΓΡΑΦΗΜΑ 1 - ΧΡΟΝΟΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΓΡΑΜΜΗ Α7	- 44 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 2 - ΧΡΟΝΟΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΓΡΑΜΜΗ 224	- 48 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 3 - ΧΡΟΝΟΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΓΡΑΜΜΗ 235	- 51 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 4 - ΧΡΟΝΟΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΓΡΑΜΜΗ 608	- 56 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 5 - ΧΡΟΝΟΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΓΡΑΜΜΗ 622	- 60 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 6 - ΧΡΟΝΟΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΓΡΑΜΜΗ 653	- 62 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 7 - ΣΥΓΚΡΙΣΗ Μ.Ο. ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΔΥΟ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ	- 63 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 8 - ΣΥΓΚΡΙΣΗ Μ.Ο. ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΩΝ ΚΥΚΛΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ	- 63 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 9 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ Α7 (ΑΤ)	- 77 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 10 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ Α7 (ΑΤ)	- 77 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 11 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ Α7 (ΤΑ)	- 78 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 12 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ Α7 (ΤΑ)	- 78 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 13 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ 224 (ΑΤ)	- 79 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 14 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ 224 (ΑΤ)	- 79 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 15 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ 224 (ΤΑ)	- 80 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 16 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ 224 (ΤΑ)	- 80 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 17 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ 608 (ΑΤ)	- 81 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 18 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ 608 (ΑΤ)	- 81 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 19 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ 608 (ΤΑ)	- 82 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 20 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ 608 (ΤΑ)	- 82 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 21 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ 622 (ΑΤ)	- 83 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 22 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ 622 (ΑΤ)	- 83 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 23 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ 622 (ΤΑ)	- 84 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 24 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ 622 (ΤΑ)	- 84 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 25 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ 235 (ΚΥΚΛΙΚΗ)	- 85 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 26 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ 235 (ΚΥΚΛΙΚΗ)	- 85 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 27 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΓΡΑΜΜΗΣ 653 (ΚΥΚΛΙΚΗ)	- 86 -
ΓΡΑΦΗΜΑ 28 - ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΝΤΟΣ & ΕΚΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ 653 (ΚΥΚΛΙΚΗ)	- 86 -

Ευρετήριο εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1 - ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ ΑΘΗΝΩΝ	- 15 -
ΕΙΚΟΝΑ 2 - ΤΑΞΙ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ	- 16 -
ΕΙΚΟΝΑ 3 - ΜΠΟΤΙΛΙΑΡΙΣΜΑ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ	- 17 -
ΕΙΚΟΝΑ 4 - ΠΑΡΚΑΡΙΣΜΑ ΕΠΙ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΛΩΡΙΔΑΣ	- 17 -
ΕΙΚΟΝΑ 5 - ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ ΣΕ ΣΤΑΣΗ	- 18 -
ΕΙΚΟΝΑ 6 - ΚΑΤΑΛΗΨΗ ΑΛΛ ΑΠΟ ΕΛ.ΑΣ	- 19 -
ΕΙΚΟΝΑ 7 - ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΈΡΕΥΝΑΣ	- 40 -
ΕΙΚΟΝΑ 8 - ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ Α7 & ΜΕΤΡΟ	- 41 -
ΕΙΚΟΝΑ 9 - Α7 ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ-ΚΗΦΙΣΙΑ (ΜΕ ΣΤΑΣΕΙΣ)	- 43 -

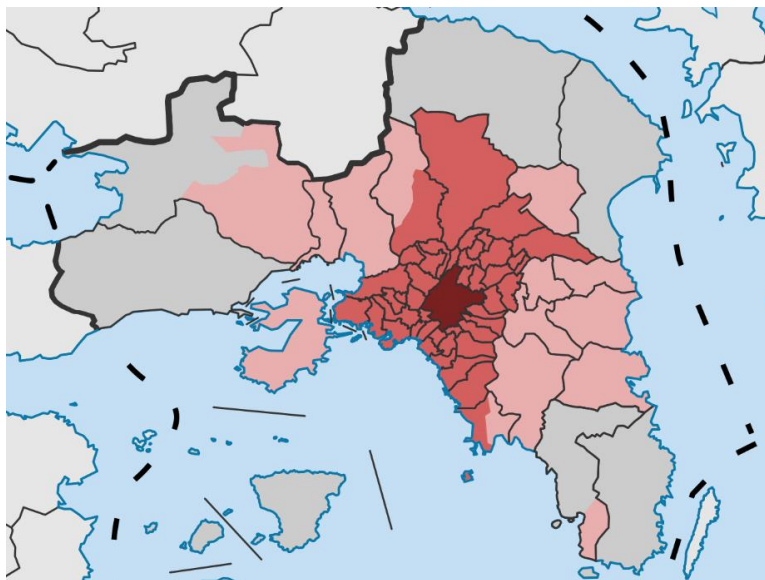
ΕΙΚΟΝΑ 10 - Α7 ΚΗΦΙΣΙΑ-ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ (ΜΕ ΣΤΑΣΕΙΣ)	- 44 -
ΕΙΚΟΝΑ 11 - ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ 224 & ΜΕΤΡΟ	- 45 -
ΕΙΚΟΝΑ 12 - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ-ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ (ΜΕ ΣΤΑΣΕΙΣ)	- 47 -
ΕΙΚΟΝΑ 13 - ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ-ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ (ΜΕ ΣΤΑΣΕΙΣ)	- 48 -
ΕΙΚΟΝΑ 14 - ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ 235 & ΜΕΤΡΟ	- 49 -
ΕΙΚΟΝΑ 15 - ΖΩΓΡΑΦΟΥ-ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΚΥΚΛΙΚΗ (ΜΕ ΣΤΑΣΕΙΣ)	- 51 -
ΕΙΚΟΝΑ 16 - ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ 608 & ΜΕΤΡΟ	- 52 -
ΕΙΚΟΝΑ 17 - ΓΑΛΑΤΣΙ-ΑΚΑΔΗΜΙΑ-ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ (ΜΕ ΣΤΑΣΕΙΣ)	- 54 -
ΕΙΚΟΝΑ 18 - ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ-ΑΚΑΔΗΜΙΑ-ΓΑΛΑΤΣΙ (ΜΕ ΣΤΑΣΕΙΣ)	- 56 -
ΕΙΚΟΝΑ 19 - ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ 622 & ΜΕΤΡΟ	- 57 -
ΕΙΚΟΝΑ 20 - ΓΟΥΔΗ-ΆΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ (ΜΕ ΣΤΑΣΕΙΣ)	- 59 -
ΕΙΚΟΝΑ 21 - ΆΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ-ΓΟΥΔΗ (ΜΕ ΣΤΑΣΕΙΣ)	- 60 -
ΕΙΚΟΝΑ 22 - ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ 653 & ΜΕΤΡΟ	- 61 -
ΕΙΚΟΝΑ 23 - ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ 653 & ΜΕΤΡΟ	- 62 -
ΕΙΚΟΝΑ 24 - ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΟΑΣΑ	- 65 -
ΕΙΚΟΝΑ 25 - ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΕ ΜΟΝΤΕΛΟ ΡΥΘΜΩΝ	- 66 -
ΕΙΚΟΝΑ 26 - ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	- 72 -
ΕΙΚΟΝΑ 27 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΡΥΘΜΩΝ	- 73 -
ΕΙΚΟΝΑ 28 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ Α7 (ΑΤ)	- 77 -
ΕΙΚΟΝΑ 29 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ Α7 (ΤΑ)	- 78 -
ΕΙΚΟΝΑ 30 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ 224 (ΑΤ)	- 79 -
ΕΙΚΟΝΑ 31 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ 224 (ΤΑ)	- 80 -
ΕΙΚΟΝΑ 32 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ 608 (ΑΤ)	- 81 -
ΕΙΚΟΝΑ 33 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ 608 (ΤΑ)	- 82 -
ΕΙΚΟΝΑ 34 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ 622 (ΑΤ)	- 83 -
ΕΙΚΟΝΑ 35 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ 622 (ΤΑ)	- 84 -
ΕΙΚΟΝΑ 36 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ 235 (ΚΥΚΛΙΚΗ)	- 85 -
ΕΙΚΟΝΑ 37 - ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛ ΓΡΑΜΜΗΣ 653 (ΚΥΚΛΙΚΗ)	- 86 -

Ευρετήριο Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΡΥΘΜΩΝ (Α7)	- 89 -
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΡΥΘΜΩΝ (224)	- 92 -
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΡΥΘΜΩΝ (608)	- 95 -
ΠΙΝΑΚΑΣ 4 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΡΥΘΜΩΝ (622)	- 98 -
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΡΥΘΜΩΝ (235)	- 102 -
ΠΙΝΑΚΑΣ 6 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΡΥΘΜΩΝ (653)	- 105 -

1. Εισαγωγή

Με βάση την απογραφή του 2011 στην Ελλάδα, η μητροπολιτική περιοχή των Αθηνών κατοικείται από 3.761.810 κατοίκους. Υπολογίζοντας την πρόσφατη μεταναστευτική ροή, καθώς και παράνομους κατοίκους που δεν περιλαμβάνονται στις απογραφές, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι πρόκειται για μία περιοχή με πληθυσμό περί τα τέσσερα εκατομμύρια (4.000.000) κατοίκους. Η έκταση που καλύπτει η εν λόγω περιοχή ανέρχεται στα 553,15 τετραγωνικά χιλιόμετρα, αποτελούμενη από την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας (κεντρικός, βόρειος, δυτικός και νότιος τομέας Αθηνών), τον Πειραιά και τις περιοχές τόσο της Ανατολικής όσο και της Δυτικής Αττικής.



Εικόνα 1 - Μητρόπολη Αθηνών

Η Ένωση Ευρωπαίων Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (ACEA) ανακοίνωσε (στοιχεία για το 2016) ότι στους ελληνικούς δρόμους κυκλοφορούν 257 εκατομμύρια οχήματα, δηλαδή 476 οχήματα ανά κάτοικο. Επιπλέον, με βάση στοιχεία της Διεθνούς Ένωσης Αστικών Συγκοινωνιών (UITP) Αθήνα κυκλοφορούν 3,9 ταξί ανά χίλιους κατοίκους. Στην Ισπανία και τη Γερμανία, οι αναλογίες είναι 2,67 για τη Μαδρίτη και 2,05 για το Βερολίνο.



Εικόνα 2 - Ταξί στο κέντρο της Αθήνας

Τα τελευταία χρόνια, τα στοιχεία στις ταξινομήσεις αυτοκινήτων είναι διαρκώς ανοδικά, με την «ανάσα» που έδινε τα προηγούμενα χρόνια η οικονομική κρίση στην κυκλοφορία, να αποτελεί πλέον παρελθόν.

Η οικονομική κρίση πέρασε, ή τουλάχιστον παγιώθηκε, με την κίνηση να επανέρχεται από το 2017 και έκτοτε σε επίπεδα προ κρίσης. Η οικονομική κατάσταση της χώρας, που φαίνεται αν όχι να βελτιώνεται, τουλάχιστον να σταθεροποιείται, σε ένα σημείο ενθαρρύνει και θα ενθαρρύνει όλο και περισσότερους οδηγούς να χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους, αφού μπορούν να αντέξουν το κόστος χρήσης του, και σε αντιδιαστολή με το 2012 όταν η κατά 60% μείωση των πωλήσεων αυτοκινήτων και η πτώση της κίνησης των Ι.Χ., προσέφερε μια ανακούφιση στο κυκλοφοριακό της Αθήνας ελέω Μνημονίων (ανεργία, αύξηση τιμής βενζίνης αύξηση κόστους Ι.Χ., μείωση μετακινήσεων ψυχαγωγίας), δείχνουν ότι αυτό που επηρεάζει εν γένει, είναι η κίνηση των Ι.Χ.

Το κυκλοφοριακό πρόβλημα στην Αθήνα είναι ξανά παρόν, αφού, σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (στοιχεία 2016), ο Έλληνας οδηγός περνάει σε μοιλιάρισμα 39 ώρες τον χρόνο, διάστημα αυξημένο κατά 10 ώρες από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Παρότι έχουν περάσει περίπου δέκα χρόνια από την έναρξη της οικονομικής κρίσης και η τεχνολογία έχει προχωρήσει με αλματώδεις ρυθμούς, φαίνεται ότι η πλειοψηφία του πληθυσμού επιλέγει μέσα ιδιωτικής χρήσης για την μετακίνηση του, αντί των Μ.Μ.Μ.



Εικόνα 3 - Μποτιλιάρισμα στην Αθήνα

Σημαντικό ρόλο σε αυτό διαδραματίζει και η ανεπάρκεια των αστικών συγκοινωνιών, αφού από τον ήδη ανεπαρκή στόλο των δύο χιλιάδων λεωφορείων (μέσος όρος ηλικίας 17 ετών με το 75% αυτών να κινούνται με πετρέλαιο), τα μισά δεν κυκλοφορούν λόγω ελλείψεων, είτε σε ανταλλακτικά και συντήρηση είτε σε οδηγούς. Είναι βέβαιο ότι η Αθήνα δεν έχει τα πιο ελκυστικά λεωφορεία. Επιπλέον, η αναμονή σε στάση λεωφορείου, υπό οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες (βροχή, κρύο, καύσωνα) καθώς και η μη εύρεση θέσης εντός του οχήματος, μειώνουν το επίπεδο εξυπηρέτησης, όμως παράλληλα το κόστος τους παραμένει εξαιρετικά χαμηλό, αν αναλογιστεί κανείς ότι με 1€ την ημέρα μπορεί να μετακινείται απεριόριστα με τα Μ.Μ.Μ (με βάση το κόστος μηνιαίας κάρτας ανηγμένο στις 30 μέρες). Παρόλα αυτά όμως, όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω, η χρήση του Ι.Χ. είναι αυτή που αυξάνεται. Βασικό ρόλο σε αυτό διαδραματίζει και η συμπεριφορά του Έλληνα ως οδηγός κατά την κίνησή του στους δρόμους. Η παραβατικότητα και η στάση απέναντι στα Μ.Μ.Μ. αποτελεί μείζον πρόβλημα νοοτροπίας και παιδείας. Η μη παραχώρηση προτεραιότητας, η παράνομη κίνηση εντός των λεωφορειολωρίδων, καθώς και η στάθμευση επί αυτών, συντελεί στην δημιουργία της παρούσας κατάστασης στους ελληνικούς δρόμους.



Εικόνα 4 - Παρκάρισμα επί λεωφορειολωρίδας

Από το μέρος της, η πολιτεία οφείλει να «προστατεύσει» τις δημόσιες συγκοινωνίες από την παράνομη στάθμευση και την παραβίαση των λεωφορειολωρίδων, όπως έχει τονιστεί επανειλημμένα από ειδικούς. Ενώ το νομικό πλαίσιο ορίζει τόσο χρηματικό πρόστιμο, της τάξεως των διακοσίων ευρώ, όσο και πέντε πόντους στο σύστημα ποινών, φαίνεται πως αυτό από μόνο του δεν αρκεί για να πειθαρχήσει ο Έλληνας οδηγός. Πηγές της τροχαίας Αθηνών αναφέρουν περί τις 50-60 παραβάσεις καθημερινά, βεβαιωμένες από τροχονόμους, χωρίς να περιλαμβάνονται οι παραβάσεις από τις κάμερες. Στόχος του ΟΑΣΑ είναι η μετατροπή των καμερών από αναλογικές σε ψηφιακές, ώστε να είναι ταχύτερη η διαδικασία αποστολής δεδομένων, χωρίς να απαιτείται η εκτύπωση των φιλμ.

Η πλέον ριζοσπαστική αναβάθμιση του ΟΑΣΑ στα λεωφορεία, ήταν το σύστημα της τηλεματικής, το οποίο άρχισε να εφαρμόζεται δειλά στα τέλη του 2014 και πλέον έχει ευρεία εφαρμογή σε στάσεις λεωφορείων όσο και μέσα σε αυτά. Με αυτήν την τεχνολογία, οι επιβάτες γνωρίζουν τον χρόνο άφιξης του λεωφορείου στην στάση και οι ερευνητές έχουν δεδομένα όπως η γεωγραφική θέση του λεωφορείου και η ταχύτητα του σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 5 - Τηλεματική σε στάση

1.1. Αντικείμενο της εργασίας

Οι αστικές συγκοινωνίες οφείλουν να παρέχουν ένα υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης και η χρήση τους πρέπει να ενισχύεται έμπρακτα τόσο από την πολιτεία όσο και από τους πολίτες, είτε οδηγούς είτε επιβάτες, στην καθημερινότητα.

Τα δεδομένα τηλεματικής του ΟΑΣΑ, χρησιμοποιούνται και στην παρούσα εργασία, με σκοπό να γίνει διερεύνηση της διαφοροποίησης του χρόνου διαδρομής συναρτήσει διαφόρων παραγόντων. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι λωρίδες αποκλειστικής κίνησης λεωφορείων και τι πραγματικά συμβαίνει κατά το διάστημα

της απαγόρευσης κυκλοφορίας σε αυτές.

Μακροσκοπικά, οι παρατηρήσεις που έγιναν, έδειξαν ότι στην οδό Πατησίων, στο ρεύμα προς την περιφέρεια είναι ιδιαίτερα έντονο το φαινόμενο της παράνομης στάθμευσης επί των λεωφορειολωρίδων. Επιπλέον, η διαγράμμιση είναι ξεβαμμένη και αρκετά «ουδέτερη» ως προς την αντίθεση που θα έπρεπε να είχε με το υπόλοιπο πλάτος της οδού. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η λεωφορειολωρίδα με την έντονη πράσινη διαγράμμιση και την αποτροπή εισόδου σε αυτήν στο ρεύμα προς κέντρο, επί της λεωφόρου Αλεξάνδρας, εμφανίζει ένα ιδιαίτερο φαινόμενο. Οι στρέφουσες κινήσεις είναι συχνές και πυκνές, ενώ και οι οδηγοί που δεν γνωρίζουν που ακριβώς να στρίψουν, αυξάνουν την παραβατικότητα επί της λεωφορειολωρίδας. Τέλος, η μοναδικότητα του συχνού φαινομένου της παρκαρισμένης κλούβας των ΜΑΤ μπροστά από το Αρχαιολογικό Μουσείο, επί της λεωφορειολωρίδας της οδού Πατησίων, σε μία θέση με κάμερα ελέγχου της παραβατικότητας, αναδεικνύει όλες τις «ιδιαιτερότητες» της ελληνικής πραγματικότητας.



Εικόνα 6 - Κατάληψη ΑΛΛ από ΕΛ.ΑΣ.

Στη συνέχεια διερευνάται εις βάθος με τη βοήθεια των τηλεματικών δεδομένων του ΟΑΣΑ η κατάσταση που επικρατεί επί των τμημάτων των λεωφορειολωρίδων αλλά και εκτός αυτών, διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας και πως επηρεάζεται από τα προηγούμενα ο χρόνος διαδρομής. Ένας ξεχωριστός παράγοντας είναι ο συνωστισμός των λεωφορείων (bus bunching), δηλαδή όταν δύο ή περισσότερα λεωφορεία συμπέσουν χρονικά στην ίδια στάση. Η ανισοκατανομή των επιβατών και η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι τα δύο βασικότερα αίτια του εν λόγω φαινομένου, το οποίο έχει πολύπλευρες επιπτώσεις τόσο σε μικρή όσο και σε μεγάλη κλίμακα. Ενδεικτικά αναφέρονται οι αυξημένες καθυστερήσεις, άρα χαμηλό επίπεδο εξυπηρέτησης των επιβατών όπως και η μη εξυπηρέτηση επιβατών επομένων

στάσεων λόγω κορεσμού. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η αναποτελεσματικότητα του δικτύου.

Οι αρχικές μακροσκοπικές παρατηρήσεις από την εποπτεία του αντικειμένου, η προσωπική οδηγική εμπειρία του συγγραφέοντος στους δρόμους της Αθήνας ως αυτοκινητιστή αλλά και ως δικυκλιστή και τα τηλεματικά δεδομένα που παρασχέθηκαν από τον ΟΑΣΑ, συνθέτουν την παρούσα διπλωματική εργασία και οδήγησαν στα συμπεράσματα που περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

1.2. Σκοπός διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των λεωφορειολωρίδων, μέσω σύγκρισης των χρόνων διαδρομής εντός και εκτός αυτών, διαφόρων λεωφορειακών γραμμών επί των κυρίων αξόνων της μητροπολιτικής Αθήνας. Εξετάζεται η επιρροή στους χρόνους διαδρομής από διάφορους παράγοντες (π.χ. αιχμές, δακτύλιος, ποσοστό τρόλεϋ κλπ.) με στόχο την αξιολόγηση τόσο των λεωφορειολωρίδων ως μέτρο βελτίωσης του επιπέδου εξυπηρέτησης στα λεωφορεία, όσο και τον βαθμό στον οποίο επηρεάζουν οι εκάστοτε παράγοντες.

1.3. Διάρθρωση διπλωματικής εργασίας

Η διπλωματική εργασία χωρίζεται στα παρακάτω κεφάλαια:

Στο πρώτο (1^ο) κεφάλαιο, πραγματοποιείται μια παρουσίαση της κατάστασης ως προς τα Μ.Μ.Μ. και την χρήση οχημάτων Ι.Χ. στην Αθήνα, με μία αναδρομή στο κοντινό παρελθόν και τα χρόνια της οικονομικής κρίσης. Επίσης, αναφέρεται το αντικείμενο, ο σκοπός και η διάρθρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στο δεύτερο (2^ο) κεφάλαιο, γίνεται μια σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση, σχετικά με παρόμοιες έρευνες όπως αυτές έχουν εφαρμοστεί σε άλλες χώρες από την επιστημονική κοινότητα, καθώς και παρεμφερείς μεθοδολογίες για τους σκοπούς άλλων εργασιών.

Στο τρίτο (3^ο) κεφάλαιο, αναπτύσσονται χρήσιμες έννοιες που θα βοηθήσουν τον αναγνώστη στην καλύτερη κατανόηση της εργασίας, αναφέρονται τα στοιχεία που δόθηκαν από τον ΟΑΣΑ, ο τρόπος επεξεργασίας και μορφοποίησης τους, οι λεωφορειακές γραμμές που εξετάζονται στην παρούσα εργασία καθώς και οι ανεξάρτητες μεταβλητές που εισάγονται στο μαθηματικό μοντέλο.

Στο τέταρτο (4^ο) κεφάλαιο, αναλύεται ο τρόπος επίλυσης της ερευνητικής διαδικασίας, όπως αυτός περιγράφεται από το μαθηματικό μοντέλο, τη χρήση της Python μέσω υπολογιστή, τα αποτελέσματα και η αξιολόγηση αυτών.

Στο πέμπτο (5^ο) κεφάλαιο, καταγράφονται τα συμπεράσματα της συγκεκριμένης μελέτης καθώς και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.

2. Βιβλιογραφικά Ανασκόπηση

2.1. Εισαγωγή

Όπως αναφέρεται και στο παραπάνω κεφάλαιο, στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των επιπτώσεων διαφόρων παραγόντων στο χρόνο διαδρομής λεωφορειακών γραμμών εντός και εκτός λωρίδων αποκλειστικής κυκλοφορίας αυτών.

Το πρώτο στάδιο της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας ήταν η βιβλιογραφική ανασκόπηση, η διαδικασία της οποίας συντελείται από τρία βασικά στάδια, την αναζήτηση βιβλιογραφικών αναφορών, την ανάκτησή τους καθώς και την σύνθεση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης όπως αυτή παρουσιάζεται στον εν λόγω κεφάλαιο. Αποτελεί το βασικό στάδιο στην πορεία ολοκλήρωσης της εργασίας και βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση εννοιών, μεθοδολογιών ώστε να οδηγηθεί ο συγγραφέας στον προσδιορισμό του αντικειμένου και στον τρόπο αντιμετώπισής του.

Κύριο εργαλείο στην αναζήτηση βιβλιογραφικής αναφορών ήταν το διαδίκτυο. Έγινε έρευνα στη διεθνή βιβλιογραφία όπου μελετητές αναπτύσσοντας κατάλληλα μοντέλα εκτιμούν τον χρόνο διαδρομής λεωφορειακών γραμμών είτε τις καθυστερήσεις σε αυτές, καταλήγοντας σε χρήσιμα συμπεράσματα άλλοτε για παράγοντες που επηρεάζουν αυτές σε τοπικό επίπεδο και άλλοτε σε επίπεδο μητροπολιτικού συστήματος συνολικά. Συγκεκριμένα ιδιαίτερη μνεία ως προς την αναζήτηση οφείλει να γίνει στο google scholar και στο science direct που ήταν οι κύριες πηγές.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που ακολουθεί περιλαμβάνει μελέτες και έρευνες που σχετίζονται με τους χρόνους διαδρομής, τις λωρίδες αποκλειστικής κυκλοφορίας λεωφορείων, την συσσώρευση λεωφορείων στην ίδια στάση (bus bunching) και τα δεδομένα θέσης λεωφορείων (AVL Data) τα οποία είναι πολύ δημοφιλή και έχουν πληθώρα εφαρμογών για φορείς, μελετητές, ερευνητές ακόμα και χρήστες. Τα παραπάνω αποτελούν και τους τέσσερις βασικούς άξονες πάνω στους οποίους κινήθηκε η διαδικασία της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών.

2.2. Δεδομένα θέσης οχημάτων (AVL Data)

Ξεκινώντας με τα δεδομένα θέσης, το ακρωνύμιο AVL αναλύεται στις τρεις λέξεις της αγγλικής Automatic Vehicle Location και είναι ένας τρόπος αυτόματου καθορισμού και εκπομπής της γεωγραφικής θέσης ενός οχήματος (wiki). Τα δεδομένα που λαμβάνονται χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς δίνουν εύκολα, γρήγορα, άμεσα και αξιόπιστα αποτελέσματα με θετικό αντίκτυπο τόσο σε φορείς όσο και στο επιβατικό κοινό. Άμεση σύνδεση της τεχνολογίας υπάρχει με τον χρόνο διαδρομής των λεωφορειακών γραμμών και σε συνδυασμό με δεδομένα APC (Automatic Passenger Counting) χρησιμοποιούνται για την βελτίωση του σχεδιασμού και προγραμματισμού αυτών καθώς και την αξιολόγησή τους.

Κρίθηκε σκόπιμο για την καλύτερη κατανόηση τόσο της τεχνολογίας όσο και για την εξέλιξη χρήσης της να μελετηθεί η τεχνολογία, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της, ο ακριβής τρόπος λειτουργίας της καθώς και η ιστορική εξέλιξη της. Αξίζει να αναφερθεί ότι η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών έφερε επανάσταση τη δεκαετία του '90 και σε συνδυασμό με την τεχνολογία του GPS (Global Positioning System) οδήγησε από τα ραδιοκύματα και την πυξίδα στην ακριβή τοποθεσία ανά πάσα στιγμή (Taylor et al., n.d.).

Σύμφωνα με τον Σαββίδη το 1995, πέραν της ανάλυσης των κατηγοριών των AVL Data και του τρόπου εφαρμογής τους, σημειώνεται η μεγάλη σημασία χρήσης της τεχνολογίας αυτής στα οδικά δίκτυα, τα οφέλη από τα «έξυπνα συστήματα» και πως απώτερος σκοπός μεταξύ άλλων είναι η κυκλοφορία, το περιβάλλον, η ενέργεια και η οικονομία, ενώ τονίζεται η σημασία του προσδιορισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο μελλοντικά (Σαββαΐδης et al., n.d.).

Με παράδειγμα το σύστημα του Λονδίνου, το 2005 οι Hounsell και Shrestha εμβαθύνουν και αναλύουν το θέμα της προτεραιότητας λεωφορείων στους κόμβους με φωτεινούς σηματοδότες με χρήση δεδομένων AVL. Μακροσκοπικά, γίνεται επισκόπηση πέντε κατηγοριών συστημάτων που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη, ενώ συγκρίνονται διαφορετικές στρατηγικές στην προτεραιότητα των λεωφορείων με βάση τα παραπάνω δεδομένα, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι λωρίδες αποκλειστικής χρήσης λεωφορείων είναι απαραίτητες για την αποτελεσματικότητα των Μ.Μ.Μ. σε συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης και ότι οι νέες τεχνολογίες AVL κρίνονται πολύ χρήσιμες (N. Hounsell & Shrestha, 2005).

Με σκοπό την αξιολόγηση της προτεραιότητας των λεωφορείων στους φωτεινούς σηματοδότες με χρήση δεδομένων AVL, το 2012 οι ίδιοι μελετητές μαζί με τον Souza, παρατηρούν αρχικά την αυξανόμενη χρήση δεδομένων AVL στις συγκοινωνίες στο Ηνωμένο Βασίλειο με δεδομένα πραγματικού χρόνου, όπως επιβατική κίνηση, διαχείριση στόλου και προτεραιότητα σε φωτεινό σηματοδότη. Παράλληλα, σημειώνεται η βελτίωση στα προγράμματα των λεωφορείων. Η ευρεία εφαρμογή στους φωτεινούς σηματοδότες στο σύστημα του Λονδίνου αναδεικνύει περιορισμούς και πλεονεκτήματα των δεδομένων AVL, ενώ τονίζεται η ιδιαιτερότητα στην επεξεργασία τους. Πιο συγκεκριμένα, όσο μικρότερα τα χρονικά διαστήματα τόσο καλύτερη η ανάλυση, ενώ ο κύκλος της γραμμής λεωφορείου δημιουργεί πρόβλημα. Οι εφαρμογές είναι πολλές και πολυεπίπεδες, με κύριο πλεονέκτημα την ταχύτητα και το εύρος ταυτόχρονης συλλογής δεδομένων με κατακόρυφη μείωση στις μετρήσεις πεδίου (N. B. Hounsell et al., 2012).

Σε αντίθεση με το Ηνωμένο Βασίλειο, στην Κίνα δεν αναγνωρίζεται η συνεισφορά των AVL δεδομένων και τα προγράμματα των λεωφορείων γίνονται χειροκίνητα με βάση την εμπειρία, μη αντικατοπτρίζοντας την πραγματικότητα. Έτσι, το 2012 οι Xu και Shen, οι οποίοι προτείνουν την χρήση τους για καθορισμό χρόνων διαδρομής, ορίζουν πειραματικά χρόνο διαδρομής λεωφορειακής γραμμής βασισμένοι σε δεδομένα AVL, με πειραματική δοκιμή στη γραμμή 4 στο Χαϊκού της Κίνας, όπου και παρατηρείται υψηλή συνέπεια στα δρομολόγια (Xu & Shen, 2012).

Μια άλλη εφαρμογή μετρήσεων AVL, που αναδεικνύει τις δυνατότητες της τεχνολογίας αυτής, είναι η παρακολούθηση και το μαζικό σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας μέσω κέντρου κατανομής δεδομένων, που έγινε στην Μέκκα της Σαουδικής Αραβίας, με εντοπισμό και παρακολούθηση τεράστιου όγκου οχημάτων

και αναγνώρισης επιβατών σε πραγματικό χρόνο (Almadani et al., 2015).

Τέτοιες εφαρμογές εξηγούν την ραγδαία αύξηση χρήσης δεδομένων AVL στα Μ.Μ.Μ. με σκοπό ο σχεδιασμός να συντελείται κατά την λειτουργία με βάση τις συνθήκες κυκλοφορίας και ζήτησης. Το 2016, από τους Moreira-Matias και Cats, εξετάζεται η χρήση των εν λόγω δεδομένων για εκτίμηση πλήθους επιβατών ως μοναδική πηγή για τον επιβατικό φόρτο των λεωφορείων, μέσω της παραμέτρου του χρόνου παραμονής στη στάση και του μέγιστου αριθμού επιβατών για υπολογισμό των επιβατικών ροών. Το μοντέλο που δημιουργούν οι ερευνητές χρησιμοποιείται σε δύο λεωφορειακές γραμμές στο Δουβλίνο και τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ότι θα μπορούσε να γίνει εκτίμηση της ζήτησης σε πραγματικό χρόνο (Moreira-Matias & Cats, 2016).

Με τα έξυπνα συστήματα αυτοματοποιημένης συλλογής δεδομένων να χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για τη βελτίωση της αξιοπιστίας του δικτύου και εφαρμογή τους στο σχεδιασμό και έλεγχο στα οδικά Μ.Μ.Μ., οι Moreira-Matias, Mendes-Moreira, Souza και Gama ερευνούν τη χρήση συστημάτων AVL για την βελτίωση λειτουργίας μαζικών μετακινήσεων. Από την έρευνά τους διαφαίνονται κενά στην μακροχρόνια πρόβλεψη του χρόνου διαδρομής, στην εύρεση του βέλτιστου χρόνου ανοχής και της βέλτιστης στρατηγικής ελέγχου ανά περίπτωση υπό συνθήκες «προγραμματικής αστάθειας» (Moreira-Matias et al., 2015).

Τέλος, μια διαφορετική χρήση δεδομένων AVL γίνεται από τους Mesbah, Lin και Currie, οι οποίοι ελέγχουν την αποδοτικότητα του τραμ της Μελβούρνης ανάλογα με τον καιρό, μια μεταβλητή που συχνά ερευνάται ως προς την επιρροή που έχει στον χρόνο διαδρομής. Μέσω παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων για δημιουργία γραμμικού μοντέλου, με τον χρόνο διαδρομής να αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή και με στόχο την σύνδεση των καιρικών συνθηκών με τον χρόνο διαδρομής και ανεξάρτητες μεταβλητές όπως οι αιχμές, τα Σαββατοκύριακα, οι αργίες και η θερμοκρασία αέρα, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η κατακρήμνιση και η θερμοκρασία του αέρα έχουν σημαντική επιρροή στον χρόνο διαδρομής (Mesbah et al., 2015).

2.3. Bus bunching (Συνωστισμός 2 ή περισσότερων μέσων στην ίδια στάση)

Η λέξη bunch ως ουσιαστικό στην αγγλική γλώσσα μεταφράζεται ως «τσαμπί», «μάτσο», «αρμαθιά» και μεταφορικά ως «ομάδα», «παρέα». Συγκοινωνιακά, αναφέρεται σε δύο ή περισσότερα μέσα μεταφοράς (όπως λεωφορεία ή τραίνα), τα οποία καταφτάνουν στην ίδια τοποθεσία την ίδια χρονική στιγμή και δεν κατανέμονται όπως ήταν προγραμματισμένα. Οι λόγοι που δημιουργείται το συγκεκριμένο φαινόμενο, μόνο εύκολο δεν είναι να εντοπιστούν, αφού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες της γενικότερης κυκλοφορίας και επηρεάζεται από τοπικά χαρακτηριστικά και δεν μπορεί να αξιολογηθεί ολιστικά με μεγάλη επιτυχία. Ως αποτέλεσμα αυτού, προκύπτει πρόβλημα στην κυκλοφορία, στον φόρτο των επιβατών και συνεπώς και στο επίπεδο εξυπηρέτησης. Αξίζει εδώ, να μνημονευτεί ο κος Καρλαύτης, ο οποίος αποτέλεσε καθηγητή και έμπνευση του συγγραφέοντος, επηρεάζοντας ιδιαίτερα την επιλογή της κατεύθυνσης του Συγκοινωνιολόγου Μηχανικού. Έλεγε χαρακτηριστικά ότι η λεωφορειακή γραμμή 608 αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα bus bunching με απλούστερο λόγο το μεγάλο μήκος της γραμμής και το χρονικό διάστημα από την έναρξη έως το τέρμα, με αποτέλεσμα το εκάστοτε λεωφορείο που εκτελούσε δρομολόγιο ουσιαστικά να «χάνεται», αποκλίνοντας από οτιδήποτε προγραμματισμένο.

Το 2016, οι Rashidi, Ranjitkar, Csaba και Hooper χρησιμοποιούν δεδομένα AVL για την μοντελοποίηση ώστε να καθορίσουν τους παράγοντες που προκαλούν τον συνωστισμό λεωφορείων (bus bunching). Το φαινόμενο αυτό αναγνωρίζεται ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες επιρροής της απόδοσης των δικτύων των Μ.Μ.Μ. Για 1^η φορά γίνεται χρήση των μεθόδων GEP (Gene Expression Programming) και DT (Decision Tree) για εκτίμηση και μοντελοποίηση του φαινομένου του bus bunching. Οι δύο προαναφερθείσες μέθοδοι θεωρούνται ιδανικές για μη-γραμμικά και σύνθετα προβλήματα λογιστικής παλινδρόμησης (LOR – Logistic Regression) καθώς και σύγκριση με τέτοια. Γίνεται χρήση διαφόρων χωρικών και χρονικών ανεξάρτητων μεταβλητών. Ενδεικτικά κάποιες από αυτές είναι ο χρόνος παραμονής λεωφορείων σε στάση, καθυστέρηση σε διασταύρωση, απόκλιση δρομολογίου, απόσταση μεταξύ στάσεων για μοντελοποίηση και μελέτη bus bunching σε ρεαλιστικές συνθήκες χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα την πόλη Οκλαντ της Νέας Ζηλανδίας. Η έρευνα καταλήγει σε τρία βασικά συμπεράσματα. Αρχικά ότι η απόκλιση του δρομολογίου προσδιορίζεται ως ο πλέον καθοριστικός

παράγοντας για το φαινόμενο του bus bunching και ότι η μέθοδος DT (Decision Tree) δίνει καλύτερα αποτελέσματα από τις άλλες δύο GEP και LOR. Τέλος το μοντέλο LOR μεγεθύνει τις δευτερεύουσες αυξομειώσεις σε υπερεκτίμηση και μειώνοντας την εκτιμώμενη απόδοση της μεθόδου (Rashidi et al., 2017).

Μια άλλη έρευνα, με διαφορετική προσέγγιση στο θέμα του bus bunching γίνεται από τους Sun και Schmoecker το 2017 όπου εξετάζονται οι επιλογές των επιβατών και η δυνατότητα προσπέρασης συναρτήσει του bus bunching. Τονίζεται η δημοτικότητα του φαινομένου σε πολλές γραμμές και πως μια αρχική καθυστέρηση επηρεάζει όλο τον κύκλο οδηγώντας σε διαφορετικούς χρόνους παραμονής σε στάση των επόμενων λεωφορείων. Εξετάζεται η συμπεριφορά των επιβατών όταν σε μία στάση βρίσκονται πάνω από ένα λεωφορείο, εστιάζοντας στις επιλογές και στις αλλαγές των δράσεων τους όταν υπάρχει μια ουρά από λεωφορεία. Επιπλέον εισάγεται μια παράμετρος «γ» για την ανάδειξη του ποσοστίου πλήθους των επιβατών που επιβιβάζονται στο εμπρός από δύο λεωφορεία σε μία στάση. Οι περιπτώσεις όπου επιτρέπεται προσπέραση διαχωρίζονται καθώς επηρεάζουν την συμπεριφορά των επιβατών. Εφαρμόζονται διακριτές εξισώσεις ώστε να εξαχθούν οι χρόνοι αναχωρήσεως των λεωφορείων ακολουθώντας την πραγματοποίηση των εξωγενών καθυστερήσεων ενός εκ των λεωφορείων και δημιουργούνται πίνακες αξιολόγησης για διαφορετικές τιμές της παραμέτρου «γ» ώστε να μετρηθεί το επίπεδο εξυπηρέτησης. Συμπερασματικά, είναι πλεονεκτικό να είναι χαμηλό το ποσοστό επιβίβασης στο εμπρός λεωφορείο και πως η προσπέραση αποτελεί προτιμητέο αντίμετρο έναντι της υψηλής προτίμησης του επιβατικού κοινού για το εμπρός λεωφορείο (Sun & Schmöcker, 2018).

Μια επιδερμική περιγραφική προσέγγιση του φαινομένου γίνεται από τους Molnar και Adam το 2017, όπου στη μελέτη τους εξετάζουν τις αφίξεις λεωφορείων μέσω της ανάμιξης πραγματικών δεδομένων με σχετικά ερωτήματα μέσω πινακοποίησης των διαστημάτων αφίξεων των λεωφορείων. Η συγκέντρωση στοιχείων, η εφαρμογή περιγραφικής στατιστικής, τεστ υπόθεσης και μοντέλου παλινδρόμησης αποτελούν μία πρώτη προσέγγιση στο αντικείμενο το οποίο χρήζει περαιτέρω ανάλυση και μελέτη (Molnar, 2008).

Σε αντίθεση με τους Rashidi, Ranjitkar, Csaba και Hooper, των οποίων η μελέτη αναφέρεται παραπάνω, οι Arriagada, Gschwender, Munizaga και Trepanier αντί για δεδομένα AVL χρησιμοποιούν δεδομένα τοποθεσίας και εισιτηρίων για

μοντελοποίηση του bus bunching. Η λειτουργία των λεωφορείων επηρεάζεται από τις αυξανόμενες διαφορές στα χρονικά διαστήματα μεταξύ διαδοχικών λεωφορείων και η επιρροή αυτής της μεταβλητότητας έχει ως αποτέλεσμα τα λεωφορεία να τείνουν να ομαδοποιούνται σε δύο ή περισσότερα, γεγονός που επιδρά σημαντικά στο επίπεδο εξυπηρέτησης και στη λειτουργική αποδοτικότητά τους. Στόχος της παρούσας μελέτης είναι αναλυθεί ποιοι παράγοντες σχετίζονται με το bus bunching, μέσω πραγματικών δεδομένων από λεωφορειακές γραμμές υψηλής ζήτησης στο Σαντιάγκο αλλά και κοινών όπως αυτή στο Γατινάου της Χιλής. Τα δεδομένα εξήχθησαν από GPS λεωφορείων και από συστήματα αυτόματης είσπραξης κομίστρου (AFC – Automated Fare Collection). Με βάση δεδομένα εβδομαδιαίας βάσης αναπτύχθηκαν μοντέλα με σκοπό την εξήγηση της διακύμανσης και των διακριτών δεικτών του Bus bunching, όπως η συνάρτηση μεταβλητών σχετιζόμενες με τη λειτουργία, τη ζήτηση και τη δομή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι παράγοντες που συνεισφέρουν στην όξυνση του φαινομένου είναι οι στάσεις προς το τέλος της διαδρομής των λεωφορειακών γραμμών, τα προγράμματα υψηλής συχνότητας, τα άτακτα χρονικά διαστήματα, ο ανομοιογενής στόλος λεωφορείων, η υψηλή ζήτηση και η υψηλή διακύμανση αυτής. Τα παραπάνω συμπεράσματα κρίνονται από τους αναλυτές ως ιδιαίτερα χρήσιμα για δημιουργία πινάκων επιπέδων εξυπηρέτησης για μέτρηση του φαινομένου και για σχεδιασμό νέων γραμμών λαμβάνοντας υπ' όψιν πιθανά θέματα αυτού (Arriagada et al., 2019).

2.4. Αποκλειστικές Λωρίδες Κίνησης Λεωφορείων (Bus Lanes)

Η αποκλειστική χρήση κάποιων λωρίδων κυκλοφορίας από λεωφορεία ωφελεί πολυεπίπεδα, σε επίπεδο περιβάλλοντος, σε χρονικό επίπεδο μέσω της μείωσης των χρόνων διαδρομής των λεωφορείων άρα και του επιπέδου εξυπηρέτησης για το συγκεκριμένο μέσον μαζικής μεταφοράς, όπως είναι εύκολα αντιληπτό. Στην Ελλάδα υπάρχουν διάφορες ιδιαιτερότητες με την παραβατικότητα να αποτελεί το πλέον μείζον ζήτημα οδηγώντας σε υποτίμηση και απαξίωση του μέσου. Ενδεικτικά η στάθμευση επί των συγκεκριμένων λωρίδων και η χρήση τους από τους οδηγούς, ακόμα και αυτές που είναι αντίθετης ροής υποβαθμίζουν το επίπεδο εξυπηρέτησης. Στο εξής οι αποκλειστικές λωρίδες κίνησης λεωφορείων θα καλούνται λεωφορειολωρίδες χάριν συντομίας.

Το 2004 ο Μπάσμπας αξιολογεί μέσω της έρευνάς του, τις λεωφορειολωρίδες σε κεντρικές αστικές περιοχές μέσω χρήσης τεχνικών προσομοίωσης ώστε να αποτυπωθεί το αντίκτυπο στην κυκλοφορία αλλά και στο περιβάλλον. Ως περιοχή μελέτης ορίζεται η μητροπολιτική περιοχή της Θεσσαλονίκης ενώ ενδεικτικά αποτελέσματα της έρευνας αποτελούν η καταναλισκόμενη ενέργεια και η ρύπανση (CO,CO₂,NO_x,HC,Pb) μέσω χρήσης του μοντέλου SATURN (Simulation Assignment of Traffic to Urban Road Networks) (Basbas, 2004).

Η παραβατικότητα στις λεωφορειολωρίδες και συγκεκριμένα τα αίτια αυτής, διερευνώνται από τον επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας Κεπατσόγλου και τους Πυριαλάκου, Μηλιώτη, Καρλαύτη, Τσαμπούλα. Η εφαρμογή της αποκλειστικής χρήσης σε λεωφορεία συγκεκριμένων λωρίδων κυκλοφορίας είναι ένα μέτρο που εφαρμόζεται παγκοσμίως με σκοπό την βελτίωση της απόδοσης και ποιότητας των Μ.Μ.Μ. Συνεπώς οι συχνές παραβάσεις μειώνουν το επίπεδο εξυπηρέτησης. Με εκτεταμένα δεδομένα από την περιοχή των Αθηνών αναλύθηκε ο ρυθμός παραβίασης και μελετήθηκε η επίδραση στα λειτουργικά χαρακτηριστικά των λεωφορείων. Συμπερασματικά, η μειωμένη αστυνόμευση οδηγεί σε αυξημένη παραβατικότητα που με τη σειρά της προκαλεί μείωση της ταχύτητας των λεωφορείων ενώ η κυκλοφοριακή συμφόρηση στις παρακείμενες λωρίδες κυκλοφορίας επηρεάζει τα χαρακτηριστικά των παραβιάσεων (Keraptsoglou et al., 2011).

Σε άλλη μελέτη αξιολογείται το αντίκτυπο της προσθήκης αποκλειστικής

λωρίδας κίνησης λεωφορείων στο χρόνο διαδρομής και στην έγκαιρη προσέλευση και συγκεκριμένα από τους Surprenant-Legault και El-Geneidy το 2011. Η μελέτη αφορούσε σε δύο παράλληλες λεωφορειακές γραμμές, μία κανονική και μία express. Δημιουργήθηκαν δύο στατιστικά μοντέλα για έλεγχο των παραμέτρων AVL και APC. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε όφελος από 1,3% έως 2,2% στον συνολικό χρόνο, με το όφελος να είναι μεγαλύτερο κατά την πρωινή αιχμή λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης. Παράλληλα η αύξηση συνέπειας των δύο λεωφορειακών γραμμών άγγιξε το 65% και μείωση στην απόκλιση του χρόνου διαδρομής και των καθυστερήσεων συνεπώς αύξηση αξιοπιστίας του μέσου. Τέλος η έρευνα καταλήγει ότι οι αξιολογούμενες παράμετροι είναι οι πλέον κρίσιμοι για την ικανοποίηση των χρηστών (Surprenant-Legault & El-Geneidy, 2011).

Ένα ιδιαίτερο θέμα, αυτό της μικτής χρήσης λεωφορειολωρίδων σε αστικές οδούς και πως γίνεται η πρόσβαση και η αστυνόμευση επ'αυτών μελετάται από τους Agrawal, Goldman και Hannaford. Αναλύονται οι πολιτικές και στρατηγικές λειτουργίας των λεωφορειολωρίδων στα αστικά κέντρα που υποφέρουν από κυκλοφοριακή συμφόρηση και πως συμπεριφέρονται οι χρήστες όσο έχουν προτεραιότητα τα λεωφορεία και πως μπορεί να εφαρμοστεί η αστυνόμευση. Εξετάζονται επτά μεγαλουπόλεις, το Λος Άντζελες, το Λονδίνο, η Νέα Υόρκη, το Παρίσι, το Σαν Φρανσίσκο, η Σεούλ και το Σίδνεϋ για τις πρακτικές που χρησιμοποιούν και ποιες μπορούν να συνεισφέρουν σε επιτυχία των μικτών λεωφορειολωρίδων (江小涓, 2018).

Άλλη μια εργασία για την παραβίαση των λεωφορειολωρίδων, αυτή την φορά με πόλη πιλοτικής εφαρμογής την Θεσσαλονίκη, λαμβάνει χώρα από τους Γαβανά, Τσακαλίδη, Αγγελακάκη και Πιτσιάνα-Λατινοπούλου το 2013. Αποτιμάται η παραβίαση σε συνάρτηση με τις οδικές υποδομές, τα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας (π.χ. κυκλοφοριακή ροή) και τα τοπικά χαρακτηριστικά (αστική χρήση γης). Βασισμένο σε μετρήσεις πραγματικού χρόνου και περιγραφικών δεδομένων, το προτεινόμενο σύστημα συνιστά χρήσιμο εργαλείο για τοπικούς ενδιαφερόμενους με δυνατότητα προσαρμογής στα χαρακτηριστικά μιας συγκεκριμένης πόλης (Gavanias et al., 2013).

Με στόχο των υπηρεσιών μεταφορών την αξιόπιστη εξυπηρέτηση με ελάχιστη διακύμανση στους χρόνους διαδρομής, οι Diab & El-Geneidy μελετούν την διακύμανση του επιπέδου εξυπηρέτησης της μετακίνησης με λεωφορείο κατανοώντας

τα αντίκτυπα διαφόρων στρατηγικών βελτίωσης. Η παρούσα έρευνα, σε αντίθεση με άλλες που εξετάζουν τις επιπτώσεις διαφόρων στρατηγικών στον χρόνο διαδρομής, εστιάζει στον αντίκτυπο στην αξιοπιστία, μέσω στρατηγικών βελτίωσης που εφαρμόστηκαν από το STM (Société de Transport de Montréal) στην πλέον «βαριά» χρησιμοποιούμενη λεωφορειακή γραμμή μετρώντας την απόκλιση του χρόνου διαδρομής από το πρόγραμμα, τη διακύμανσή του και την διακύμανση της απόκλισής του. Οι στρατηγικές εφαρμόστηκαν διάφορες χρονικές στιγμές σε διάστημα τριών ετών και περιελάμβαναν χρονολογικά ταξινομημένα: σύστημα συλλογής ναύλου έξυπνης κάρτας, λειτουργία λωρίδας αποκλειστικής χρήσης από λεωφορεία, γραμμή περιορισμένων στάσεων (express), αρθρωτά λεωφορεία και λειτουργία ρυθμιζόμενου φωτεινού σηματοδότη για προτεραιότητα σε λεωφορεία (TSP – Transit Signal Priority). Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα AVL και APC. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η έξυπνη κάρτα αύξησε τον χρόνο διαδρομής και τη διακύμανση της εξυπηρέτησης, ενώ το TSP δεν είχε κανένα αντίκτυπο. Οι υπόλοιπες στρατηγικές είχαν ανάμεικτες επιρροές στη διακύμανση σε σύγκριση με τις αλλαγές στο χρόνο διαδρομής. Η καλύτερη κατανόηση των επιπτώσεων διαφορετικών στρατηγικών στις διαφορετικές οπτικές των διακυμάνσεων στην εξυπηρέτηση παρέχει σημαντικά στοιχεία για την αξιοπιστία (Diab & El-Geneidy, 2013).

Ενώ πολλές μελέτες, κατά τους Truong, Sarvi & Currie, ερευνούν τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση της προτεραιότητας των λεωφορειολωρίδων με βάση εμπειρικά, αναλυτικά και δεδομένα προσομοίωσης δεν γίνεται καμία προσπάθεια κατανόησης πως επηρεάζουν την γενικότερη κυκλοφορία αλλά και των λεωφορείων, συνδυασμοί λεωφορειολωρίδων, συνεχείς και διακοπτόμενοι τομείς. Μέσω μιας μικρο-προσομοιωτικής προσέγγισης ερευνούν τις λειτουργικές επιδράσεις των συνδυασμών λεωφορειολωρίδων ώστε να καθοριστεί εάν οι πολλαπλές λεωφορειολωρίδες δημιουργούν «φαινόμενο πολλαπλασιασμού» όπου μία σειρά συνεχόμενων τομέων επωφελεί περισσότερο από διαδοχικά τμήματα. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν το φαινόμενο, καθώς τα πλεονεκτήματα στο χρόνο διαδρομής των λεωφορείων και τα μειονεκτήματα στο χρόνο της γενικότερης κυκλοφορίας είναι ανάλογα του αριθμού συνδέσεων με μία λεωφορειολωρίδα. Επίσης σημειώνεται ότι αλλάζοντας μία λωρίδα γενικής κυκλοφορίας σε λεωφορειολωρίδα σε περιόδους όπου ο φόρτος έχει υπερβεί την ικανότητα της οδού, ο πλεονάζων φόρτος έχει αρνητικό αντίκτυπο τόσο στα λεωφορεία όσο και στη

γενικότερη κυκλοφορία ενώ συνίσταται η συνεχής λεωφορειολωρίδα έναντι διακοπτόμενων τμημάτων αυτής (TRUONG, 2015).

Ακόμα μία έρευνα αξιολόγησης μέσω μικρο-προσομοίωσης είναι αυτή των Chen, Chen και Wu το 2016, με χρήση μοντέλου με το λογισμικό Paramics, με σκοπό την διερεύνηση της απόδοσης των λεωφορειολωρίδων σε αστικούς αυτοκινητοδρόμους, που αποτελούν τον κύριο σκελετό του οδικού δικτύου καθώς συνδέουν τις αστικές περιοχές με την εξωτερική κυκλοφορία. Ως παράδειγμα χρησιμοποιήθηκε ο 3^{ος} δακτύλιος του ΝΔ Πεκίνου για τον οποίο δημιουργήθηκε το μοντέλο μικρο-προσομοίωσης, με αξιολόγηση πριν και μετά την προσθήκη λεωφορειολωρίδας καθώς και την μεταξιολόγηση για επικύρωση της εγκυρότητας του μοντέλου με ύπαρξη της λεωφορειολωρίδας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα μοντέλα μικρο-προσομοίωσης μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην προ-αξιολόγηση της αστικής κυκλοφορίας και ότι η λεωφορειολωρίδα βελτίωσε σημαντικά την χωρητικότητα της οδού. Τέλος προτείνεται η χρήση των λεωφορείων ώστε να επιτευχθεί μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης (Chen et al., 2016).

Η χωρητικότητα της οδού, απασχόλησε και τους Cao, Yang & Zuo το 2017, όπου μελετούν πως επηρεάζεται, καθώς και οι καθυστερήσεις, σε λωρίδα εισόδου, οδού με λεωφορειολωρίδα. Η διαδικασία της έρευνας περιελάμβανε έλεγχο κυκλοφοριακών παραμέτρων όπως οι δεξιά στρέφουσες κινήσεις, όπου υπήρχε κυκλοφοριακή εμπλοκή με τα λεωφορεία, και η θεωρία αποδεκτού κενού (Gap Acceptance Theory) που επηρεάζει το ρυθμό κορεσμού, παράγοντα κλειδί για την χωρητικότητα και τις καθυστερήσεις σε σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις βάσει του HCM 2000 (Highway Capacity Manual). Τα υπολογιστικά αποτελέσματα του παραδοσιακού μοντέλου και βελτιωμένου μοντέλου συγκρίθηκαν και αναλύθηκαν καταλήγοντας ότι η χωρητικότητα της δεξιάς στρόφης λωρίδας πρέπει να μειωθεί, έναντι κοινής λωρίδας εισόδου, σε λωρίδες εισόδου με λεωφορειολωρίδα και η χρονική καθυστέρηση της λεωφορειολωρίδας και της γειτονικής αυτής να αυξηθεί. Τέλος ο βαθμός αλλαγής στα παραπάνω αποτελέσματα πρέπει να είναι ανάλογος του φόρτου των λεωφορείων, της δεξιάς στρέφουσας κίνησης και της απόστασης μεταξύ των λεωφορείων (Cao et al., 2017).

Το 2018, οι Luo και Qian διερευνούν την επιρροή των στάσεων που βασίζονται στην εφαρμογή των λεωφορειολωρίδων, όπου δίνεται προτεραιότητα στο αστικό σύστημα στα λεωφορεία μέσω μονοπώλησης των οδικών πόρων για

προσέλκυση επιβατών ωθώντας σε αλλαγή της επιβατικής κίνησης επηρεάζοντας τις στάσεις. Στόχος τους, ο ακριβής προσδιορισμός του αντίκτυπου αφού πρώτα έχει γίνει τροποποίηση του δικτύου των στάσεων και των λεωφορειακών γραμμών. Αναπτύσσεται ένας αλγόριθμος για τον εντοπισμό των κοινοτήτων στο βελτιωμένο δίκτυο στάσεων ώστε να βρεθεί η συγκοινωνιακή σύνδεση μεταξύ των όποιων λεωφορειακών διαδρομών και έκτοτε επί βελτιωμένης βάσης, να σχεδιαστεί ο αναφερόμενος χρόνος διαδρομής, μέσω εφαρμογής μοντέλου υπολογισμού, απόλυτης και σχετικής επιρροής των λεωφορειολωρίδων. Τα ερευνητικά δεδομένα επικυρώνουν την εγκυρότητα της μεθόδου και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι είναι εφικτή και αποδοτική η προσέγγιση, με επίδραση των λεωφορειολωρίδων στις στάσεις. Πλέον, η έρευνα μελέτης, συνίσταται για χρήση σε σχεδιασμό λεωφορειακών γραμμών και αξιολόγηση υπαρχόντων (Luo & Qian, 2018).

Κάποια από τα πλεονεκτήματα των λωρίδων αποκλειστικής κίνησης λεωφορείων είναι η βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης των λεωφορείων, η ενθάρρυνση χρήσης M.M.M., η μείωση του χρόνου διαδρομής και η αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας. Στην έρευνα τους, οι Ben-Dor, Ben-Elia και Benenson, αξιολογούν την επιρροή των λεωφορειολωρίδων στην αστική κυκλοφοριακή συμφόρηση μέσω μοντέλου προσομοίωσης MATSim, εστιάζοντας στο δίκτυο μεταφορών του Sioux Falls και σύγκριση προσθήκης λεωφορειολωρίδας αντί μετατροπή υφιστάμενης λωρίδας κυκλοφορίας σε αποκλειστικής χρήσης. Καταλήγει η έρευνα, ότι οι αλλαγές στον τρόπο μεταφοράς και στον χρόνο διαδρομής σε επίπεδα εκτός αιχμής είναι σημαντικές. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε προσδιορίζει την προσαρμογή του ταξιδιώτη στις εναλλασσόμενες ευκαιρίες μετακίνησης και την υψηλή αποδοτικότητα των λεωφορειολωρίδων στις πόλεις με υψηλό επίπεδο κορεσμού όπως το Τελ-Αβίβ όπου και εφαρμόστηκε (Ben-Dor et al., 2018).

Διάφορες έρευνες που αξιολογούν τις λεωφορειολωρίδες έχουν αναφερθεί, η παρακάτω είναι η μόνη που περιλαμβάνει την παράμετρο του carpooling (μοιράζεται η χρήση αυτοκινήτου ώστε να μειωθούν τα κόστη). Στην έρευνα των Yao, Cheng, Shi, An και Wang πιο συγκεκριμένα γίνεται αξιολόγηση λεωφορειολωρίδας σε οδό τριπλής χρήσης, από λεωφορεία, αυτοκίνητα με ένα επιβαίνοντα και carpooling. Δημιουργήθηκε μοντέλο ανάλυσης ανάλογα τον τύπο των λεωφορειολωρίδων, αν δεν υπάρχουν καθόλου, αν είναι αποκλειστικά για χρήση από λεωφορεία και ανάλογα της συχνότητας των λεωφορείων να χρησιμοποιείται συνδυαστικά. Στην περίπτωση

μονής διαδρομής προσέλευσης – προορισμού αποδείχθηκε ότι τα επίπεδα ζήτησης επηρεάζουν τα κόστη του συνολικού συστήματος υπό διαφορετικές πολιτικές. Για εφαρμογή του μοντέλου χρησιμοποιείται δίκτυο τριπλής χρήσης με 19 διασυνδέσεις και τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το σύστημα γίνεται πιο αποδοτικό με υιοθέτηση διαφορετικών χρήσεων λεωφορειολωρίδων σε διαφορετικούς κλάδους (Yao et al., 2018).

2.5. Χρόνος διαδρομής running time

Ο χρόνος διαδρομής είναι το ζητούμενο σε όλες τις μελέτες. Είτε ως εξαρτημένη μεταβλητή και πως επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες είτε ως μεταβλητή που επηρεάζει την εξεταζόμενη παράμετρο. Συνδέεται άρρηκτα με το επίπεδο εξυπηρέτησης ενώ η βελτίωση του σε υφιστάμενες γραμμές είναι εφικτή έως ένα όριο, κάνοντας εύκολα αντιληπτό ότι την κρισιμότητα κατά την φάση του σχεδιασμού. Στο παρόν υποκεφάλαιο περιλαμβάνονται δύο μελέτες που παρότι χρησιμοποιούν δεδομένα AVL προσεγγίζουν διαφορετικά το ζήτημα για αυτό και δεν περιλαμβάνονται κρίθηκε σκόπιμο να διαχωριστούν από την 1^η ενότητα που εστιάζει στα δεδομένα AVL ως τεχνολογία.

Χρησιμοποιώντας αρχειοθετημένα δεδομένα AVL (Automatic Vehicle Location) και APC (Automatic Passenger Counting) οι Tétreault, El-Geneidy και Ahmed, εκτιμούν τον χρόνο διαδρομής λεωφορείου για γραμμή με μειωμένο αριθμό στάσεων (express – limited stop service). Κάποιοι φορείς τείνουν να προσελκύσουν κοινό γίνοντας πιο ανταγωνιστικοί ως προς τα I.X. Προκειμένου να επιτευχθεί το παραπάνω απαιτείται αξιοπιστία, μικρός χρόνος εξυπηρέτησης (παραμονής επιβατικού κοινού σε στάση), σύντομη πρόσβαση και παρόμοιοι χρόνοι διαδρομής με τα ανταγωνιστικά μέσα. Η ταχύτερη εξυπηρέτηση και ο μειωμένος αριθμός στάσεων ήταν το κύριο ζητούμενο της έρευνας. Τα αρχειοθετημένα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, διαχωρίστηκαν ώστε να επιλεχθούν οι στάσεις και να εκτιμηθούν οι χρόνοι διαδρομής της γραμμής με τον περιορισμένο αριθμό στάσεων. Εφαρμογή του μοντέλου έγινε στην γραμμή 67-Saint-Michel στο Μόντρεαλ του Καναδά, η οποία έχει υψηλή ζήτηση. Εξετάστηκαν τρία σενάρια, βασισμένα στην θεωρία αλλά και στην πράξη, για την επιλογή των στάσεων που ενσωματώθηκαν. Κατόπιν αξιολογήθηκε η χρονική εξοικονόμηση και δημιουργήθηκε ένα τέταρτο τελικό σενάριο από την αξιολόγηση των τριών αρχικών. Αποτελεσματικά, προτάθηκε γραμμή express με επιλεγμένες στάσεις και για τις δύο κατευθύνσεις της αξιολογούμενης γραμμής και βρέθηκε ότι η εφαρμογή μιας τέτοιας οδηγεί σε βελτίωση του χρόνου διαδρομής τόσο της νέας όσο και της υπάρχουσας κανονικής λεωφορειακής γραμμής (Tétreault & El-Geneidy, 2010).

Αρχειοθετημένα δεδομένα AVL χρησιμοποιούν και οι Pili, Olivo και Barabino το 2019 με στόχο να αξιολογήσουν εναλλακτικές μεθόδους εκτίμησης του χρόνου διαδρομής λεωφορείων. Τονίζεται η αξία του χρόνου διαδρομής για την

αξιοπιστία μίας λεωφορειακής γραμμής τόσο για επιβάτες όσο και για φορείς. Προτείνονται τρεις μέθοδοι για την εκτίμηση του χρόνου διαδρομής. Η μέθοδος μέσου όρου, η μέθοδος ποσοστού και η μέθοδος προσαρμοσμένου φίλτρου Kalman ώστε να γίνεται τροποποίηση για χρήση εκτός δικτύου. Ελέγχθηκαν πειραματικά 92.000 δεδομένα AVL που παραχωρήθηκαν από ιταλική εταιρεία λειτουργίας λεωφορειακών γραμμών και έγινε αναθεώρηση των προγραμματισμένων χρόνων διαδρομής σε συγκεκριμένη διαδρομή μέσω των τριών αυτών μεθόδων (Pili et al., 2019).

3. Δεδομένα

Στο παρόν κεφάλαιο, περιγράφονται και αναλύονται έννοιες που επαναλαμβάνονται συστηματικά στην μελέτη, καθώς χρησιμεύουν στην ανάλυση και ερμηνεία της. Επιπλέον γίνεται μνεία στις λεωφορειακές γραμμές που αναλύθηκαν, ενώ περιγράφεται παράλληλα η διαδικασία που ακολουθήθηκε μέχρι να εφαρμοστεί τελικά το μαθηματικό μοντέλο που επιλέχθηκε ώστε να εξαχθούν τα αποτελέσματα της έρευνας, αντικείμενα που αναλύονται σε παρακάτω κεφάλαια.

3.1. Χρήσιμες έννοιες

3.1.1. Λεωφορειακή γραμμή

Πρόκειται για μία γραμμική χωρική οντότητα που περιγράφεται από έναν κωδικό αριθμό (ορισμένο από τον ΟΑΣΑ) και συνδέει δύο σημεία (αφετηρία – τέρμα, τα οποία δύναται να ταυτίζονται στην περίπτωση της κυκλικής γραμμής). Αποτελείται από δύο επιμέρους γραμμές (διαδρομές, αν δεν πρόκειται για κυκλική γραμμή) με κοινό κωδικό αριθμό και διαφορετικό όνομα. Εξυπηρετείται από πλήθος οχημάτων, τον στόλο λεωφορείων της γραμμής.

3.1.2. Διαδρομή

Περιγράφει την σύνδεση δύο γεωγραφικών σημείων με συγκεκριμένη αφετηρία, τέρμα και κατεύθυνση. Η διαδρομή στα λεωφορεία δηλώνεται με τον κωδικό αριθμό της γραμμής που ανήκει και την λεκτική περιγραφή του αρχικού και τελικού της προορισμού. Εξυπηρετείται από πολλαπλά δρομολόγια κατά την διάρκεια της ημέρας.

3.1.3. Δρομολόγιο

Ως δρομολόγιο μιας εκάστοτε γραμμής, ορίζεται το μονής διαδρομής ταξίδι (συγκεκριμένη φορά από αφετηρία προς τέρμα ή αντίστροφα) με δεδομένη ώρα έναρξης. Περιγράφεται από την διαδρομή και ένα κωδικό αριθμό που δηλώνει την

μοναδικότητά του. Οχήματα της ίδιας γραμμής εκτελούν μέσα στη μέρα περισσότερα του ενός δρομολογίου.

3.1.4. Συνωστισμός λεωφορείων (οχημάτων) (“bus bunching”)

Η αδυναμία τήρησης του προγράμματος ή ο αυξημένος επιβατικός φόρτος, ή η αυξημένη κυκλοφοριακή συμφόρηση ή συνδυασμός των προαναφερθέντων παραγόντων οδηγεί συχνά στην άφιξη λεωφορείου σε στάση κατά την εξυπηρέτησή της, από προηγούμενο όχημα της γραμμής. Η άφιξη των δύο οχημάτων μπορεί να είναι ακόμα και ταυτόχρονη, μειώνοντας δραματικά το επίπεδο εξυπηρέτησης και «ακυρώνοντας» ένα από τα δύο δρομολόγια. Το φαινόμενο αυτό οδηγεί στη δημιουργία συστάδων (συνωστισμένων) λεωφορείων, γνωστό στην ξένη βιβλιογραφία ως “bus bunching” (bunch = δέσμη, τσαμπί). Στην παρούσα έρευνα, το φαινόμενο προσαρμόζεται στο μοντέλο σε δυαδική μορφή, παίρνοντας την τιμή 0 για μη ύπαρξη συνωστισμού και την τιμή 1 για την συντέλεση του φαινομένου.

3.1.5. Χρονικός διαχωρισμός (χρονική ακολουθία)

Το μέγεθος αυτό αφορά στον χρόνο μεταξύ της αναχώρησης λεωφορείου από μία στάση έως την άφιξη του αμέσως επόμενου λεωφορείου που εξυπηρετεί την ίδια γραμμή στην ίδια ακριβώς στάση. Κατά τον σχεδιασμό, το διάστημα αυτό οφείλει να καθορίζεται έτσι ώστε να αντιστοιχεί σε χρόνο κάποιων λεπτών (προγραμματισμένος χρονικός διαχωρισμός). Ωστόσο, λόγω εξωγενών παραμέτρων ή κακής εφαρμογής των μελετημένων παραγόντων, το διάστημα αυτό μεταβάλλεται (πραγματικός χρονικός διαχωρισμός). Είναι ένας καλός δείκτης για τον εντοπισμό φαινομένων συνωστισμού αφού συχνά ελαχιστοποιείται ή μηδενίζεται με αποτέλεσμα την ταυτόχρονη άφιξη οχημάτων. Στην ξένη βιβλιογραφία συναντάται ως «headway» και εντάσσεται σε χρονικά κατώφλια ανάλογα τις ανάγκες της μελέτης.

3.1.6. Χρονικά κατώφλια

Τα χρονικά κατώφλια είναι διαστήματα που ορίζονται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της γραμμής (συχνότητα δρομολογίου) και τις ίδιες ανάγκες. Η κατάταξη του

χρονικού διαχωρισμού σε αυτά μπορεί να αναδείξει φαινόμενα συνωστισμού και να τα διαχωρίσει από λοιπές αρρυθμίες του προγράμματος.

3.1.7. Χρόνος εξυπηρέτησης στάσης

Ορίζεται ως το χρονικό διάστημα από το άνοιγμα των θυρών του λεωφορείου, έως το κλείσιμο των θυρών πριν την αναχώρησή του από αυτήν. Είναι ένα μέγεθος που δεν μπορεί να εκτιμηθεί στο πρόγραμμα μίας διαδρομής και διαφέρει κυρίως λόγω μεταβολής του επιβατικού φόρτου, γεγονός που καθιστά εύκολα κατανοητό ότι έχει μεγάλη απόκλιση εντός της ημέρας αλλά και από στάση σε στάση.

3.1.8. Επιβατικός φόρτος

Το σύνολο των επιβατών, που επιβιβάζονται και αποβιβάζονται, σε μία στάση αποτελεί τον επιβατικό φόρτο. Αναφέρεται σε επίπεδο στάσης και ποικίλλει τόσο μεταξύ των στάσεων όσο και κατά τη διάρκεια της μέρας, της εβδομάδας κ.ο.κ. Είναι ένα δυναμικό μέγεθος με ποικίλες παραμέτρους.

3.1.9. Αποκλειστική Λωρίδα Λεωφορείων (ΑΛΛ)

Πρόκειται για τις γνωστές σου όλους λεωφορειολωρίδες. Η σήμανση τους γίνεται με συνεχή ή διακεκομμένη διαγράμμιση, άλλοτε χρησιμοποιούνται επιπλέον για την σήμανση τους ανακλαστήρες, χρωματισμός με ειδικό αντιολισθηρό τάπητα καθώς και διάφορες πινακίδες. Στόχος της ύπαρξης των εν λόγω λωρίδων είναι η βελτίωση της ποιότητας των ΜΜΜ καθώς και η στροφή των χρηστών προς τα ΜΜΜ αντί των ΙΧ. Παράλληλα στοχεύουν στην βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσω της μείωσης κατανάλωσης καυσίμων των λεωφορείων. Επιτρέπεται η κίνηση και στάση εντός αυτών, σε λεωφορεία και τρόλλεϋ ακόμα και ιδιωτικής χρήσης καθώς και δίκυκλων.

3.1.10. Συνολικός χρόνος διαδρομής (running time)

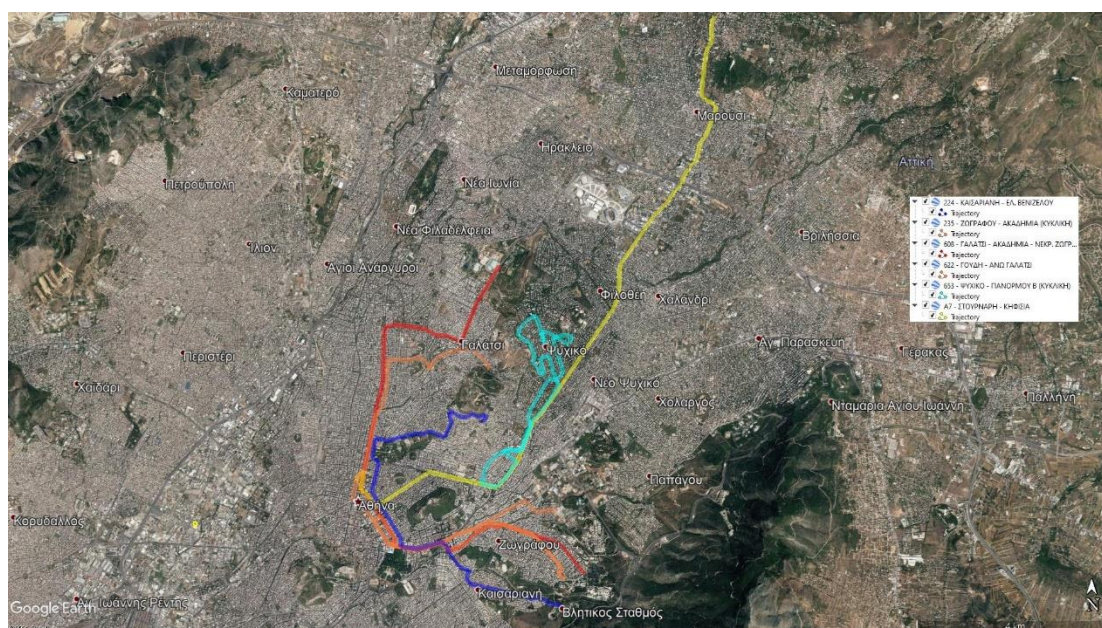
Αναφέρεται στην χρονική διάρκεια ανάμεσα στην στιγμή της εκκίνησης του κάθε οχήματος από την αφετηρία, έως την στιγμή που αυτό φτάνει στον τελικό

προορισμό του. Ο χρόνος διαδρομής είναι από τις πιο θεμελιώδεις παραμέτρους και το πλέον μείζον ζήτημα που αφορά τους οργανισμούς παγκοσμίως. Στην παρούσα έρευνα αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή χ , όπως παρουσιάζεται αναλυτικότερα και παρακάτω.

3.2. Λεωφορειακές Γραμμές

Για την παρούσα διπλωματική εργασία, επιλέχθηκαν λεωφορειακές γραμμές που να ποικίλλουν ως προς τα χαρακτηριστικά τους, ώστε να δοθεί έμφαση στα αποτελέσματα διαφόρων και ποικίλων παραγόντων και αν όντως τελικά οι λωρίδες αποκλειστικής κίνησης λεωφορείων επιδρούν θετικά και με αξιόλογο αντίκτυπο στον χρόνο διαδρομής, που είναι και το αντικείμενο της παρούσας έρευνας. Για τον παραπάνω λόγο περιλήφθηκαν και δύο κυκλικές γραμμές, γραμμές με στάσεις κοντά σε σταθμούς του μετρό αλλά και γραμμή που εξυπηρετεί την Λεωφόρο Κηφισίας, τμήμα που θα καλύψει μελλοντικά η γραμμή τέσσερα (4) του μετρό. Επιπλέον, το μήκος γραμμής και το πλήθος καθώς και τα χαρακτηριστικά των περιοχών που εξυπηρετούν (πυκνοκατοικημένες, ακριβές ή όχι κ.α.) ήταν παράμετροι που λήφθηκαν υπόψιν.

Λαμβάνοντας και μελετώντας όλα τα παραπάνω και με βάση τα δεδομένα που παρέχει ο ΟΑΣΑ, επιλέχθηκαν εν τέλει οι γραμμές με κωδικό αριθμό 224,235 (κυκλική), 608, 622, 653 & A7, για την περίοδο από Σεπτέμβριο έως και Δεκέμβριο 2017 (βάσει των παρεχόμενων από τον ΟΑΣΑ δεδομένων, η επεξεργασία των οποίων αναλύεται σε επόμενο υποκεφάλαιο). Στον παρακάτω χάρτη φαίνονται οι προαναφερθείσες γραμμές εντός της μητροπολιτικής περιοχής των Αθηνών, ενώ παρακάτω παρουσιάζεται και η καθεμία ξεχωριστά και αναλύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της.

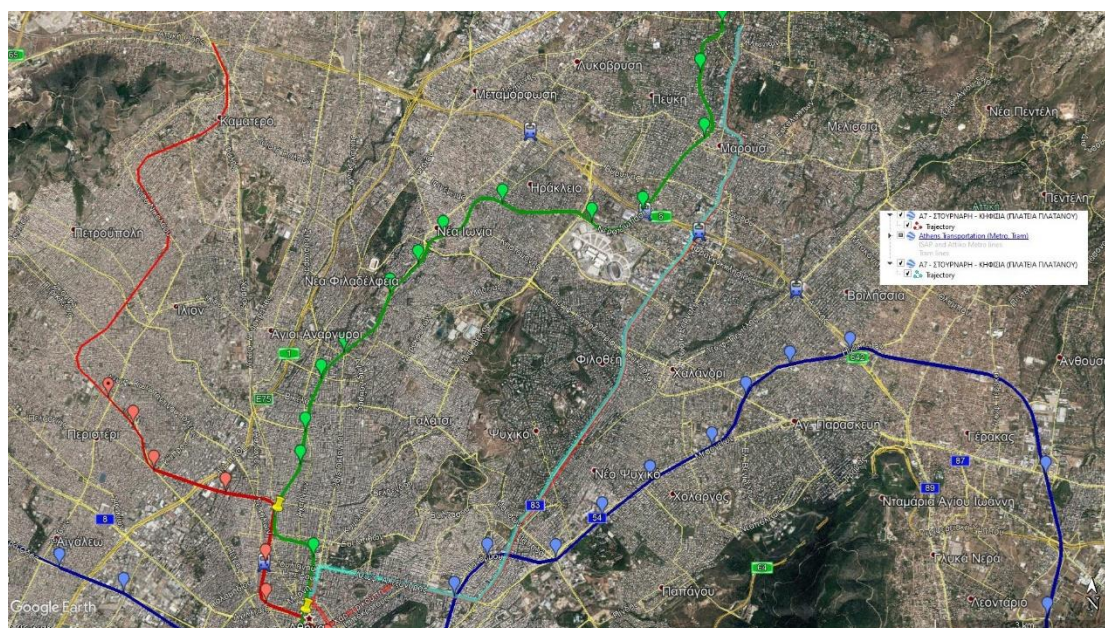


Εικόνα 7 - Λεωφορειακές Γραμμές Έρευνας

3.2.1. Α7 ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ – ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ)

Πρόκειται για μια λεωφορειακή γραμμή, με συνολικό μήκος περί τα 15 χιλιόμετρα, διασχίζοντας όλη την Λεωφόρο Κηφισίας καθώς και την περιοχή από τα σίδηρα Χαλανδρίου και νοτιότερα όπου θα εξυπηρετήσει μελλοντικά η γραμμή τέσσερα (4) του μετρό, με ό τι συνεπάγεται αυτό ως προς τον επιβατικό φόρτο. Διασχίζει πολλές από τις μεγαλύτερες οδούς και λεωφόρους της πρωτεύουσας, ξεκινώντας από την Μάρνη, συνεχίζοντας σε 28^{ης} Οκτωβρίου (Πατησίων) – Ακαδημίας – Χαρ. Τρικούπη – Λεωφ. Αλεξάνδρας ώστε τελικά να καταλήξει στην λεωφόρο Κηφισίας. Επιπλέον, υπάρχει σύνδεση με τον προαστιακό σιδηρόδρομο, στην στάση «Κηφισίας» στο «Δαχτυλίδι» στο Μαρούσι, με την γραμμή 3 του Μετρό, στον σταθμό των «Αμπελοκήπων», ενώ διέρχεται σε πολύ κοντινή απόσταση βαδίσματος από τους σταθμούς «Βικτώρια» και «Πανεπιστήμιο» των γραμμών του Μετρό 1 & 2 αντίστοιχα. Επίσης διέρχεται από κεντρικές στάσεις λεωφορείων, που εξυπηρετούνται από πλήθος άλλων λεωφορείων καθώς και τρόλλεϋ.

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, τόσο από την περιγραφή του δρομολογίου που ακολουθεί η γραμμή, τις συνδέσεις με μέσα σταθερής τροχιάς, λεωφορεία και τρόλλεϋ όσο και από τον χάρτη που ακολουθεί, εξυπηρετεί πολυεπίπεδα, περιοχές που διέρχονται αποκλειστικά λεωφορείο (π.χ. Αγία Φιλοθέη, Φιλοθέη, Ψυχικό, Γαλάτσι, Γκύζη, Πεδίον του Άρεως, Εξάρχεια), ενώ σε συνδυασμό με το μεγάλο μήκος της γραμμής, κάνουν την εν λόγω γραμμή ελκυστική για το επιβατικό κοινό.

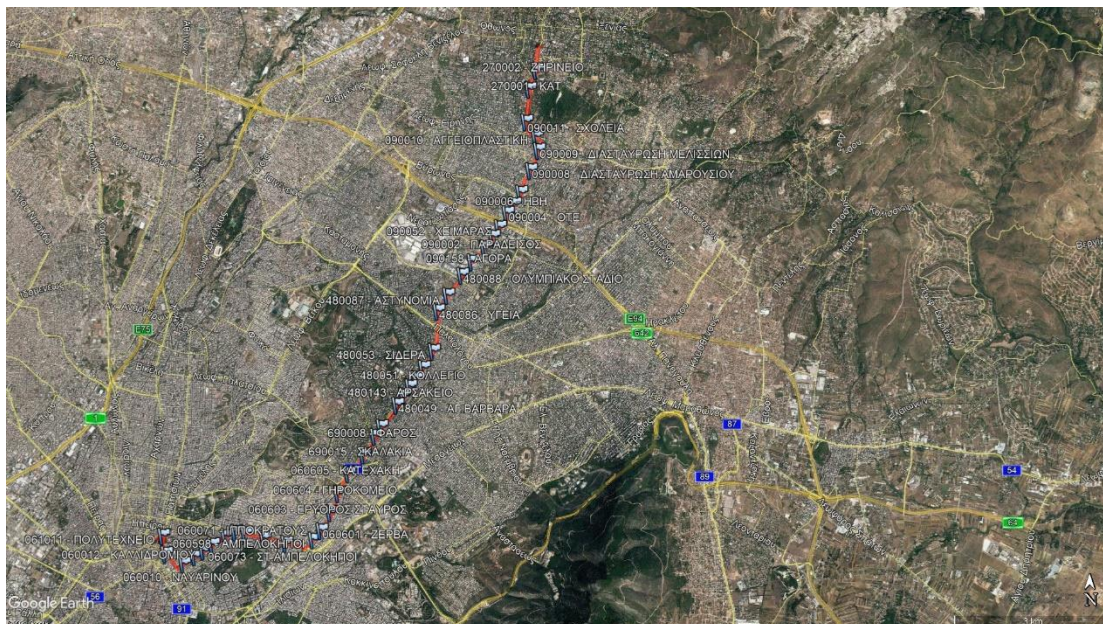


Εικόνα 8 - Λεωφορειακή Γραμμή Α7 & Μετρό

Η γραμμή του Α7 εξυπηρετεί δύο (2) διαδρομές:

1. Α7 ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ – ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ), με κατεύθυνση «ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ – ΚΗΦΙΣΙΑ», με αφετηρία την στάση «ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ» και τέρμα την στάση «ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ». Διέρχεται από σαράντα τρεις (43) στάσεις συνολικά, εκτελώντας πενήντα έξι (56) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1^ο στις 05:00 και εκτελώντας το τελευταίο στις 0:00. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα είκοσι λεπτά (20'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα σαράντα λεπτά (40') και ελάχιστη στα δέκα λεπτά (10'). Τα Σάββατα, παρότι μεταβάλλεται το πλήθος των δρομολογίων κατά τέσσερα, εκτελώντας πενήντα τέσσερα (54), το επίπεδο εξυπηρέτησης παραμένει υψηλό, αφού τα ακραία δρομολόγια παραμένουν αμετάβλητα, ενώ η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα είκοσι δύο λεπτά (22'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα τριάντα λεπτά (30') και ελάχιστη στα δεκαπέντε λεπτά (15'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το σκηνικό είναι διαφορετικό καθώς παρά το ίδιο διάστημα εξυπηρέτησης από τις 05:00 έως τις 0:00, τα δρομολόγια περιορίζονται στα τριάντα εννιά (39) και η μέση συχνότητα των δρομολογίων ανεβαίνει στα τριάντα λεπτά (30'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα σαράντα λεπτά (40') και ελάχιστη, εδώ που παρατηρείται και η έντονη διαφορά, στα είκοσι πέντε λεπτά (25').

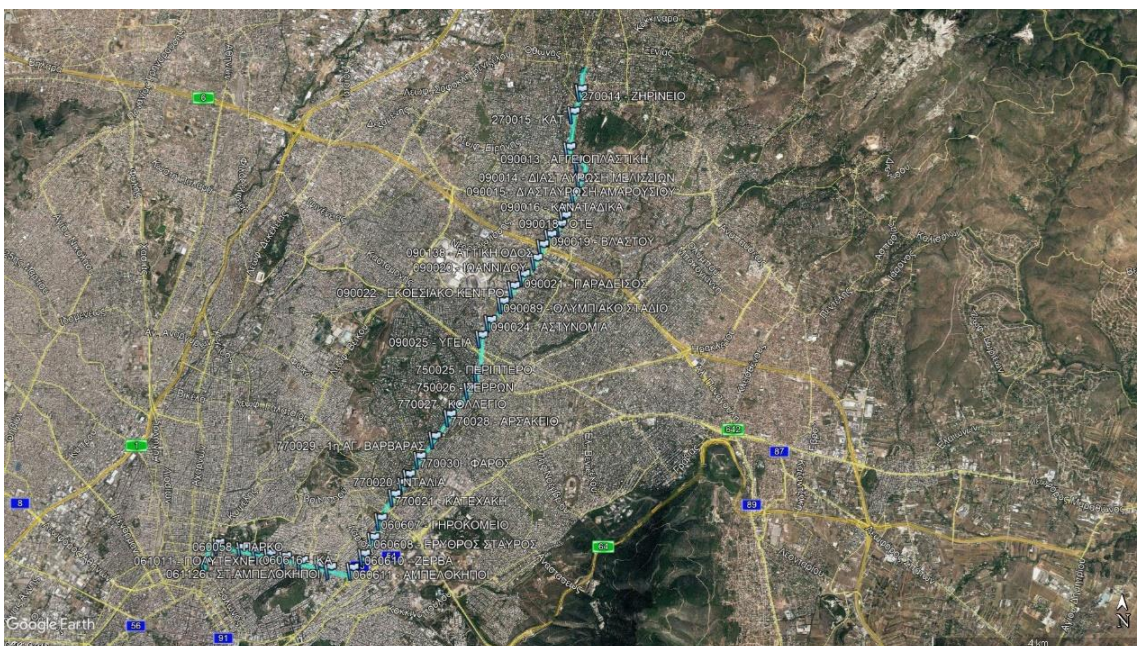
Α7: ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ - ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ) κατεύθυνση: Στουρνάρη - Κηφισιά	Στουρνάρη - Πολυτεχνείο - πλ. Κάνιγγος – Ναβαρίνου – Αραχώβης – Καλλιδρομίου -Τσιμισκή – Λασκάρεως – Παναθηναία – Ιπποκράτους – ΙΚΑ - Στ. Αμπελόκηποι – Αμπελόκηποι – Ζέρβα - Ερυθρός Σταυρός – Γηροκομείο – Κατεχάκη – Σκαλάκια – Φάρος – Παρίτη - Αγ. Βαρβάρα – Αρσάκειο – Αβάνια – Κολλέγιο – Σερρών - Σίδερα – Υγεία – Αστυνομία - Ολυμπιακό Στάδιο – Αγορά – Παράδεισος – Ιωαννίδου – Χειμάρας – ΟΤΕ – Ήβη – Κανατάδικα - διασταύρωση Αμαρουσίου - διασταύρωση Μελισσίων – Αγγειοπλαστική – Σχολεία – ΚΑΤ – Ζηρίνιο - πλατεία Πλατάνου
---	---



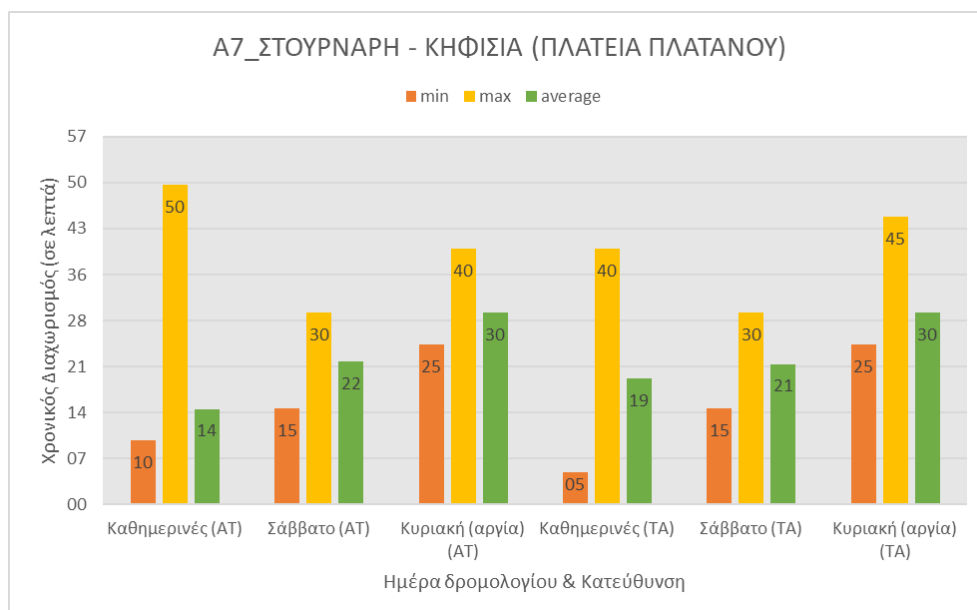
Εικόνα 9 - Α7 Στουρνάρη-Κηφισιά (με στάσεις)

2. Α7 ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ – ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ), με κατεύθυνση «ΚΗΦΙΣΙΑ – ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ», με αφετηρία την στάση «ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ» και τέρμα την στάση «ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ». Διέρχεται από σαράντα μία (41) στάσεις συνολικά, εκτελώντας πενήντα εννιά (59) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1ο στις 05:00 και εκτελώντας το τελευταίο στις 0:00. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα δεκαεννέα (19'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα σαράντα λεπτά (40') και ελάχιστη στα πέντε λεπτά (5'). Τα Σάββατα, παρότι μεταβάλλεται το πλήθος των δρομολογίων κατά έξι, εκτελώντας πενήντα τρία (53), το επίπεδο εξυπηρέτησης παραμένει υψηλό, αφού τα ακραία δρομολόγια παραμένουν αμετάβλητα, ενώ η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα είκοσι ένα λεπτά (21'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα τριάντα λεπτά (30') και ελάχιστη στα δεκαπέντε λεπτά (15'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το σκηνικό είναι διαφορετικό καθώς διάστημα εξυπηρέτησης μεταβάλλεται από τις 05:30 έως τις 0:00, τα δρομολόγια περιορίζονται στα τριάντα οχτώ (38) και η μέση συχνότητα των δρομολογίων ανεβαίνει στα τριάντα λεπτά (30'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα σαράντα πέντε λεπτά (45') και ελάχιστη, εδώ που παρατηρείται και η έντονη διαφορά, στα είκοσι πέντε λεπτά (25').

<p>A7: ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ - ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ) κατεύθυνση: Κηφισιά - Στουρνάρη</p>	<p>Πλατεία Πλατάνου – Ζηρίνειο – ΚΑΤ – Σχολεία – Αγγειοπλαστική - Διασταύρωση Μελίσσιων - Διασταύρωση Αμαρουσίου – Κανατάδικα – Ήβη – ΟΤΕ – Βλαστού - Αττική Οδός – Ιωαννίδου – Παράδεισος - Εκθεσιακό Κέντρο - Ολυμπιακό Στάδιο – Αστυνομία – Υγεία – Περίπτερο – Σερρών – Κολλέγιο – Αρσάκειο - 1η Αγ. Βαρβάρας – Φάρος – Σκαλάκια – Ντάλια – Κατεχάκη – Γηροκομείο - Ερυθρός Σταυρός – Ζέρβα – Αμπελόκηποι - Στ. Αμπελόκηποι - Νοσοκομείο Αγ. Σάββας – ΙΚΑ – Ιπποκράτους – Παναθήναια – Σόνια – Πάρκο - Πεδίον Άρεως – Πολυτεχνείο -Στουρνάρη</p>
--	--



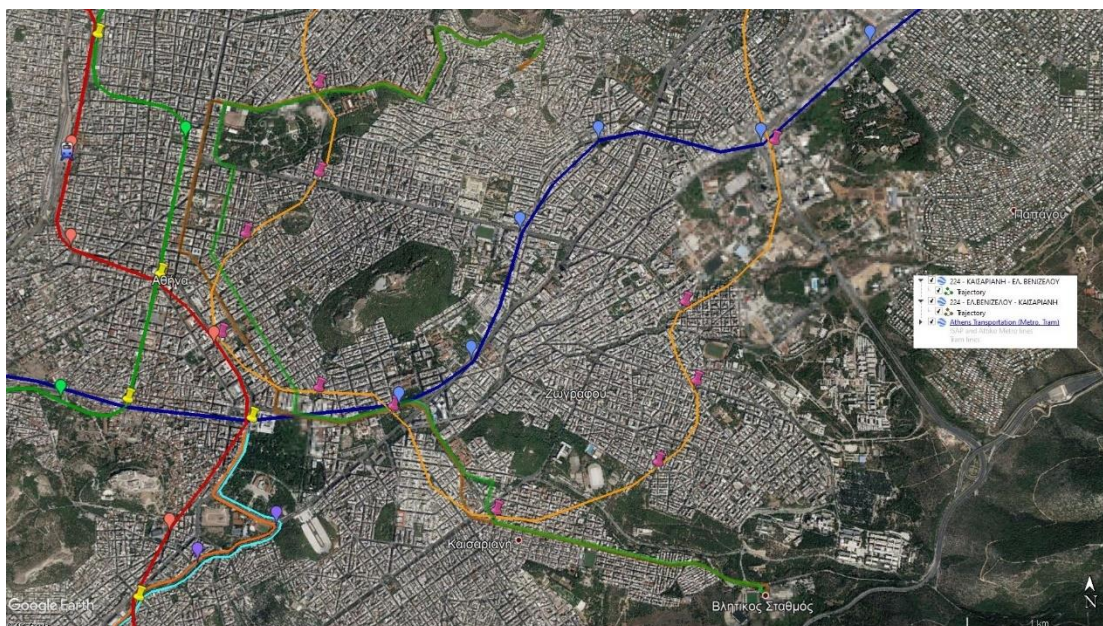
Εικόνα 10 - A7 Κηφισιά-Στουρνάρη (με στάσεις)



Γράφημα 1 - Χρόνοι Διαχωρισμού στη γραμμή A7

3.2.2. 224 ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ – ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ

Η λεωφορειακή γραμμή αυτή, έχει συνολικό μήκος περίπου 9 χιλιόμετρα (ανάλογα την κατεύθυνση στην οποία εκτελείται το δρομολόγιο), διασχίζοντας την Λεωφ. Εθνικής Αντιστάσεως στην Καισαριανή, με αφετηρία (ή τέρμα) στο ύψος της Πανεπιστημιούπολης στου Ζωγράφου, την Λεωφ. Βασ. Σοφίας στο κέντρο της πόλης και μέσω της οδού Σόλωνος, καταλήγει πίσω από το Πολυτεχνείο όπου μέσω της οδού Μπουμπουλίνας και διαγράφοντας τροχιά περιμετρικά του Πεδίου του Άρεως και των δικαστηρίων της Ευελπίδων, καταλήγει στις παρυφές του Αττικού Άλσους, έχοντας εξυπηρετήσει με αρκετές στάσεις και το Πολύγωνο. Όπως φαίνεται στον χάρτη που παρατίθεται παρακάτω, η γραμμή αυτή πέραν της σύνδεσης με την γραμμή 3 του Μετρό στον «Ευαγγελισμό», ακολουθεί πορεία που ταυτίζεται με την μελλούμενη γραμμή 4 του Μετρό στο μεγαλύτερο ποσοστό της διαδρομής της, περνώντας από σημεία ενδιαφέροντος για το επιβατικό κοινό όπως το Πανεπιστήμιο, η Βουλή, η Ακαδημία, τα Δικαστήρια. Πλην των στάσεων «Νοσοκ. Ευαγγελισμού» και «Ρηγίλλης» όπου εξυπηρετούνται και από άλλες λεωφορειακές γραμμές αλλά και τρόλλεϋ, στις υπόλοιπες στάσεις που εξυπηρετεί η εν λόγω γραμμή, είναι η μοναδική που εξυπηρετεί (αν εξαιρέσουμε την γραμμή 140 – εκτελεί δρομολόγιο «Πολύγωνο – Γλυφάδα» αναφέρεται σε άλλο επιβατικό κοινό πλην γειτονικών μετακινήσεων). Πρόκειται επομένως για μια γραμμή με ιδιαίτερο ενδιαφέρον και ποικιλομορφία ως προς τα χαρακτηριστικά της.

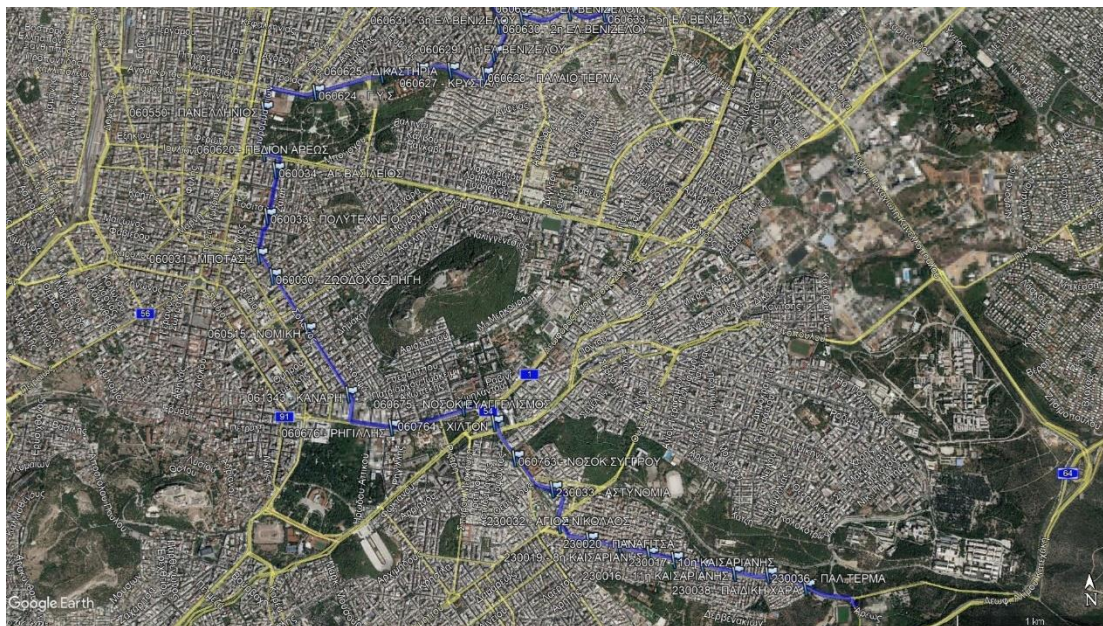


Εικόνα 11 - Λεωφορειακή Γραμμή 224 & Μετρό

Η γραμμή 224 εξυπηρετεί δύο (2) διαδρομές:

1. 224 ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ – ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ, με κατεύθυνση «ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ – ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ», με αφητηρία την στάση «ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ» και τέρμα την στάση «ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ». Διέρχεται από τριάντα τέσσερις (34) στάσεις συνολικά, εκτελώντας εβδομήντα έξι (76) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1ο στις 05:00 και εκτελώντας το τελευταίο στις 23:40. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα δεκατέσσερα (14'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα πενήντα λεπτά (50') και ελάχιστη στα δέκα λεπτά (10'). Τα Σάββατα, παρότι μεταβάλλεται το πλήθος των δρομολογίων κατά είκοσι ένα, εκτελώντας πενήντα πέντε (55), το επίπεδο εξυπηρέτησης παραμένει υψηλό, αφού τα ακραία δρομολόγια παραμένουν αμετάβλητα, ενώ η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα είκοσι λεπτά (20'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα σαράντα λεπτά (40') και ελάχιστη στα δεκαπέντε λεπτά (15'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το σκηνικό είναι διαφορετικό καθώς διάστημα εξυπηρέτησης μεταβάλλεται από τις 05:20 έως τις 23:40, τα δρομολόγια περιορίζονται στα τριάντα επτά (37) και η μέση συχνότητα των δρομολογίων ανεβαίνει στα τριάντα λεπτά (30'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα σαράντα λεπτά (40') και ελάχιστη, εδώ που παρατηρείται και η έντονη διαφορά, στα τριάντα λεπτά (30').

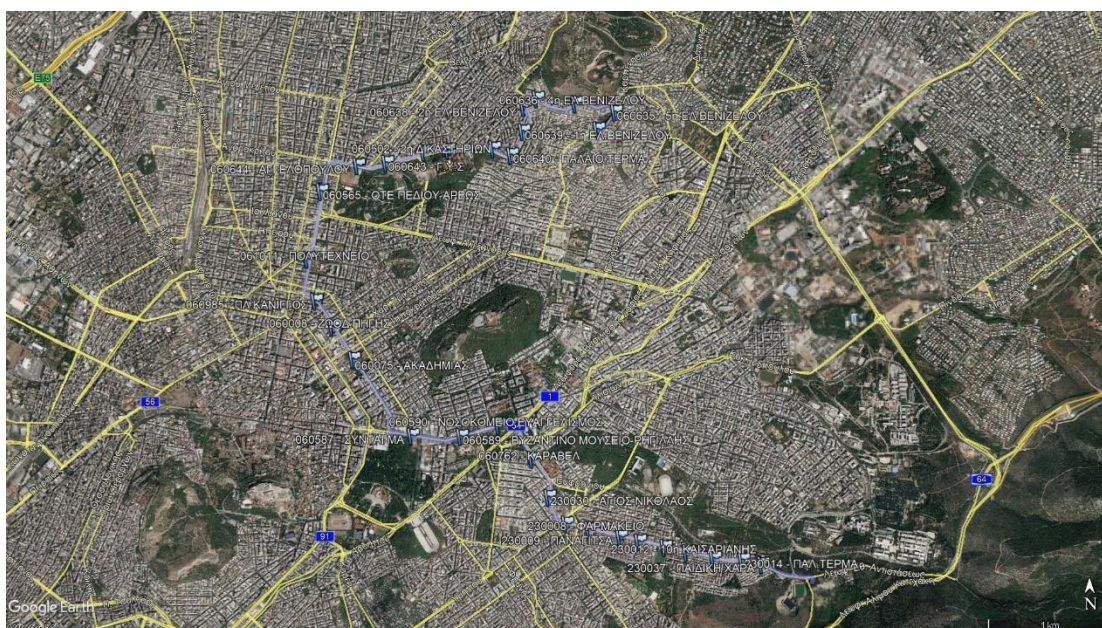
224: ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ – ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	Καισαριανής - Παιδική Χαρά - Παλ. Τέρμα - 11η Καισαριανής - 10η Καισαριανής - 9η Καισαριανής - 8η Καισαριανής – Παναγίτσα – Φαρμακείο - Άγιος Νικόλαος - Αστυνομία - Νοσοκ. Συγγρού – Χίλτον - Νοσοκ. Ευαγγελισμός – Ρηγίλλης – Κανάρη – Νομική - Ζωοδόχος Πηγή – Μπόταση – Πολυτεχνείο - Αγ. Βασίλειος - Πεδίον Άρεως – Πανελλήνιος - Γ.Υ.Σ – Δικαστήρια – Μπαλά – Κρυστάλ - Παλαιό Τέρμα - 1η Ελ. Βενιζέλου - 2η Ελ. Βενιζέλου - 3η Ελ. Βενιζέλου - 4η Ελ. Βενιζέλου - 5η Ελ. Βενιζέλου - Τέρμα Ελ. Βενιζέλου
--	---



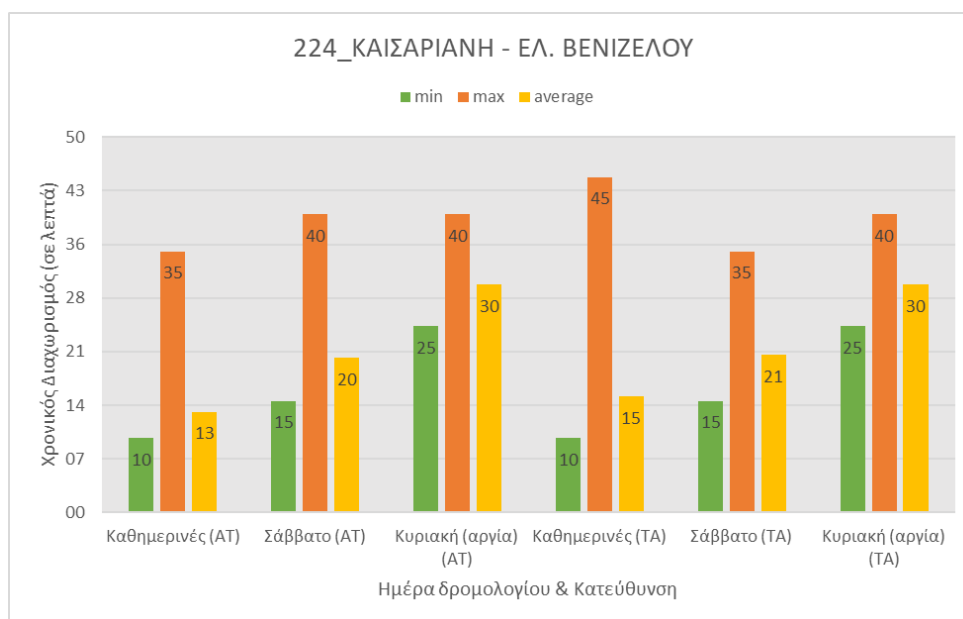
Εικόνα 12 - Καισαριανή-Ελ. Βενιζέλου (με στάσεις)

2. 224 ΕΛ. BENIZEΛΟΥ - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ, με κατεύθυνση «ΕΛ. BENIZEΛΟΥ - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ», με αφετηρία την στάση «ΕΛ. BENIZEΛΟΥ» και τέρμα την στάση «ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ». Διέρχεται από τριάντα τρεις (33) στάσεις συνολικά, εκτελώντας εβδομήντα τρία (73) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1ο στις 05:00 και εκτελώντας το τελευταίο στις 23:40. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα δεκαπέντε (15'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα σαράντα πέντε λεπτά (45') και ελάχιστη στα δεκαπέντε λεπτά (15'). Τα Σάββατα, παρότι μεταβάλλεται το πλήθος των δρομολογίων κατά δεκαεννέα, εκτελώντας πενήντα τέσσερα (54), το επίπεδο εξυπηρέτησης παραμένει υψηλό, αφού τα ακραία δρομολόγια παραμένουν αμετάβλητα, ενώ η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα είκοσι ένα λεπτά (21'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα τριάντα πέντε λεπτά (35') και ελάχιστη στα δεκαπέντε λεπτά (15'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το σκηνικό είναι διαφορετικό καθώς διάστημα εξυπηρέτησης μεταβάλλεται από τις 05:20 έως τις 23:40, τα δρομολόγια περιορίζονται στα τριάντα επτά (37) και η μέση συχνότητα των δρομολογίων ανεβαίνει στα τριάντα λεπτά (30'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα σαράντα λεπτά (40') και ελάχιστη, εδώ που παρατηρείται και η έντονη διαφορά, στα είκοσι πέντε λεπτά (25').

<p>224: ΕΛ. BENIZEΛΟΥ - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ</p>	<p>Τέρμα Ελ. Βενιζέλου - Ελ. Βενιζέλου - 5η Ελ. Βενιζέλου - 4η Ελ. Βενιζέλου - 3η Ελ. Βενιζέλου - 2η Ελ. Βενιζέλου - 1η Ελ. Βενιζέλου - Παλιό Τέρμα - Κρυστάλ - Δικαστήρια - 2η Δικαστηρίων - Γ.Υ.Σ - Αγγελόπουλου - ΟΤΕ Πεδίου Άρεως - Πολυτεχνείο - Πλ. Κάνιγγος - Ζωοδ. Πηγής - Ακαδημίας - Σύνταγμα - Βυζαντινό Μουσείο - Νοσοκομείο Ευαγγελισμός - Κάραβελ - Άγιος Νικόλαος - Δημαρχείο - Φαρμακείο - Παναγίτσα - 8η Καισαριανής - 9η Καισαριανής - 10η Καισαριανής - 11η Καισαριανής - Παλ. Τέρμα - Παιδική Χαρά - Καισαριανής</p>
---	--



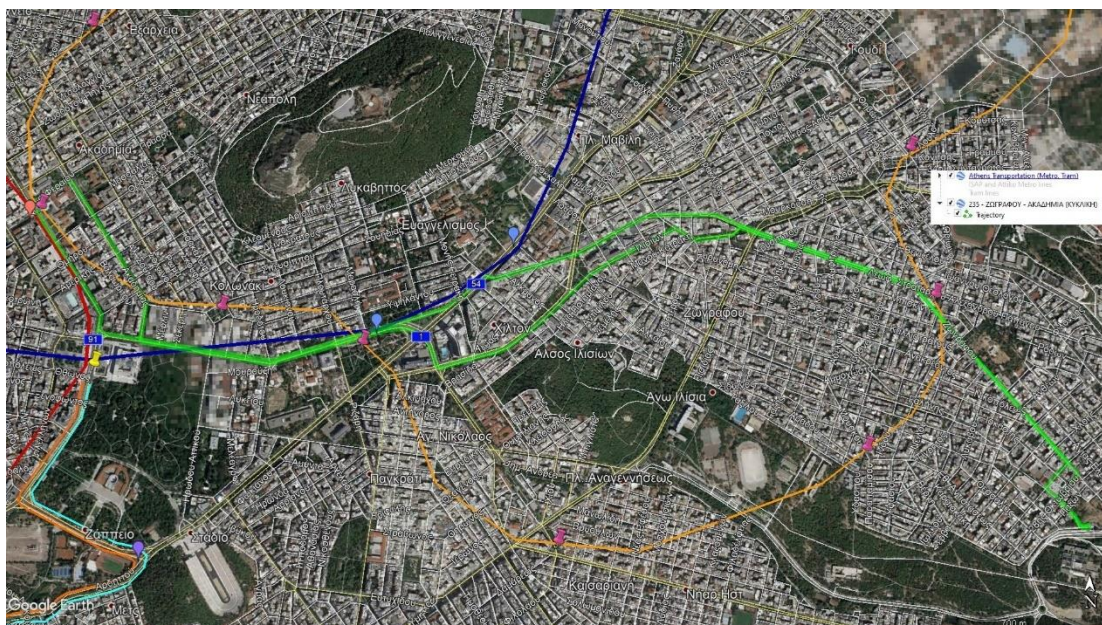
Εικόνα 13 - Ελ. Βενιζέλου-Καισαριανή (με στάσεις)



Γράφημα 2 - Χρόνοι διαχωρισμού γραμμή 224

3.2.3. 235 ΖΩΓΡΑΦΟΥ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ (ΚΥΚΛΙΚΗ)

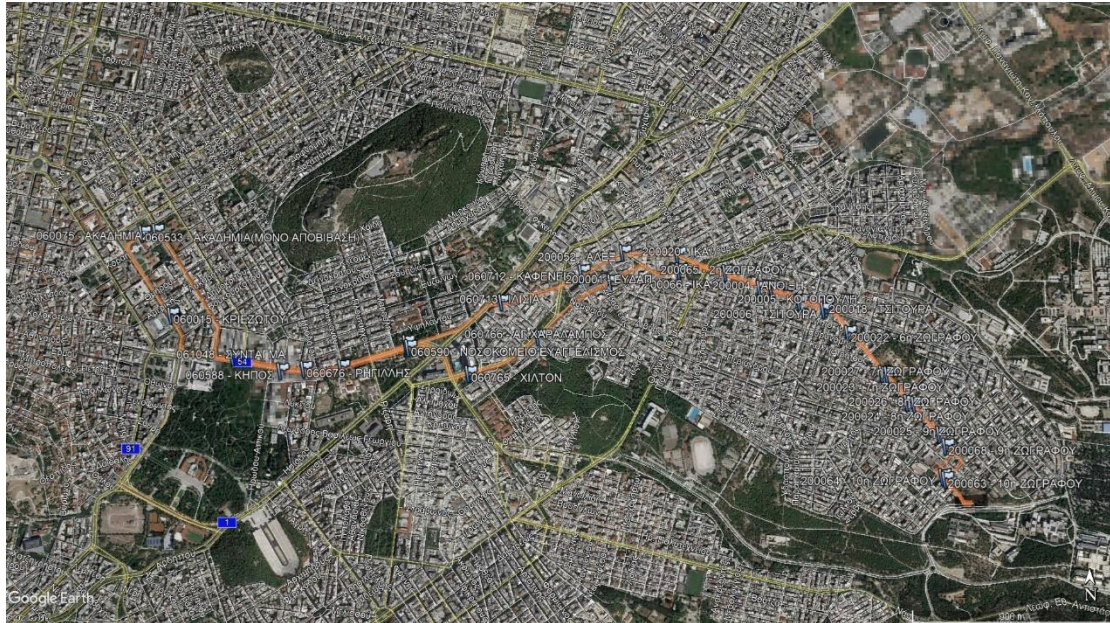
Αποτελεί την μία από τις δύο κυκλικές γραμμές που περιλαμβάνονται στην παρούσα έρευνα. Έχει μήκος σχεδόν 9,5 χιλιόμετρα, διασχίζοντας τον Δήμο Ζωγράφου και συγκεκριμένα την οδό Ζωγράφου, με αρκετές στάσεις, ενώ η διαδρομή συνεχίζει μέσω κεντρικών αρτηριών όπως η Λεωφόρος Στρατάρχου Αλέξανδρου Παπάγου, η Παπαδιαμαντοπούλου, η Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας. Τέλος διέρχεται και από τις οδούς Ακαδημίας και Πανεπιστημίου, όπου ολοκληρώνεται κατά το ήμισυ η κυκλική διαδρομή και ξεκινάει η επιστροφή προς την αφετηρία. Πέραν του Δήμου Ζωγράφου που αναφέρθηκε παραπάνω, η σύνδεση με τη γραμμή 3 του Μετρό στη στάση «Ευαγγελισμός» και με τη γραμμή 2 του Μετρό στη στάση «Πανεπιστήμιο», η σημαντικότητα αυτής της γραμμής αυτής αναδεικνύεται ιδιαίτερα, από το γεγονός ότι συνδέει την Πανεπιστημιούπολη στο Ζωγράφου με την Ακαδημία, ενώ εξυπηρετεί και το επιβατικό κοινό της Πολυτεχνειούπολης, μιας και υπάρχουν στάσεις σε απόσταση βαδίσματος μικρότερη των 5' από την πύλη Ζωγράφου.



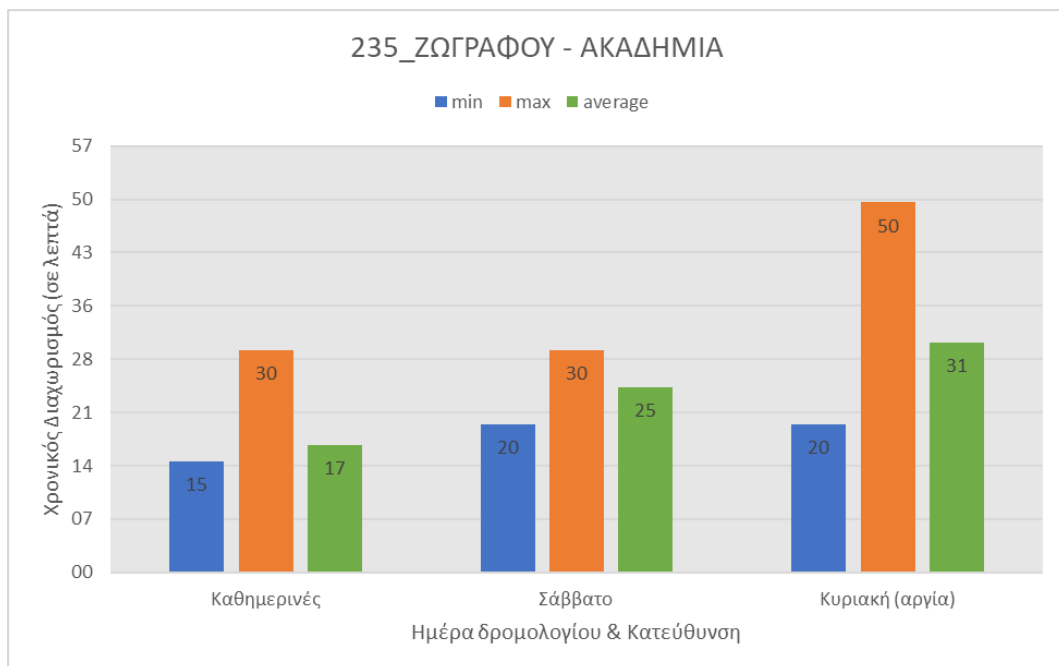
Εικόνα 14 - Λεωφορειακή Γραμμή 235 & Μετρό

235: ΖΩΓΡΑΦΟΥ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ (ΚΥΚΛΙΚΗ)	Ζωγράφου - 10η Ζωγράφου - 9η Ζωγράφου - 8η Ζωγράφου - 7η Ζωγράφου - Τσίτουρα - Κοτοπούλη - 2η Ζωγράφου - ΙΚΑ - Άλεξ - Καφενείο - Ιλίσια - Νοσοκ. Ευαγγελισμός - Ρηγίλλης - Σύνταγμα - Νομισματικό Μουσείο - Ακαδημία (Μόνο Αποβίβαση) - Ακαδημίας - Κήπος - Βυζαντινό Μουσείο - Νοσοκομείο Ευαγγελισμός - Χίλτον - Αγ. Χαράλαμπος - ΕΥΔΑΠ - ΙΚΑ - Άνοιξη - Κοτοπούλη - Τσίτουρα - 6η Ζωγράφου - 7η Ζωγράφου - 8η Ζωγράφου - 9η Ζωγράφου - 10η Ζωγράφου - Ζωγράφου
---	---

235 ΖΩΓΡΑΦΟΥ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ (ΚΥΚΛΙΚΗ), είναι κυκλική διαδρομή, με δύο στάσεις στην Ακαδημία, όπου η μία χρησιμοποιείται αποκλειστικά για αποβίβαση του επιβατικού κοινού, προκειμένου να ξεκινήσει η επιστροφή προς την αφετηρία που είναι η στάση «ΖΩΓΡΑΦΟΥ». Διέρχεται από τριάντα τέσσερις (34) στάσεις συνολικά, εκτελώντας εξήντα πέντε (65) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1ο στις 05:05 και εκτελώντας το τελευταίο στις 23:25. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα δεκαεφτά (17'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα τριάντα λεπτά (30') και ελάχιστη στα δεκαπέντε λεπτά (15'). Τα Σάββατα, παρότι μεταβάλλεται το πλήθος των δρομολογίων κατά είκοσι, εκτελώντας σαράντα πέντε (45), το επίπεδο εξυπηρέτησης παραμένει υψηλό, αφού τα ακραία δρομολόγια παραμένουν αμετάβλητα, ενώ η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα είκοσι πέντε λεπτά (25'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα τριάντα λεπτά (30') και ελάχιστη στα είκοσι λεπτά (20'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το σκηνικό είναι διαφορετικό καθώς διάστημα εξυπηρέτησης μεταβάλλεται από τις 05:55 έως τις 23:00, τα δρομολόγια περιορίζονται στα τριάντα τέσσερα (34) και η μέση συχνότητα των δρομολογίων ανεβαίνει στα τριάντα ένα λεπτά (31'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα πενήντα λεπτά (50') και ελάχιστη, στα είκοσι λεπτά (20').



Εικόνα 15 - Ζωγράφου-Ακαδημία Κυκλική (με στάσεις)

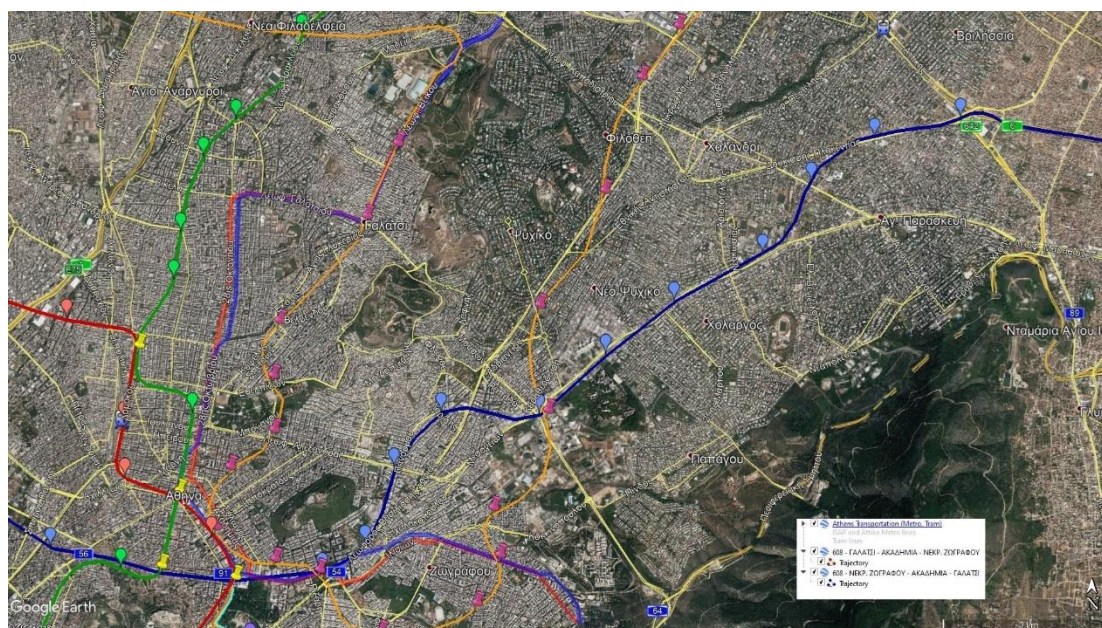


Γράφημα 3 - Χρόνοι Διαχωρισμού στη γραμμή 235

3.2.4. 608 ΓΑΛΑΤΣΙ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ - ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ

Το 608 τελεί το δρομολόγιό του με την παρούσα μορφή από το 2000, ενώ πριν εξυπηρετούσε τη σύνδεση Ακαδημία – Γαλάτσι. Πρόκειται για ένα από τα μεγαλύτερα σε μήκος δρομολόγια, καθώς στη διαδρομή προς Ζωγράφου έχει μήκος 12 χιλιόμετρα, ενώ στην αντίθετη διαδρομή δηλαδή προς Γαλάτσι 14,5 χιλιόμετρα. Η αφετηρία του είναι στο άλσος Γαλατσίου και καταλήγει στην Πανεπιστημιούπολη του Ζωγράφου περνώντας μέσα από κεντρικούς δρόμους της μητρόπολης (όπως η Γαλατσίου, η 28ης Οκτωβρίου, η Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας κ.α.) και κάνοντας στάσεις σε ορισμένα από τα πιο δημοφιλή σημεία της πόλης. Είναι η γραμμή με τη μεγαλύτερη επιβατική κίνηση με περίπου 50.000 καθημερινούς χρήστες, σύμφωνα με τον κ. Δ. Αποστολίδη, γενικό διευθυντή του Ο.Α.Σ.Α. Α.Ε. (2016).

Είναι το δρομολόγιο με τη μεγαλύτερη συχνότητα (χρονικός διαχωρισμός 5-6 λεπτά τις ώρες αιχμής. Αυτός ήταν και ο λόγος για τον οποίο τα Σάββατα πήρε παράταση η λήξη των δρομολογίων του ως περίπου τις 2 π.μ. με τέρμα την Ακαδημία. Εκτός του ότι διέρχεται από πολύ κεντρικές οδούς, η σύνδεση του με όλες τις γραμμές του Μετρό, εξηγεί την δημοτικότητα και την επιβατική κίνηση που έχει η εν λόγω γραμμή. Πιο συγκεκριμένα με τη γραμμή 1 του Μετρό, η στάση «ΟΤΕ Πεδίου Άρεως» βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 100μ. ενώ οι στάσεις «Ακαδημίας» και «Ευαγγελισμός» συνδέουν το 608 με τις γραμμές 2 & 3 του Μετρό αντίστοιχα (όπως φαίνεται και στον χάρτη που παρατίθεται από κάτω).



Εικόνα 16 - Λεωφορειακή Γραμμή 608 & Μετρό

Η γραμμή του 608 εξυπηρετεί δύο (2) διαδρομές:

1. 608 ΓΑΛΑΤΣΙ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ - ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ, με αφετηρία την στάση «ΓΑΛΑΤΣΙ» και τέρμα την στάση «ΝΕΚΡΟΤΑΦΕΙΟ ΖΩΓΡΑΦΟΥ». Διέρχεται συνολικά από 42 στάσεις, εκτελώντας εκατόν δώδεκα (112) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1ο στις 05:00 και εκτελώντας το τελευταίο στις 23:30. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα δέκα (10'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα είκοσι πέντε λεπτά (25') και ελάχιστη στα οκτώ λεπτά (8'). Τα Σάββατα, παρότι μεταβάλλεται σημαντικά το πλήθος των δρομολογίων, πέφτοντάς στα εβδομήντα επτά (77), το επίπεδο εξυπηρέτησης παραμένει υψηλό, αφού τα ακραία δρομολόγια παραμένουν αμετάβλητα, ενώ η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα δεκατέσσερα λεπτά (14'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα τριάντα λεπτά (30') και ελάχιστη στα έντεκα λεπτά (11'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το διάστημα εξυπηρέτησης δεν μεταβάλλεται (από τις 05:00 έως τις 23:30), τα δρομολόγια όμως περιορίζονται στα σαράντα οκτώ (48) με την μέση συχνότητα των δρομολογίων να ανεβαίνει στα είκοσι τρία λεπτά (23'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα τριάντα λεπτά (30') και ελάχιστη, εδώ που παρατηρείται και η έντονη διαφορά, στα είκοσι τρία λεπτά (25'). Αξίζει εδώ να σημειωθεί, πως η ποσότητα και πυκνότητα των δρομολογίων της γραμμής του 608 την Κυριακή (και τις αργίες) δείχνει πόσο σημαντική γραμμή είναι.

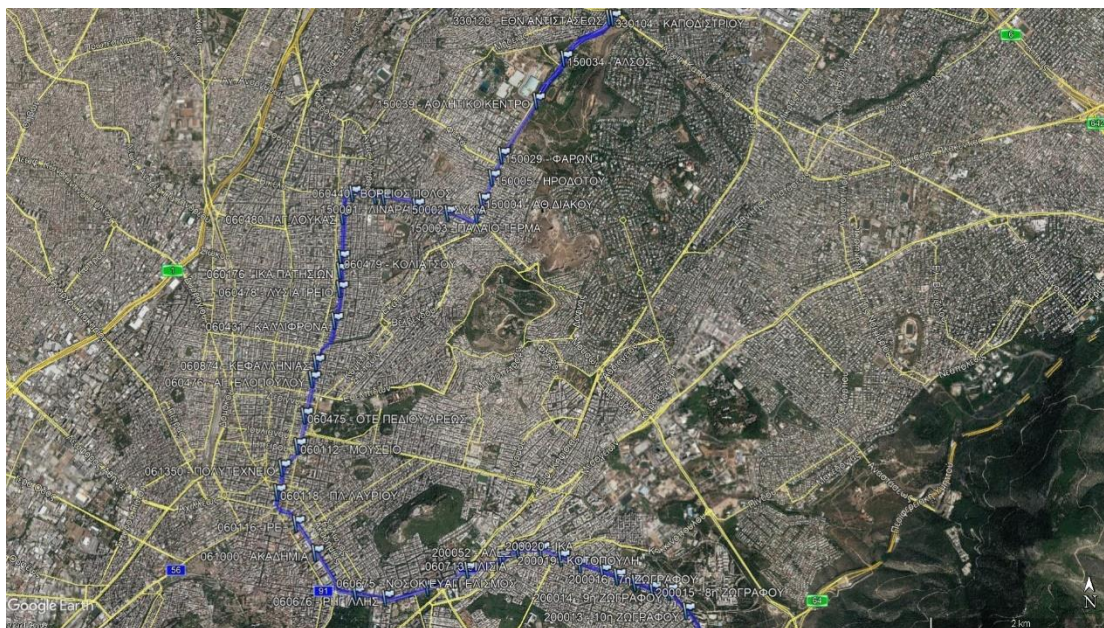
608:	Γαλάτσι - Αγ. Ειρήνη - Χριστιανουπόλεως - Πυθίας - Εσπερίδων -
ΓΑΛΑΤΣΙ	Μαυρογένους - Παλ. Τέρμα - Συκιά - Λιναρά - Βόρειος Πόλος - Χατζηδάκη -
-	Κωστή Παλαμά - Κλωναρίδου - Αγ. Λουκάς - Πλατεία Κολιάτσου -
ΑΚΑΔΗΜΙΑ	Καλουτά/Άννα - Μαρία - Λυσοιατρείο - Καλλιφρονά - Πλ. Αμερικής -
-	Κεφαλληνίας - Αγγελοπούλου - ΟΤΕ Πεδίου Άρεως - Πολυτεχνείο - Πλ.
ΝΕΚΡ.	Κάνιγγος - Ζωοδ. Πηγής - Ακαδημίας - Κήπος - Βυζαντινό Μουσείο/Ρηγίλλης
ΖΩΓΡΑΦΟΥ	- Νοσοκομείο Ευαγγελισμός - Χίλτον - Αγ. Χαράλαμπος - ΕΥΔΑΠ - ΙΚΑ -
	Άνοιξη - Κοτοπούλη - Τσίτουρα - 6η Ζωγράφου - 7η Ζωγράφου - 8η
	Ζωγράφου - 9η Ζωγράφου - 10η Ζωγράφου - Νεκροταφείο Ζωγράφου



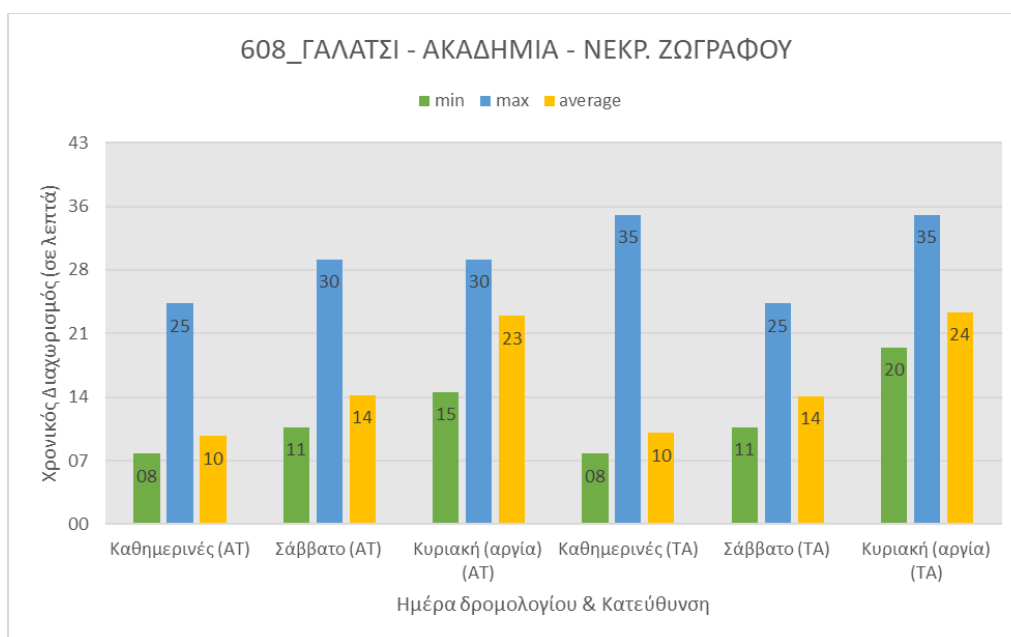
Εικόνα 17 - Γαλάτσι-Ακαδημία-Νεκρ. Ζωγράφου (με στάσεις)

2. 608 ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ - ΓΑΛΑΤΣΙ, με αφητηρία την στάση «ΝΕΚΡΟΤΑΦΕΙΟ ΖΩΓΡΑΦΟΥ» και τέρμα την στάση «ΓΑΛΑΤΣΙ». Διέρχεται συνολικά από 43 στάσεις, εκτελώντας εκατόν εννέα (109) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1ο στις 05:00 και εκτελώντας το τελευταίο στις 23:35. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα δέκα (10'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα τριάντα πέντε λεπτά (35') και ελάχιστη στα οκτώ λεπτά (8'). Τα Σάββατα, παρότι μεταβάλλεται σημαντικά το πλήθος των δρομολογίων, πέφτοντάς στα εβδομήντα οκτώ (78), το επίπεδο εξυπηρέτησης παραμένει υψηλό, αφού τα ακραία δρομολόγια παραμένουν αμετάβλητα, ενώ η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα δεκατέσσερα λεπτά (14'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα είκοσι πέντε λεπτά (25') και ελάχιστη στα έντεκα λεπτά (11'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το διάστημα εξυπηρέτησης μεταβάλλεται ελάχιστα (από τις 05:10 έως τις 23:30), τα δρομολόγια όμως περιορίζονται στα σαράντα επτά (47) με την μέση συχνότητα των δρομολογίων να ανεβαίνει στα είκοσι τέσσερα λεπτά (24'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα τριάντα πέντε λεπτά (35') και ελάχιστη, εδώ που παρατηρείται και η έντονη διαφορά (διπλασιάζεται), στα είκοσι λεπτά (20'). Αξίζει εδώ να σημειωθεί, πως η ποσότητα και πυκνότητα των δρομολογίων της γραμμής του 608 την Κυριακή (και τις αργίες) δείχνει πόσο σημαντική γραμμή είναι.

608: ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ - ΓΑΛΑΤΣΙ	Νεκροταφείο Ζωγράφου - 10η Ζωγράφου - 9η Ζωγράφου - 8η Ζωγράφου - 7η Ζωγράφου - 6η Ζωγράφου - Τσίτουρα - Κοτοπούλη - 2η Ζωγράφου - ΙΚΑ - Άλεξ - Καφενείο - Ιλίσια - Νοσοκ. Ευαγγελισμός - Ρηγίλλης - Σύνταγμα - Ακαδημία - Ρεξ - Πλ. Λαυρίου - Πολυτεχνείο - Μουσείο - ΟΤΕ Πεδίου Άρεως - Αγγελοπούλου - Κεφαλληνίας - Καλλιφρονά - Λυτσιατρείο - ΙΚΑ Πατησίων - Κολιάτσου - Αγ. Λουκάς - Κωστή Παλαμά - Χατζηδάκη - Βόρειος Πόλος - Λιναρά - Συκιά - Παλαιό Τέρμα - Αθ. Διάκου - Ηροδότου - Φάρων - Αθλητικό Κέντρο - Άλσος - Καπιστριού - Εθν. Αντιστάσεως - Γαλάτσι
---	--



Εικόνα 18 - Νεκρ. Ζωγράφου-Ακαδημία-Γαλάτσι (με στάσεις)

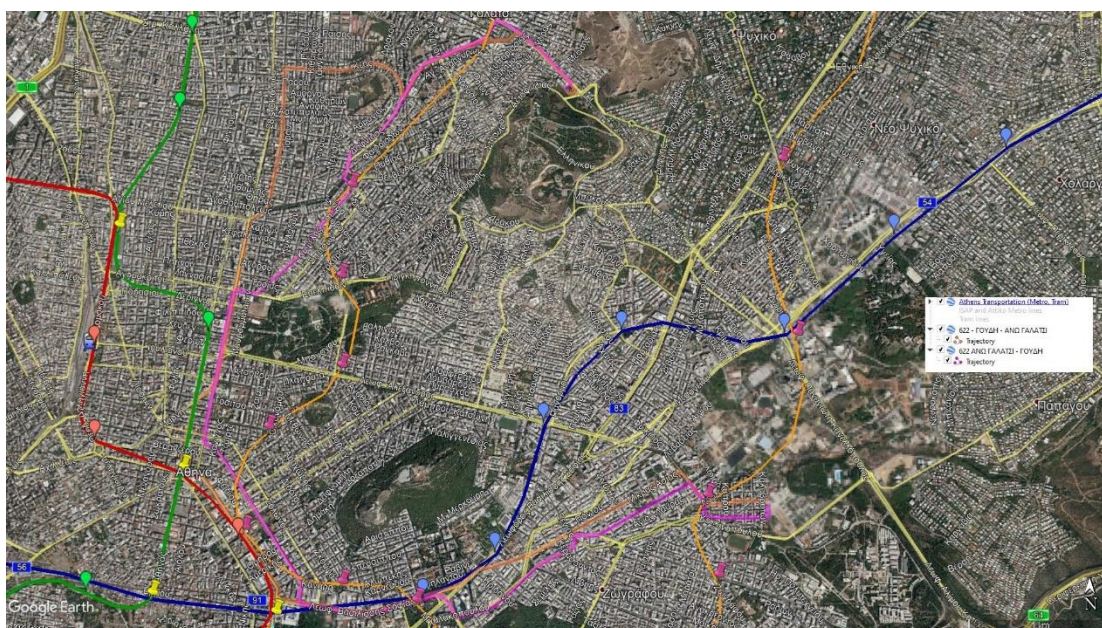


Γράφημα 4 - Χρόνοι Διαχωρισμού στη γραμμή 608

3.2.5. 622 ΓΟΥΔΗ - ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ

Λαμβάνοντας υπ' όψη όλα τα παραπάνω, μοιάζει η γραμμή 622 να είναι ένας συνδυασμός των γραμμών 608 και 224, τόσο λόγω των παρόμοιων στάσεων που περιλαμβάνουν τα δρομολόγια και των τριών γραμμών, οι οποίες στάσεις μάλιστα αφορούν το κέντρο της πόλης, δηλαδή τα σημεία ενδιαφέροντος. Παρόλα αυτά, επιλέχθηκε λόγω του είναι η μοναδική, από τις 3 ή οποιαδήποτε άλλη στην παρούσα διπλωματική εργασία, που εξυπηρετεί την περιοχή της Κυψέλης και το νότιο

Γαλάτσι. Το μήκος της γραμμής είναι περί τα 9,5 χιλιόμετρα. Το Νοσοκομείο Παίδων και η Ιατρική Σχολή στου Γουδή, είναι σημεία ενδιαφέροντος αποκλειστικής εξυπηρέτησης, ενώ υπάρχει όπως και στο 224 και στο 608 σύνδεση και με τις 3 γραμμές του Μετρό με τις στάσεις «Βικτώρια», «Πανεπιστήμιο» και «Ευαγγελισμός». Οι γραμμές 224 και 608 αναφέρθηκαν, καθώς μαζί με το 622 συμπληρώνουν τις γραμμές που εξυπηρετούν την περιοχή που θα εξυπηρετήσει στο μέλλον η γραμμή 4 του Μετρό, που έχει προβλεφθεί ότι θα εξυπηρετεί ημερησίως 340.000 επιβάτες. Γίνεται εύκολα αντιληπτό, ότι πρόκειται για πολύ σημαντική γραμμή με καθημερινό επιβατικό κοινό.



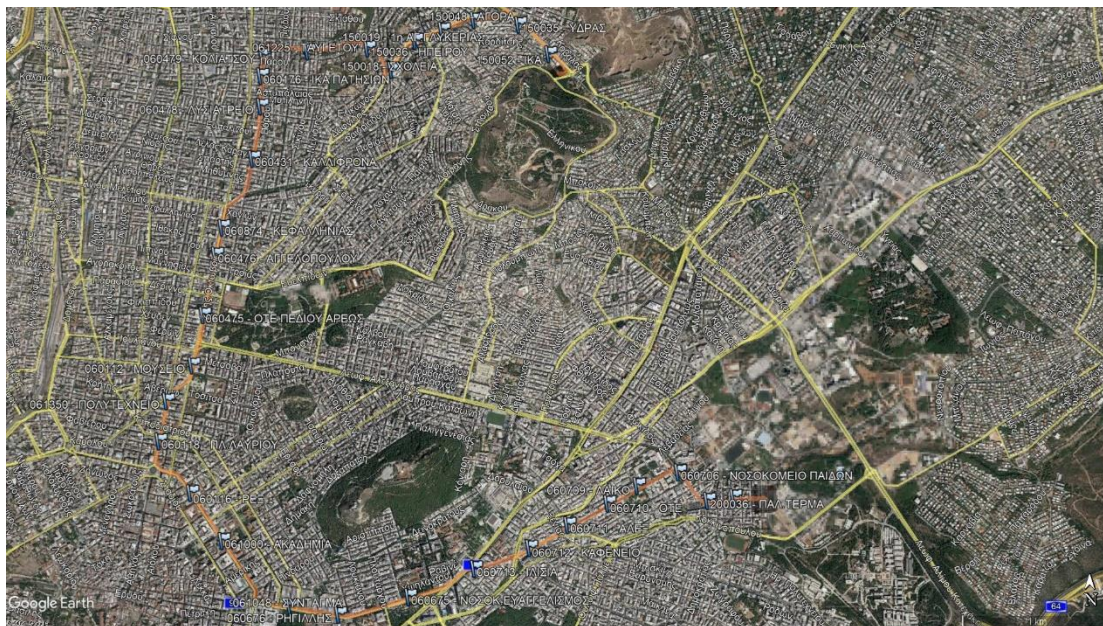
Εικόνα 19 - Λεωφορειακή Γραμμή 622 & Μετρό

Η γραμμή του 622 εξυπηρετεί δύο (2) διαδρομές:

1. 622 ΓΟΥΔΗ – ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ, με αφετηρία στη στάση «ΓΟΥΔΗ» και τέρμα τη στάση «ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ». Διέρχεται από τριάντα τρεις (33) στάσεις συνολικά, εκτελώντας σαράντα δύο (42) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1ο στις 05:15 και εκτελώντας το τελευταίο στις 23:10. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα είκοσι έξι (26'), με μέγιστη απόσταση

διαδοχικών δρομολογίων στα σαράντα πέντε λεπτά (45') και ελάχιστη στα είκοσι λεπτά (20'). Τα Σάββατα, μεταβάλλεται το πλήθος των δρομολογίων κατά δώδεκα, εκτελώντας τριάντα (30), το επίπεδο εξυπηρέτησης επηρεάζεται, παρότι τα ακραία δρομολόγια παραμένουν αμετάβλητα, αφού η μέση συχνότητα των δρομολογίων ανεβαίνει στα τριάντα επτά λεπτά (37'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα πενήντα πέντε λεπτά (55') και ελάχιστη στα τριάντα λεπτά (30'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το σκηνικό είναι ακόμα χειρότερο, καθώς το διάστημα εξυπηρέτησης μεταβάλλεται από τις 06:00 έως τις 22:00, τα δρομολόγια περιορίζονται σε πλήθος στα είκοσι δύο (22) και η μέση συχνότητα των δρομολογίων ανεβαίνει στα σαράντα πέντε λεπτά (45'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα ογδόντα λεπτά (80') και ελάχιστη, στα σαράντα λεπτά (40'). Με μια πρώτη ανάγνωση, φαίνονται ακραίες οι μεταβολές ειδικά το σαββατοκύριακο, γεγονός που αιτιολογείται άμεσα καθώς εξυπηρετεί κυρίως εργαζόμενους και σκοπός του σχεδιασμού είναι η εξυπηρέτηση τις καθημερινές.

622: ΓΟΥΔΗ - ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ	Γουδή – Γράμμου - Παλ. Τέρμα - Νοσοκομείο Παίδων – Λαϊκό – ΟΤΕ – Άλεξ – Καφενείο -Ιλίσια - Νοσοκ. Ευαγγελισμός – Ρηγίλλης – Σύνταγμα – Ακαδημία – Ρεξ - Πλ. Λαυρίου -Πολυτεχνείο – Μουσείο - ΟΤΕ Πεδίου Άρεως – Αγγελουπούλου – Κεφαλληνίας – Καλλιφρονά – Λυσσιατρείο – ΙΚΑ Πατησίων – Κολιάτσου – Ταυγέτου – Ηπείρου – Σχολεία - 1η Αγ. Γλυκερίας - 2η Αγ. Γλυκερίας – Αγορά – Ύδρας – ΙΚΑ - Άνω Γαλάτσι
---	--

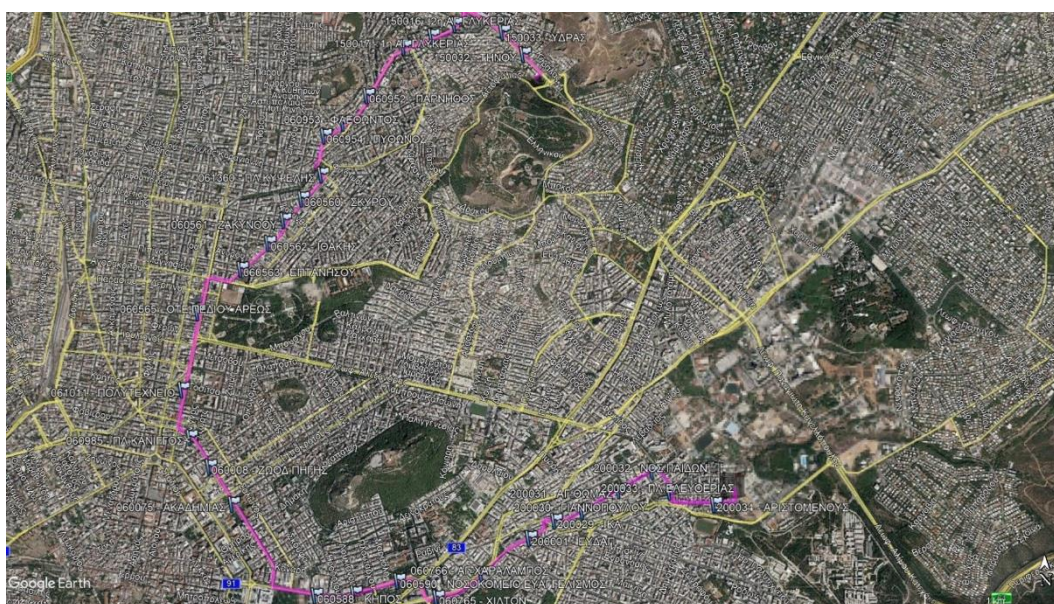


Εικόνα 20 - Γουδή-Άνω Γαλάτσι (με στάσεις)

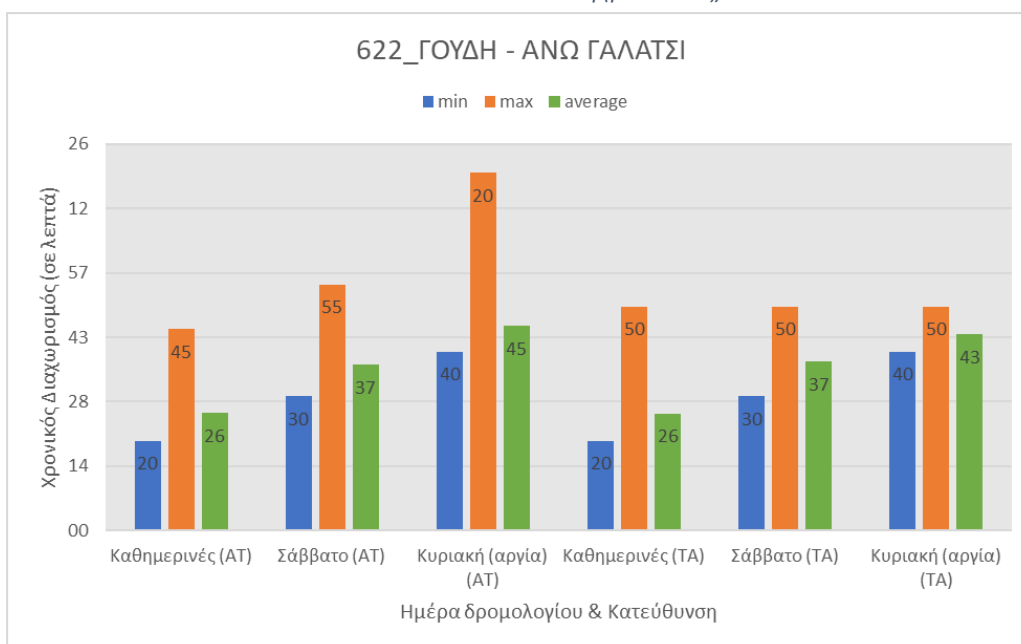
2. 622 ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ - ΓΟΥΔΗ, με αφητηρία στη στάση «ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ» και τέρμα τη στάση «ΓΟΥΔΗ». Διέρχεται από τριάντα δύο (32) στάσεις συνολικά, εκτελώντας σαράντα τρία (43) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1ο στις 05:15 και εκτελώντας το τελευταίο στις 23:30. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα είκοσι έξι (26'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα πενήντα λεπτά (50') και ελάχιστη στα είκοσι λεπτά (20'). Τα Σάββατα μεταβάλλεται το πλήθος των δρομολογίων κατά δεκατρία, εκτελώντας τριάντα (30), το επίπεδο εξυπηρέτησης επηρεάζεται, παρότι τα ακραία δρομολόγια παραμένουν αμετάβλητα, η μέση συχνότητα των δρομολογίων ανεβαίνει στα τριάντα επτά λεπτά (37'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα πενήντα λεπτά (55') και ελάχιστη στα τριάντα λεπτά (30'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το σκηνικό είναι παρόμοιο με το Σάββατο, αν και το διάστημα εξυπηρέτησης μεταβάλλεται από τις 06:40 έως τις 22:45, τα δρομολόγια περιορίζονται σε πλήθος στα είκοσι τρία (22), όμως η μέση συχνότητα των δρομολογίων ανεβαίνει ελαφρώς στα σαράντα τρία λεπτά (43'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα πενήντα λεπτά (50') και ελάχιστη, στα σαράντα λεπτά (40'). Σημειώνεται πως η διαφοροποίηση είναι έντονη με την αντίθετη κατεύθυνση, ειδικά τα σαββατοκύριακα, επιβεβαιώνοντας την ανάγκη εξυπηρέτησης του

Άνω Γαλατσίου και της Κυψέλης προς το κέντρο της πόλης έναντι του νοσοκομείου και της Ιατρικής σχολής τις ίδιες μέρες.

<p>622: ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ - ΓΟΥΔΗ</p>	<p>Άνω Γαλάτσι – Τήνου – Ύδρας - 2η Αγ. Γλυκερίας - Αγ. Γλυκερία - 1η Αγ. Γλυκερίας – Πάρνηθος – Φαέθωντος – Πύθωνος - Πλ. Κυψέλης – Σκύρου – Ζάκυνθου – Ιθάκης – Επτανήσου - ΟΤΕ Πεδίου Άρεως – Πολυτεχνείο - Πλ. Κάνιγγος - Ζωοδ. Πηγής – Ακαδημίας – Κήπος - Βυζαντινό Μουσείο/Ρηγύλλης -Νοσοκομείο Ευαγγελισμός – Χίλτον - Αγ. Χαράλαμπος – ΕΥΔΑΠ – ΙΚΑ – Γιαννοπούλου - Αγ. Θωμάς - Νοσ. Παιδών - Πλ. Ελευθερίας – Αριστομένους - Γουδή</p>
--	--



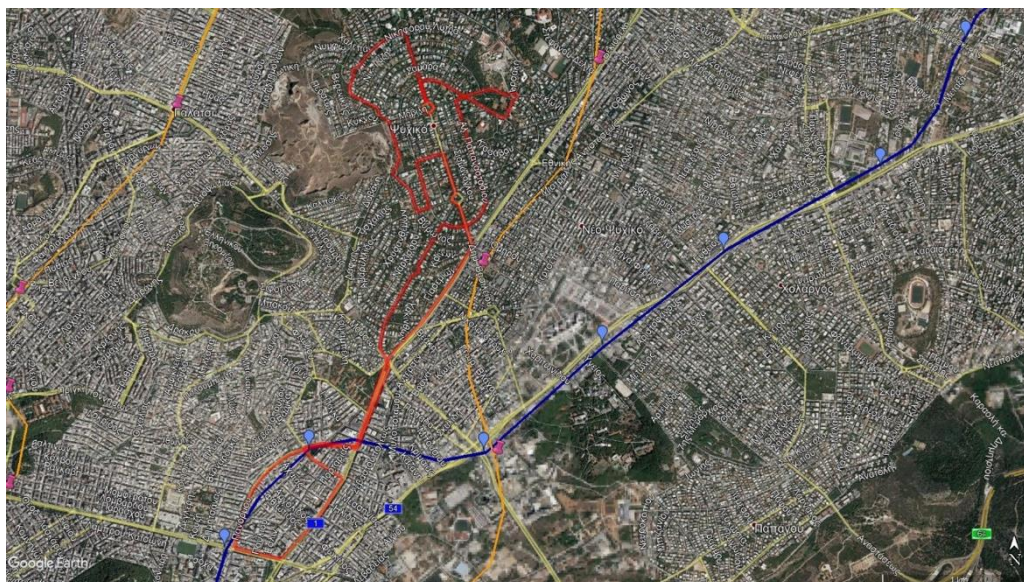
Εικόνα 21 - Άνω Γαλάτσι-Γουδή (με στάσεις)



Γράφημα 5 - Χρόνοι Διαχωρισμού στη γραμμή 622

3.2.6. 653 ΨΥΧΙΚΟ – ΠΑΝΟΡΜΟΥ Β (ΚΥΚΛΙΚΗ)

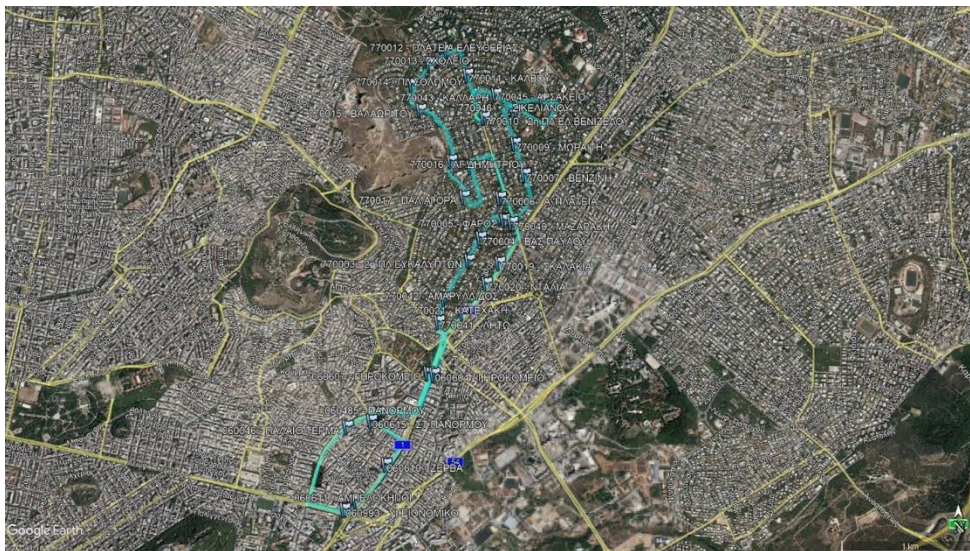
653 ΨΥΧΙΚΟ – ΠΑΝΟΡΜΟΥ Β (ΚΥΚΛΙΚΗ), είναι η 2^η κυκλική διαδρομή που περιλαμβάνεται στην εργασία. Εξυπηρετεί κυρίως το Ψυχικό, διέρχεται από κύριους οδικούς άξονες όπως η Λεωφόρος Κηφισίας, η Λεωφόρος Αλεξάνδρας και η Πανόρμου. Η σύνδεση με την γραμμή 3 του Μετρό συντελείται σε δύο σταθμούς («Αμπελόκηποι» & «Πανόρμου»). Πέραν της ανωτέρω ταύτισης με τη γραμμή 3 του Μετρό, καλύπτει τμήμα της μελλοντικής επέκτασης της γραμμής 4 του Μετρό, που συνδυαζόμενη με την εξυπηρέτηση που παρέχει η γραμμή Α7 που αναφέρεται παραπάνω καλύπτουν πλήρως τις περιοχές που θα εξυπηρετήσει το Μετρό. Επιπλέον το αξιοσημείωτο για αυτήν την γραμμή είναι ότι η μοναδική που διέρχεται από τις στάσεις του Ψυχικού.



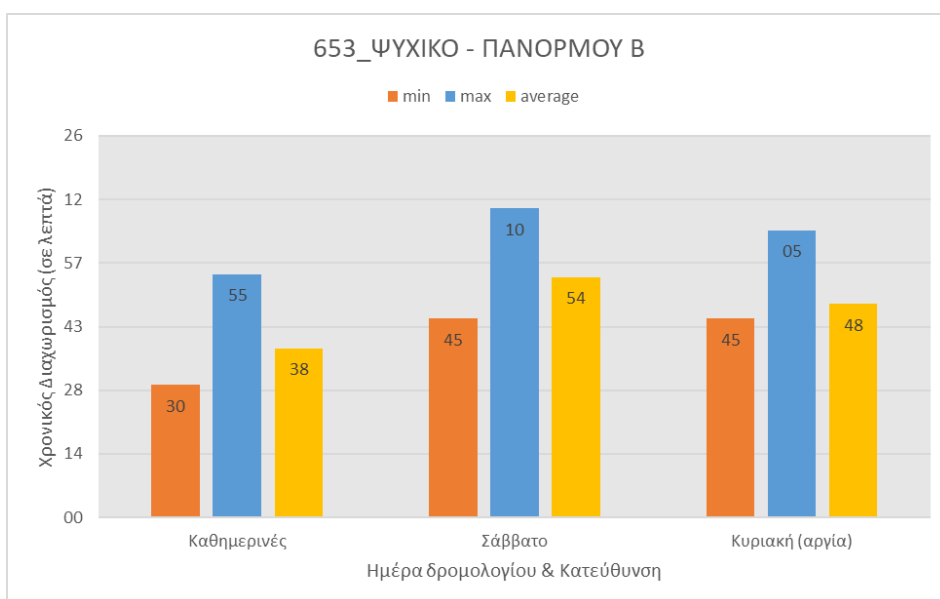
Εικόνα 22 - Λεωφορειακή Γραμμή 653 & Μετρό

653 ΨΥΧΙΚΟ – ΠΑΝΟΡΜΟΥ Β (ΚΥΚΛΙΚΗ), με αφετηρία τη στάση «ΑΦΕΤΗΡΙΑ - ΠΑΝΟΡΜΟΥ». Διέρχεται από τριάντα τρεις (33) στάσεις συνολικά, εκτελώντας είκοσι οκτώ (28) δρομολόγια τις καθημερινές, ξεκινώντας το 1ο στις 05:50 και εκτελώντας το τελευταίο στις 23:40. Η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι στα τριάντα οκτώ (38'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα πενήντα πέντε λεπτά (55') και ελάχιστη στα τριάντα λεπτά (30'). Τα Σάββατα, το πλήθος των δρομολογίων κατά δώδεκα, εκτελώντας μόλις δεκαέξι (16) δρομολόγια, με τα ακραία δρομολόγια να εκτελούνται πλέον στις 7:30 τις 22:00, και την μέση συχνότητα των δρομολογίων να είναι στα πενήντα τέσσερα λεπτά (54'), με μέγιστη

απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα εβδομήντα (70') και ελάχιστη στα σαράντα πέντε λεπτά (45'). Τις Κυριακές (και τις αργίες), το σκηνικό είναι σχεδόν ίδιο με του Σαββάτου με το διάστημα εξυπηρέτησης να παραμένει ίδιο, τα δρομολόγια να είναι ελαφρώς περισσότερα εκτελώντας δεκαοκτώ (18), και η μέση συχνότητα των δρομολογίων είναι σαράντα οκτώ λεπτά (48'), με μέγιστη απόσταση διαδοχικών δρομολογίων στα εξήντα πέντε λεπτά (65') και ελάχιστη, στα σαράντα πέντε λεπτά (45'). Αποτελεί την γραμμή με την πλέον αραιή συχνότητα δρομολογίων, ακόμα και τις καθημερινές, γεγονός που εξηγείται καθώς πρόκειται για γραμμή τοπικού χαρακτήρα με χαμηλότερο επιβατικό φόρτο από τις υπόλοιπες της έρευνας.

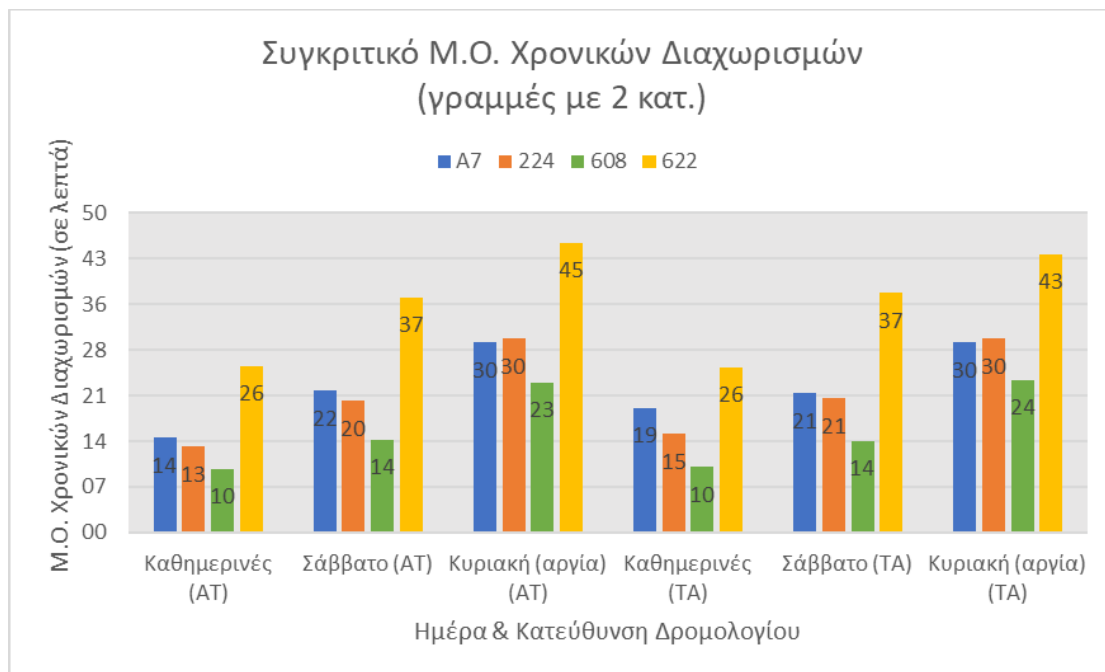


Εικόνα 23 - Λεωφορειακή Γραμμή 653 & Μετρό

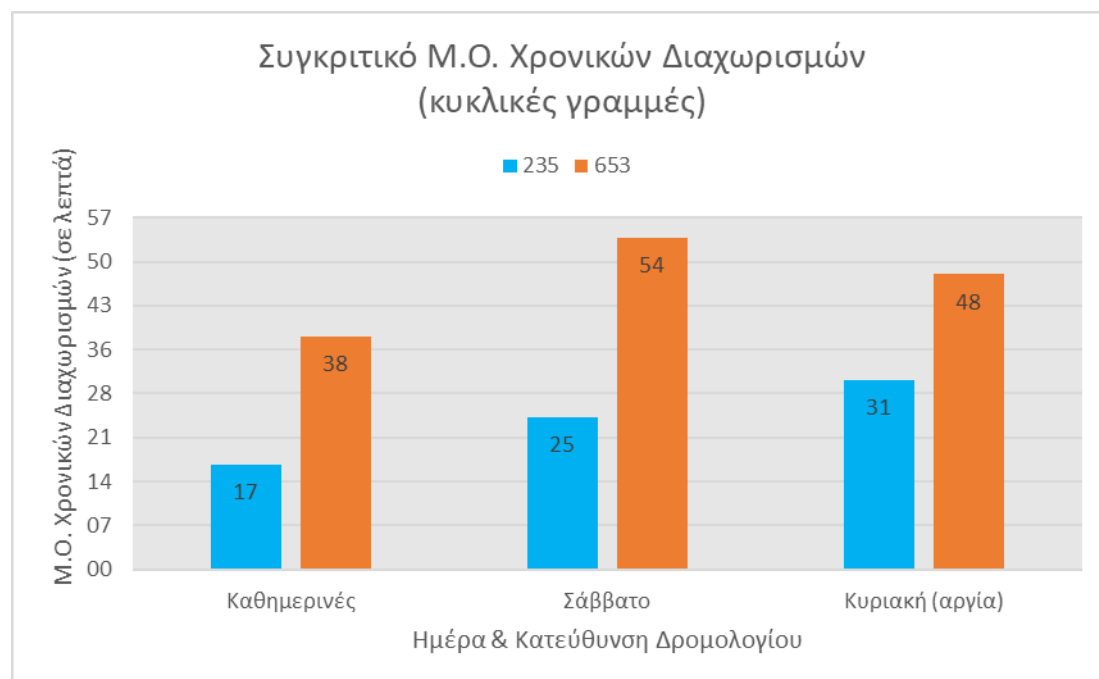


Γράφημα 6 - Χρόνοι Διαχωρισμού στη γραμμή 653

Συνοπτικά παρουσιάζεται στα παρακάτω γραφήματα, μια συνολική εικόνα των μέσων όρων των χρονικών διαχωρισμών, των λεωφορειακών γραμμών, χωρισμένες σε δύο (2) κατηγορίες (δύο κατευθύνσεων και κυκλικές).



Γράφημα 7 - Σύγκριση Μ.Ο. Χρονικών Διαχωρισμών Γραμμών δύο κατευθύνσεων



Γράφημα 8 - Σύγκριση Μ.Ο. Χρονικών Διαχωρισμών Κυκλικών Γραμμών

3.3. Δεδομένα ΟΑΣΑ

Ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (ΟΑΣΑ) εποπτεύει το σύστημα μέσων μαζικής μεταφοράς του πολεοδομικού συγκροτήματος και της μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας με τις θυγατρικές του, Οδικές Συγκοινωνίες (ΟΣΥ) Α.Ε. και Σταθερές Συγκοινωνίες (ΣΤΑΣΥ) Α.Ε. να είναι υπεύθυνες για την εκτέλεση του συγκοινωνιακού έργου. Παράλληλα υπάρχει συνεργασία του ΟΑΣΑ με την ΤΡΑΙΝΟΣΕ Α.Ε., εξαιτίας τμήματος του Προαστιακού Σιδηρόδρομου εντός του αστικού ιστού της Αθήνας. Από τον Απρίλιο του 2016 εφαρμόζεται το σύστημα τηλεματικής (γνωστό ευρέως ως “OASA Telematics”). Ως προς το επιβατικό κοινό, το σύστημα τηλεματικής ενημερώνει άμεσα και έγκαιρα για τα δρομολόγια των γραμμών, μέσω των δυναμικών πινακίδων που έχουν εγκατασταθεί στις στάσεις των λεωφορείων όσο και μέσω λογισμικού απευθείας σε «έξυπνες» κινητές συσκευές. Είναι πλέον δυνατή, η παρακολούθηση των δρομολογίων και του χρόνου αναμονής στις στάσεις σε πραγματικό χρόνο, ενώ επιλέγοντας την διαδρομή ή τον τελικό προορισμό του ο χρήστης, μπορεί να λάβει οδηγίες και πληροφορίες για την βέλτιστη διαθέσιμη διαδρομή. Τα δεδομένα της τηλεματικής έχουν αναφερθεί στην παρούσα διπλωματική εργασία ήδη από την εισαγωγή, ενώ αναφέρθηκε εκτενώς και στο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, ο αυτόματος εντοπισμός οχημάτων (AVL = automated vehicle location), όπου μέσω του Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (GPS = Global Positioning System) παρέχει μέσω δεκτών που είναι εγκατεστημένοι σε κάθε όχημα, με πολύ καλή ακρίβεια, δεδομένα για την γεωγραφική θέση του οχήματος σε πραγματικό χρόνο. Μέσω κατάλληλου λογισμικού, γίνεται καταγραφή και μετάδοση της πληροφορίας σε βάσεις δεδομένων του ΟΑΣΑ.

Τέτοια στοιχεία, χρησιμοποιήθηκαν και για τους σκοπούς της εν λόγω διπλωματικής εργασίας. Τα στοιχεία αυτά αφορούν ηλεκτρονικά αρχεία – συλλογές με το στίγμα του οχήματος για κάθε άφιξη σε προγραμματισμένη στάση. Για κάθε λεωφορειακή γραμμή τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν το διάστημα μεταξύ Σεπτεμβρίου και Δεκεμβρίου για το έτος 2017. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε καταγραφή δίνονται:

- Η ημερομηνία και ώρα με μορφή: HH – MM – ΕΕ ΩΩ:ΛΛ
- Ο κωδικός αριθμός οχήματος: μοναδικός, 5ψήφιος αριθμός
- Η πινακίδα οχήματος: 3 γράμματα και 4 ψηφία, μοναδικά ανά όχημα

- Ο κωδικός αριθμός στάσης: μοναδικός αριθμός για κάθε στάση
- Η γεωγραφική θέση του οχήματος: γεωγραφικό πλάτος φ και μήκος λ
- κωδικός αριθμός δρομολογίου: 4ψήφιος αριθμός
- Το συμβάν: Άφιξη σε Στάση/ Τέρμα /Αφετηρία, Αναχώρηση από Αφετηρία /Τέρμα
- Η στάση: όνομα στάσης όπως δίνεται στο πρόγραμμα της γραμμής
- Η κατεύθυνση: όνομα διαδρομής
- κωδικός αριθμός γραμμής: χαρακτηριστικός 3ψήφιος αριθμός

11/9/2017 0:01	10600 ΥΜΙ 1600	60034	418141418	23	7339720	37	9904610	6	1880	Άφιξη σε Στάση	ΑΓ.ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ - ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	224	ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ - ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ
11/9/2017 0:01	10559 ΥΜΙ 1559	230031	418141477	23	7541190	37	9692510	4	1754	Άφιξη σε Στάση	ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ	ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ	224	ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ - ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ
11/9/2017 0:03	10559 ΥΜΙ 1559	230008	418141798	23	7568460	37	9687010	4	1754	Άφιξη σε Στάση	ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ	ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ	224	ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ - ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ
11/9/2017 0:04	10559 ΥΜΙ 1559	230009	418141943	23	7588460	37	9682980	4	1754	Άφιξη σε Στάση	ΠΑΝΑΓΙΤΣΑ	ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ	224	ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ - ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ
11/9/2017 0:04	10559 ΥΜΙ 1559	230010	418142083	23	7609350	37	9679170	4	1754	Άφιξη σε Στάση	8η ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ	ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ	224	ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ - ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ
11/9/2017 0:05	10559 ΥΜΙ 1559	230011	418142233	23	7631420	37	9674870	4	1754	Άφιξη σε Στάση	9η ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ	ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ	224	ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ - ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ

Εικόνα 24 - Δεδομένα ΟΑΣΑ

3.4. Επεξεργασία, Καθαρισμός & Οργάνωση Δεδομένων

Τα παραπάνω στοιχεία, δίνονται από τον ΟΑΣΑ σε μορφή .csv και πλήρως ακατέργαστα, με ότι σφάλματα μπορεί να προκύπτουν από την καταγραφή τους, γεγονός που τα καθιστά ανούσια χωρίς την κατάλληλη επεξεργασία. Αυτό γίνεται, μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Python.

Ενδεικτικά αναφέρονται κάποια σφάλματα – προβλήματα, που υφίστανται στην μορφή που παρέχει τα στοιχεία ο ΟΑΣΑ:

- λανθασμένα στίγματα σε τυχαίες στιγμές
- διπλοεγγραφές
- κοινός κωδικός οχήματος και δρομολογίου με διαφορετικές συντεταγμένες σε ίδια στάση
- στις κυκλικές γραμμές, περιττές εγγραφές με μπέρδεμα σε καταγραφή ως προς την αφετηρία και το τέρμα.

Πλην όμως των σφαλμάτων τέτοιου τύπου όπως παραπάνω, έπρεπε να γίνει και καθαρισμός δεδομένων, είτε λόγω ημιτελών δρομολογίων είτε εξωγενών παραγόντων (π.χ. πορείες, κυκλοφοριακές ρυθμίσεις, τεχνικά προβλήματα). Επιπλέον παρατηρήθηκαν και κενές εγγραφές στα μητρώα των δεδομένων, που είναι εύλογα πως έπρεπε να αφαιρεθούν. Ο καθαρισμός των δεδομένων πραγματοποιήθηκε στην γλώσσα προγραμματισμού της Python.

Αφού έγινε ο καθαρισμός των στοιχείων, για την κάθε γραμμή ξεχωριστά, απαραίτητη προϋπόθεση για την χρήση τους στην μεθοδολογία είναι η ένωση τους σε ένα ενιαίο μητρώο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί, ότι για τις ανάγκες του συγκεκριμένου μοντέλου, πριν γίνει η ολοκλήρωση του μοντέλου σε περιβάλλον της προγραμματιστικής γλώσσας Python, προηγήθηκαν κάποια επιπλέον δεδομένα σε υπολογιστικό φύλλο Excel. Πιο συγκεκριμένα δημιουργήθηκε ένα υπολογιστικό φύλλο, ανά διαδρομή και ανά γραμμή, με πληροφορίες για τις συντεταγμένες των στάσεων, των κωδικό στάσης, το πλήθος των λεωφορείων και των τρόλλεϊ που διέρχονται από κάθε στάση και ποια είναι αυτά, το ποσοστό των τρόλλεϊ, καθώς και σε δυαδική μορφή την ύπαρξη τρόλλεϊ ή μη (1 για ύπαρξη, 0 για μη). Επιπλέον, σε ίδια μορφή, αποδόθηκε και η πληροφορία για τον «δακτύλιο» (0 κίνηση εκτός, 1 κίνηση εντός δακτυλίου) και για την κίνηση εντός αποκλειστικής λωρίδας λεωφορείων (0 κίνηση εκτός, 1 κίνηση εντός ΑΛΛ).

ΓΡΑΜΜΗ Α2 ΣΤΟΥΡΡΑΡΗ ΚΗΦΙΣΙΑ											
Φ	Λ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ	ΣΤΑΣΗ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	ΠΑΝΘΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ	ΤΡΟΛΛΕΪ	ΠΑΝΘΟΣ ΤΡΟΛΛΕΪ	Τρόλλεϊ (%)	trolley binary	ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ binary	bus lanes binary
23,7482542	37,9888542	060071	ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	813/230/A7/B5	4	14/19/18/19B	4	50,00%	1	0	1
23,7523552	37,9880563	060072	ΚΑ	813/230/A7/B5	4	14/19/18/19B	4	50,00%	1	0	1
23,7570458	37,9871943	060073	ΣΤ.ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ	230/A7/B5	3	14/19/18/19B	4	57,14%	1	0	1
23,7629406	37,9877954	060058	ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ	550/A7/610/Κ14/Ε14	5	3/10/14/19/18/19B	6	34,25%	1	0	1
23,7646045	37,9893773	060601	ΖΕΦΥΡΑ	550/A7/610/Κ14	4	3/10/14/19/18/19B	6	60,00%	1	0	1
23,7666903	37,9924188	060603	ΕΡΦΥΡΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ	550/A7/602/610/Κ14/Ε14	6	3/10/14/19/18/19B	6	50,00%	1	0	1
23,7683769	37,9956938	060604	ΙΗΡΟΚΟΜΕΙΟ	036/550/A7/602/610/Κ14/653	7	3/10/14/19/18/19B	6	46,15%	1	0	1
23,770535	37,9990617	060605	ΚΑΤΕΛΑΚΗ	036/140/550/A7/602/610/Κ14	7	3/10/19/18/19B	5	41,67%	1	0	0
23,7738264	38,0022585	690015	ΣΥΛΑΧΙΑ	550/A7/602/610/Κ14	5	10/18/19/19B	4	44,44%	1	0	0
23,7762627	38,0054939	690008	ΦΑΡΟΣ	550/A7/602/610/Κ14/Ε14	6	10/18/19/19B	4	40,00%	1	0	0
23,7775786	38,0070034	690017	ΠΑΡΙΣΗ	550/A7/602/610/Κ14	5	10/18/19/19B	4	44,44%	1	0	0
23,780975	38,0107545	480049	ΑΓ.ΒΑΡΒΑΡΑ	550/A7/602/610/Κ14/Ε14	6	19/19B	2	25,00%	1	0	0
23,782473	38,0123314	480143	ΑΡΕΑΚΕΙΟ	550/A7/602/610/Κ14	5	19/19B	2	28,57%	1	0	0
23,7838242	38,0138448	480050	ΑΒΑΝΟ	550/A7/602/610/Κ14	5	19/19B	2	28,57%	1	0	0
23,7851301	38,0152564	480051	ΚΟΛΛΕΙΟ	550/A7/602/Κ14	4	19/19B	2	33,33%	1	0	0
23,7867198	38,0170529	480052	ΣΕΡΡΩΝ	550/A7/602/Κ14/Ε14	5	19/19B	2	28,57%	1	0	0
23,7888534	38,0199228	480053	ΣΙΔΕΡΑ	550/A7/602/Κ14	4	19/19B	2	33,33%	1	0	0

Εικόνα 25 - Πρόσθετα στοιχεία για εισαγωγή σε μοντέλο Python

Στο αρχικό μοντέλο της Python (πριν την βελτιστοποίηση που έγινε, κυρίως λόγω έντονου συσχετισμού) χρησιμοποιήθηκαν ως στήλες οι παρακάτω μεταβλητές :

- αριθμηση – τα δρομολόγια αριθμούνται από το πρώτο έως το τελευταίο.
- κωδικός οχήματος – κάθε όχημα έχει ένα δικό του ξεχωριστό μοναδικό κωδικό, απαραίτητο για να διαχωρίζονται τα οχήματα μεταξύ τους και για να

αναγνωρίζεται ποιο όχημα βρίσκεται σε συγκεκριμένη διαδρομή δεδομένη χρονική στιγμή.

- κωδικός στάσεων – κάθε στάση έχει ένα δικό της μοναδικό κωδικό, απαραίτητο για να ξεχωρίζουν στάσεις με κοινή ονομασία.
- συντεταγμένες x και y των στάσεων – δείχνουν την θέση των στάσεων στο εθνικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87 (μετά από μετατροπή αφού από τον ΟΑΣΑ δίνονται στο παγκόσμιο σύστημα WGS '84).
- συμβάν – δίνει πληροφορίες σχετικά με το αν το όχημα αναχωρεί από αφετηρία, φτάνει σε κάποια στάση, φτάνει στο τέρμα, αναχωρεί από το τέρμα.
- κατεύθυνση (δείχνει ποιο δρομολόγιο ακολουθεί το όχημα από αφετηρία προς τέρμα ή από τέρμα προς αφετηρία, στις κυκλικές διαδρομές η κατεύθυνση είναι ίδια για όλες τις διαδρομές).
- στάση – δείχνει το όνομα της στάσης που βρίσκεται το όχημα.
- στιγμή εκκίνησης (ts) – δείχνει την στιγμή εκείνη που το όχημα εκκίνησε από την αφετηρία ή από το τέρμα.
- μέρες της εβδομάδας – δείχνει ποια μέρα της εβδομάδας έγινε το δρομολόγιο με την χρήση της αρίθμησης από το 0 έως το 6.
- διαφορά με το προηγούμενο δρομολόγιο – δείχνει πόση είναι η διαφορά, σε λεπτά, αυτού του οχήματος να φτάσει στην συγκεκριμένη στάση συγκριτικά με το προηγούμενο όχημα.
- απεργίες- υποδηλώνεται με την χρήση δυαδικού συστήματος ποιες μέρες υπήρχαν απεργίες και ποιες όχι, με 1 είναι οι μέρες με απεργίες ενώ με 0 οι υπόλοιπες.
- είδος της απεργίας – φανερώνει το είδος της απεργίας.
- μετρο1 – δείχνει με 1 τις μέρες απεργίας της γραμμής 1 του μετρό και με 0 τις μέρες χωρίς απεργία ή με κάποιο άλλο είδος απεργίας.
- μετρο2_3 –δείχνει με 1 τις μέρες που απεργίας των γραμμών 2 και 3 του μετρό και με 0 τις μέρες χωρίς απεργία ή κάποιο άλλο είδος απεργίας.
- μετρο2_3_τραμ – δείχνει με 1 τις μέρες απεργίας των γραμμών 2 ,3 και τραμ και με 0 τις μέρες χωρίς απεργία ή απεργία στην γραμμή 1.
- Συντονισμό λεωφορείων (“bus bunching”) - η έννοια του συγκεκριμένου φαινομένου έχει αναφερθεί και αναλυθεί εκτενώς σε προηγούμενα κεφάλαια
- ημέρες διακοπών – περιλαμβάνονται εθνικές εορτές και δημόσιες αργίες:

- a) 28/10/2017 – 28 Οκτωβρίου εθνική εορτή
- b) 17/11/2017 – επέτειος του Πολυτεχνείου
- c) 25/12/2017 – Χριστούγεννα
- d) 26/12/2017 – δεύτερη ημέρα των Χριστουγέννων
- ειδικές περιπτώσεις – μέρες για τις οποίες τα δρομολόγια των λεωφορείων ήταν διαφορετικά από τα τυπικά:
 - a) 12/11/2017 – μαραθώνιος
 - b) 16/11/2017 – στάση εργασίας
 - c) 06/12/2017 – επέτειος για τον θάνατο του Αλέξη Γρηγορόπουλο
- χρόνος διαδρομής – ο χρόνος που έκανε το όχημα από την στιγμή της εκκίνησης έως την στιγμή που έφτασε στον προορισμό του.
- προγραμματισμένη διάρκεια (dur) – ο χρόνος διαδρομής για την συγκεκριμένη σύμφωνα με τις προβλέψεις του ΟΑΣΑ.
- στιγμή άφιξης στον τερματικό σταθμό – είναι η ακριβής ώρα και η ημερομηνία που το όχημα φτάνει στην τελευταία στάση του δρομολογίου.

4. Μοντέλα

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται, το μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού Python για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της έρευνας, οι μεταβλητές, οι συνθήκες και η διαδικασία που ακολουθήθηκε καθώς και τα αποτελέσματα αυτής. Επιπλέον, αναλύονται κάποιες μακροσκοπικές παρατηρήσεις και συμπεράσματα που εξήχθησαν πριν ακόμα εφαρμοστεί το μοντέλο, κατά την διάρκεια της επεξεργασίας των δεδομένων και της συλλογής περαιτέρω πληροφοριών για τις λεωφορειακές γραμμές. Οι γραμμές διαχωρίζονται σε γραμμές δύο κατευθύνσεων και σε κυκλικές, για την καλύτερη επισκόπηση και σύγκριση των τελικών αποτελεσμάτων.

4.1. Μεθοδολογία

Σκοπός του μοντέλου αυτού είναι η ταυτόχρονη μελέτη της μεταβλητής του χρόνου διαδρομής και των υπολοίπων μεταβλητών, οι οποίες αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, για τον προσδιορισμό του τρόπου με τον οι μεταβλητές σχετίζονται/συνδέονται μεταξύ τους, και πως επηρεάζουν τον χρόνο διαδρομής που είναι το ζητούμενο, ως η εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε βασίστηκε στον κλάδο της Στατιστικής που ονομάζεται ανάλυση παλινδρόμησης. Ο κλάδος αυτός εξετάζει την συσχέτιση ανάμεσα σε δυο ή περισσότερες μεταβλητές και ο απώτερος του στόχος είναι να προβλέψει μία από αυτές μέσω των υπολοίπων, υπό τις προϋποθέσεις ότι οι μεταβλητές του μοντέλου είναι συνεχείς και ότι αναζητάτε η συσχέτιση ανάμεσα σε πάνω από δυο μεταβλητές. Για την εύρεση αυτής της συσχέτισης χρησιμοποιήθηκε η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση, η υπολογιστική διαδικασία της οποίας είναι πολύπλοκη και στην πράξη είναι εφικτή μόνο με την χρήση προγραμματιστικών προγραμμάτων (π.χ. η γλώσσα προγραμματισμού Python).

Η σχέση που υπολογίζει την πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι η εξής:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_v X_v + \varepsilon_v$$

Είναι φανερό από την ανωτέρω σχέση πως η μεθοδολογία αυτή λαμβάνει υπόψιν πως η σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη μεταβλητή y και στις μεταβλητές x είναι γραμμική.

- i. Η μεταβλητή Y ονομάζεται ενδογενής μεταβλητή, μεταβλητή απάντηση, μετρούμενη μεταβλητή, μεταβλητής κριτήριο, ή εξαρτημένη μεταβλητή.
- ii. Η μεταβλητή X ονομάζεται ερμηνευτική μεταβλητή, εξωγενής μεταβλητή, συμεταβλητή, μεταβλητή εισόδου, μεταβλητή πρόβλεψης, ή ανεξάρτητη μεταβλητή.
- iii. Με β σημειώνονται οι p - διαστάσεως παράμετροι. Οι παράμετροι αυτοί ονομάζονται μερικοί συντελεστές της παλινδρόμησης ή αποτελέσματα της παλινδρόμησης. Η ερμηνεία της γραμμικής παλινδρόμησης επικεντρώνεται στην αξιολόγηση των συντελεστών β .
- iv. Με ϵ συμβολίζεται αυτό που ονομάζεται λανθασμένος όρος, διαταρακτικός όρος, ή θόρυβος. Ο ρόλος της συγκεκριμένης μεταβλητής είναι να καλύψει όλους τους άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή εκτός από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Η ύπαρξη της μεταβλητής αυτής είναι σημαντική καθώς καθορίζει ποια μέθοδος θα χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του μοντέλου.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η παλινδρόμηση επικεντρώνεται στην ερμηνεία των μερικών συντελεστών. Η σημασία των τιμών των μερικών συντελεστών είναι ότι, ο μερικός συντελεστής β εκφράζει το μέγεθος μεταβολής της μεταβλητής Y όταν η μεταβλητή X_1 μεταβάλλεται κατά μια μονάδα ενώ οι υπόλοιπες σταθερές X_n διατηρούνται σταθερές στην τιμή του μέσου όρου τους. Με άλλα λόγια ο β εκφράζει την μέτρηση της σχέσης μεταξύ Y και X_1 θέτοντας τις υπόλοιπες μεταβλητές X_n υπό έλεγχο. Η ίδια ακριβώς λογική ισχύει για όλους τους συντελεστές β . Η ονομασία «μερικοί» δόθηκε για το λόγο ότι οι συντελεστές εκφράζουν μέρος μόνο της εξαρτημένης σχέσης της Y με τις μεταβλητές X_n .

Ένα ακόμα στοιχείο που χαρακτηρίζει το μοντέλο που δημιουργήθηκε είναι πως αυτό ανήκει στην κατηγορία των επεξηγηματικών μοντέλων, καθώς ελέγχει αν η μεταβλητή ύπαρξης ή μη λεωφορειολωρίδων επηρεάζει την μεταβλητή «χρόνος διαδρομής».

4.2. Η γραμμική παλινδρόμηση και ο χρόνος διαδρομής των λεωφορείων

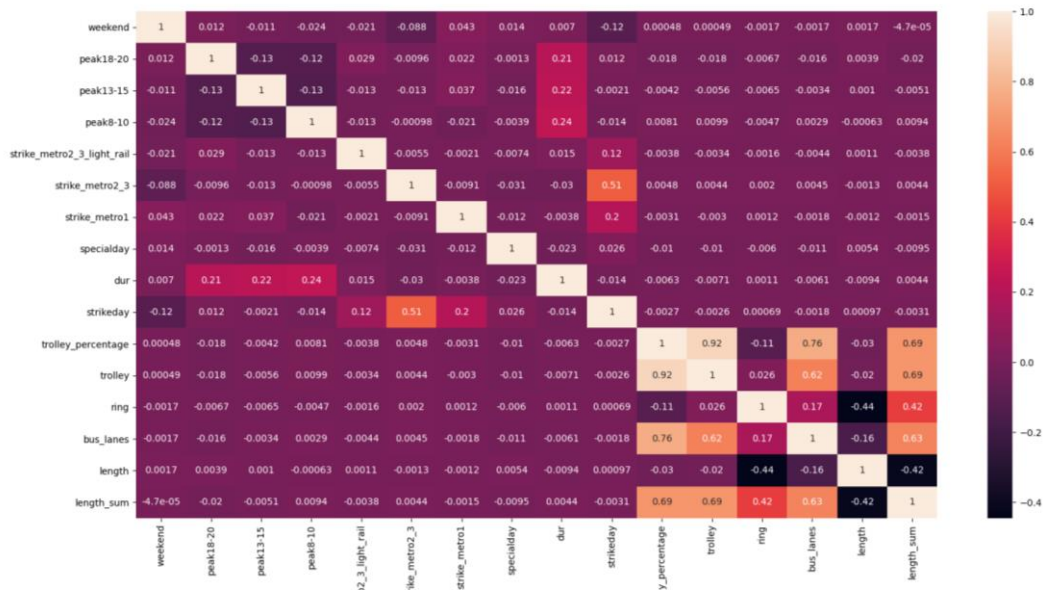
Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι ο χρόνος διαδρομής των λεωφορείων, καθώς το ζητούμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η συσχέτιση αυτής με τις υπόλοιπες μεταβλητές και η εύρεση του βαθμού επιρροής (εάν υπάρχει).

y- ο χρόνος διαδρομής των λεωφορείων αποτελεί μια από τις στήλες στο τελικό μητρώο και είναι εκφρασμένος σε λεπτά. Οι τιμές της μεταβλητής αυτής, είναι σταθερές και δεν αλλάζουν.

x- ως μεταβλητές x θα θεωρηθούν μερικές από τις στήλες του τελικού μητρώου. Δεν χρησιμοποιήθηκαν όλες οι μεταβλητές που ήταν διαθέσιμες, καθώς παρότι εισήχθησαν όλες μαζί στο μοντέλο παλινδρόμησης αρχικά, λόγω υψηλής συσχέτισης, αφαιρέθηκαν κάποιες, προκειμένου να προσαρμοστεί καλύτερα το μοντέλο και να βελτιωθεί η αξιοπιστία των εξαγόμενων αποτελεσμάτων. Είναι σημαντικό, οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν, να μην είναι συσχετισμένες, αυτός είναι και ο λόγος που ονομάζονται ανεξάρτητες μεταβλητές, αφού δεν εξαρτώνται από καμία άλλη μεταβλητή που υπάρχει στο μοντέλο. Οι διαθέσιμες μεταβλητές είναι :

- σαββατοκύριακο
- αιχμή 8-10
- αιχμή 13-15
- αιχμή 18-20
- ΑΛΛ (αποκλειστική λωρίδα λεωφορείων)
- δακτύλιος
- τρόλλεϋ
- ποσοστό τρόλλεϋ
- μήκος διαδρομής
- συνωστισμός λεωφορείων
- απεργίες
- ειδικές περιστάσεις
- προγραμματισμένη διάρκεια
- απεργία στην γραμμή 1 του μετρό
- απεργία στην γραμμή 2 και 3 του μετρό
- απεργία στην γραμμή 2 και 3 του μετρό και τραμ
- απεργία λεωφορείων και τρόλλεϋ

Μετά το αρχικό μοντέλο και την εισαγωγή όλων των μεταβλητών, όπως αναφέρεται και παραπάνω, λόγω υψηλής συσχέτισης έγινε βελτιστοποίηση με αφαίρεση κάποιων μεταβλητών (διαφορετικών ανά λεωφορειακή γραμμή – μοντέλο).



Εικόνα 26 - Πίνακας Συσχετίσεων Ανεξάρτητων Μεταβλητών

4.3. Η γραμμική παλινδρόμηση στην γλώσσα προγραμματισμού Python

Η γλώσσα προγραμματισμού Python, αφού γραφτεί ο απαραίτητος κώδικας, προκειμένου, να εισαχθούν τα δεδομένα, να καθαριστούν, να απορριφθούν όσα κρίνεται ότι πρέπει να αφαιρεθούν, φτιάχνει αυτόματα το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης, όπως επίσης δημιουργεί αυτόματα τον πίνακα συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών (ο οποίος παρουσιάζεται παραπάνω). Για την δημιουργία του μοντέλου είναι απαραίτητο να οριστούν οι μεταβλητές y και x . Τα αποτελέσματα, πλην του πίνακα συσχετίσεων εξάγονται από την γλώσσα προγραμματισμού Python στην παρακάτω μορφή:

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	triptime	R-squared:	0.540			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.540			
Method:	Least Squares	F-statistic:	2.320e+04			
Date:	Mon, 26 Jul 2021	Prob (F-statistic):	0.00			
Time:	23:11:41	Log-Likelihood:	-7.9466e+05			
No. Observations:	197259	AIC:	1.589e+06			
Df Residuals:	197248	BIC:	1.589e+06			
Df Model:	10					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-11.5661	0.073	-158.972	0.000	-11.709	-11.424
weekend	-1.1600	0.071	-16.250	0.000	-1.300	-1.020
peak18-20	1.4516	0.102	14.246	0.000	1.252	1.651
peak8-10	-0.3279	0.098	-3.341	0.001	-0.520	-0.136
peak13-15	0.3853	0.095	4.047	0.000	0.199	0.572
bus_lanes	-15.2111	0.097	-157.437	0.000	-15.400	-15.022
length_sum	4.6155	0.012	375.541	0.000	4.591	4.640
strikeday	0.6202	0.113	5.484	0.000	0.399	0.842
specialday	1.0465	0.156	6.725	0.000	0.742	1.351
trolley	-27.1235	0.097	-280.895	0.000	-27.313	-26.934
ring	5.0084	0.144	34.836	0.000	4.727	5.290
Omnibus:	237646.820	Durbin-Watson:	1.307			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	72510955.449			
Skew:	6.161	Prob(JB):	0.00			
Kurtosis:	96.115	Cond. No.	43.3			

Εικόνα 27 - Αποτελέσματα Python

Ακολουθεί επεξήγηση του κάθε συντελεστή από τον παραπάνω πίνακα που εξάγει η γλώσσα προγραμματισμού Python.

Το αριστερά πάνω κομμάτι του παραπάνω πίνακα δίνει πληροφορίες σχετικά με την προσαρμογή του μοντέλου.

- Dep. Variable – ή στα ελληνικά εξαρτημένη μεταβλητή η ερμηνεία της, έχει επεξηγηθεί παραπάνω στην ερμηνεία της μεταβλητής y .

- **Model** – ποιο μοντέλο έχει χρησιμοποιηθεί και ταιριάζει στην κάθε περίπτωση.
- **Method** – Πως υπολογίστηκαν οι παράμετροι του μοντέλου.
- **No. Observations** – Αριθμός παρατηρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο.
- **DF Residuals** – Βαθμοί ελευθερίας που ισούται με τον αριθμό των παρατηρήσεων μείον τον αριθμό των παραμέτρων.
- **DF Model** – Δείχνει τον αριθμό των παραμέτρων στο μοντέλο (χωρίς όμως να συμπεριλαμβάνει των σταθερό όρο εφόσον αυτός υπάρχει).

Τα δεξιά πάνω κομμάτι του πάνω πίνακα δείχνει πόσο καλά προσαρμόζεται το μοντέλο.

- **R-squared** – Ο συντελεστής προσαρμογής. Ένα στατιστικό μέτρο που δείχνει πόσο καλά η γραμμή της παλινδρόμησης προσεγγίζει τα πραγματικά σημεία που δημιουργήθηκαν από τα δεδομένα μας.
- **Adj. R-squared** – Η παραπάνω τιμή προσαρμόζεται με βάση τον αριθμό των παρατηρήσεων και των βαθμών ελευθερίας των υπολοίπων.
- **F-statistic** – Μετράει πόσο σημαντική είναι η προσαρμογή. Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μοντέλου διαιρείται δια το μέσο τετραγωνικό σφάλμα των υπολοίπων.
- **Prob (F-statistic)** – Η πιθανότητα να ληφθεί το παραπάνω στατιστικό στοιχείο, όταν δίνεται πως δεν σχετίζεται με την μηδενική υπόθεση.
- **Log-likelihood** – Η καταγραφή της πιθανής συνάρτησης
- **AIC (Akaike Information Criterion)** – Το κριτήριο πληροφόρησης Akaike. Ρυθμίζει την πιθανότητα καταγραφής βάσει του αριθμού των παρατηρήσεων και της πολυπλοκότητας του μοντέλου.
- **BIC (Bayesian Information Criterion)** – Το κριτήριο πληροφόρησης Bayesian. Είναι ένα κριτήριο που μοιάζει με το AIC αλλά η διαφορά τους βρίσκεται στο ότι το BIC έχει μεγαλύτερες ποινές για μοντέλα με μεγαλύτερο αριθμό παραμέτρων.

Το κάτω μισό του παραπάνω πίνακα αναφέρεται σε κάθε έναν από τους συντελεστές, παρουσιάζοντας συγκεκριμένα τα εξής:

- **coef** – Ονόματα όρων στο μοντέλο και την εκτιμώμενη τιμή των συντελεστών.
- **std err** – Τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση των συντελεστών.
- **t** – Στατιστική τιμή t δείχνει πόσο στατιστικά σημαντικός είναι ο συντελεστής.
- **P > |t|** - P-value η μηδενική υπόθεση ότι ο συντελεστής = 0 είναι αληθής. Η τιμή αυτή εάν είναι μικρότερη από 0.025 δείχνει ότι υπάρχει πολύ σημαντική σχέση μεταξύ του όρου και της απόκρισης.
- **[97.5% Conf. Interval]** – Οι μεγαλύτερες και οι μικρότερες τιμές του 97.5% του διαστήματος εμπιστοσύνης.

4.4. Αποτελέσματα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, δηλαδή η ανάλυση των στατιστικών στοιχείων των ανεξάρτητων μεταβλητών και πως επηρεάζουν της εξαρτημένη μεταβλητή, τον χρόνο διαδρομής. Επιπλέον, δίνονται κάποια εποπτικά στοιχεία ως μακροσκοπικά συμπεράσματα, που προέκυψαν κατά την διάρκεια ανασκόπησης της βιβλιογραφίας, συλλογής δεδομένων και γενικότερων πληροφοριών για τις λεωφορειακές γραμμές και ειδικότερα για τις αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων (ΑΛΛ) που είναι και το ιδιαίτερο αντικείμενο τα παρούσας εργασίας.

4.4.1. Αποτελέσματα μακροσκοπικά (πριν την εφαρμογή του μοντέλου)

Πρέπει στο συγκεκριμένο σημείο, να γίνει μια ιδιαίτερη αναφορά, στον δακτύλιο της μητρόπολης της Αθήνας και στην ύπαρξη των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων. Ο δακτύλιος εφαρμόστηκε ως μέτρο περιορισμού της κυκλοφορίας των οχημάτων στο κέντρο της πρωτεύουσας. Θεσπίστηκε το 1979 ως επείγον προσωρινό μέτρο για λόγους εξοικονόμησης καυσίμων λόγω της τότε πετρελαϊκής κρίσης. Το 1982 καθιερώθηκε μόνιμα για λόγους κυκλοφοριακής αποσυμφόρησης. Οι αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων είναι ένα μέτρο ευρέως διαδεδομένο παγκοσμίως

για την βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης των ΜΜΜ. Ο ΟΑΣΑ διαφημίζει πως συντελείται αύξηση της ταχύτητας των ΜΜΜ σε 23 χλμ./ώρα κατά την κίνηση εντός αυτών.

Παρατηρήσεις που αφορούν όλες τις γραμμές είναι οι εξής:

- i. Με δεδομένα από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας η μέση ταχύτητα των οχημάτων στην Λ. Αλεξάνδρας κυμαίνεται από 11,9 χλμ./ώρα έως 12,5 χλμ./ώρα (στατιστικά στοιχεία Οκτώβριος, Νοέμβριος, Δεκέμβριος 2010). Εξαιρούνται οι αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων, όπου ο ΟΑΣΑ υπόσχεται 23χλμ./ώρα, δηλαδή σχεδόν διπλάσια ταχύτητα κίνησης των λεωφορείων έναντι του υπόλοιπου φόρτου. Σε συνδυασμό με τις πολλές και πυκνές δεξιά στρέφουσες και την παραβατικότητα, εξάγεται το συμπέρασμα της ότι δεν θα υπάρχει θετική επιρροή στον χρόνο διαδρομής.
- ii. Η μόνιμη στάθμευση επί των οδών Πατησίων και στα δύο ρεύματα, από την Πλατεία Κολιάτσου μέχρι την οδό Αγίου Μελετίου πρακτικά ακυρώνουν την ύπαρξη αποκλειστικής λωρίδα λεωφορείων ανά τμήματα που παρατηρήθηκε το φαινόμενο.
- iii. Η μόνιμη στάθμευση επί πεζοδρομίου σε όλο το μήκος της Χαριλάου Τρικούπη, εκατέρωθεν της οδού, ακόμα και λεωφορείου της αστυνομίας, καθιστά την Χαριλάου Τρικούπη, οδό με μία λωρίδα αντί δύο με την μία αποκλειστικά λεωφορεία.
- iv. Πρόβλημα στάθμευσης (ακόμα και διπλοπαρκαρισμένων) υπάρχει και στην οδό Κάνιγγος, από την οδό Θεμιστοκλέους έως την Γεωρ. Γενναδίου.

Παρακάτω παρουσιάζονται εποπτικά, με τη χρήση γραφημάτων, το ποσοστό κίνησης εντός και εκτός αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων (ΑΛΛ) και το ποσοστό κίνησης εντός και εκτός δακτυλίου ανά λεωφορειακή γραμμή (και ανά κατεύθυνση στις μη κυκλικές διαδρομές).

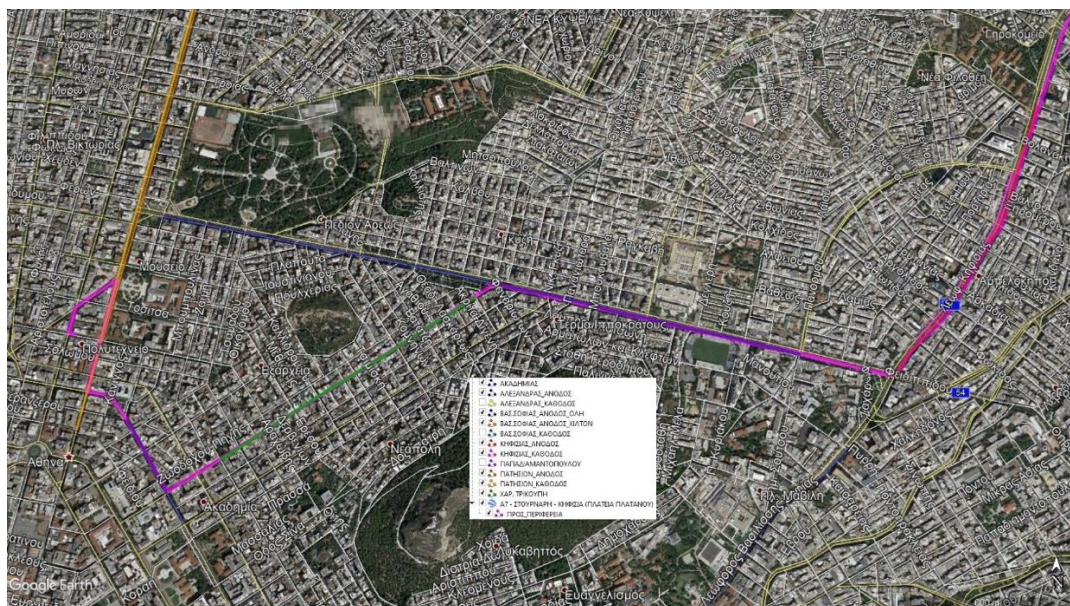
A7: ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ – ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ)



Γράφημα 9 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός δακτυλίου γραμμής A7 (AT)



Γράφημα 10 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός λεωφορειολωρίδων γραμμής A7 (AT)



Εικόνα 28 - Χάρτης με ΑΛΛ γραμμής A7 (AT)

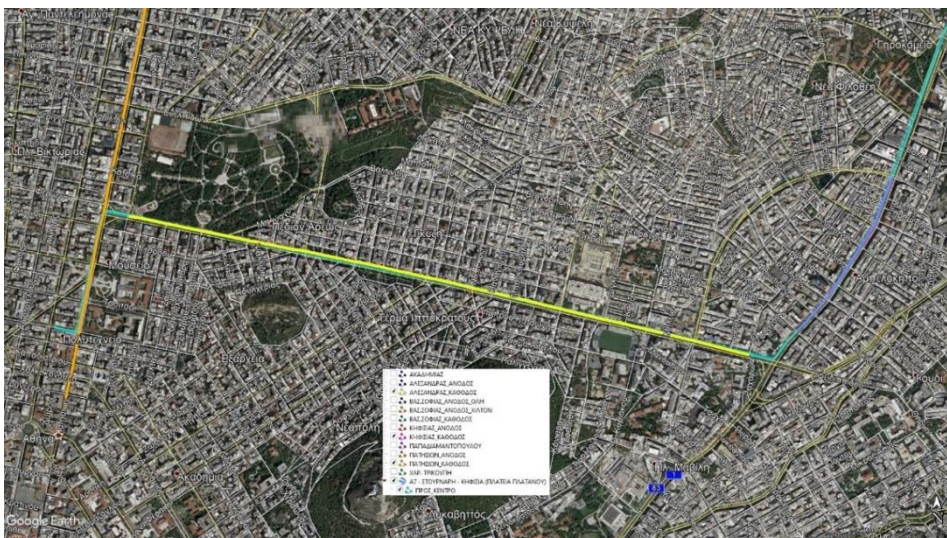
A7: ΚΗΦΙΣΙΑ - ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ



Γράφημα 11 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός δακτυλίου γραμμής A7 (TA)



Γράφημα 12 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός λεωφορειολωρίδων γραμμής A7 (TA)

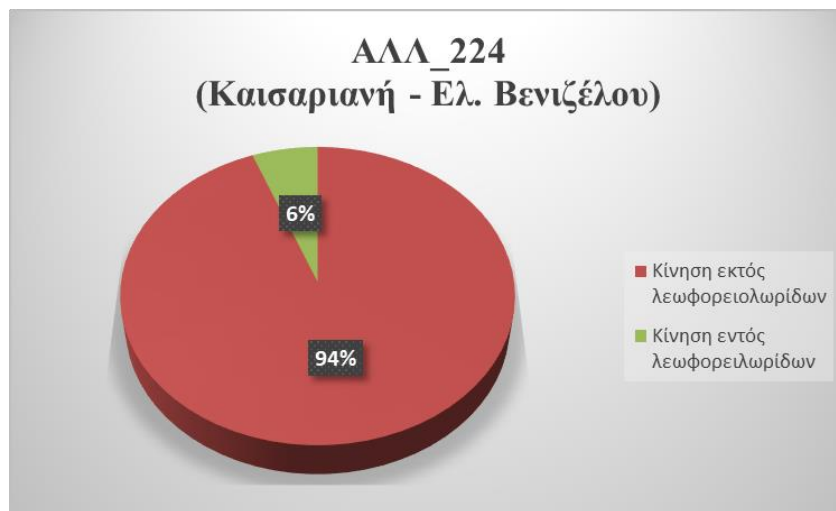


Εικόνα 29 - Χάρτης με ΑΛΛ γραμμής A7 (TA)

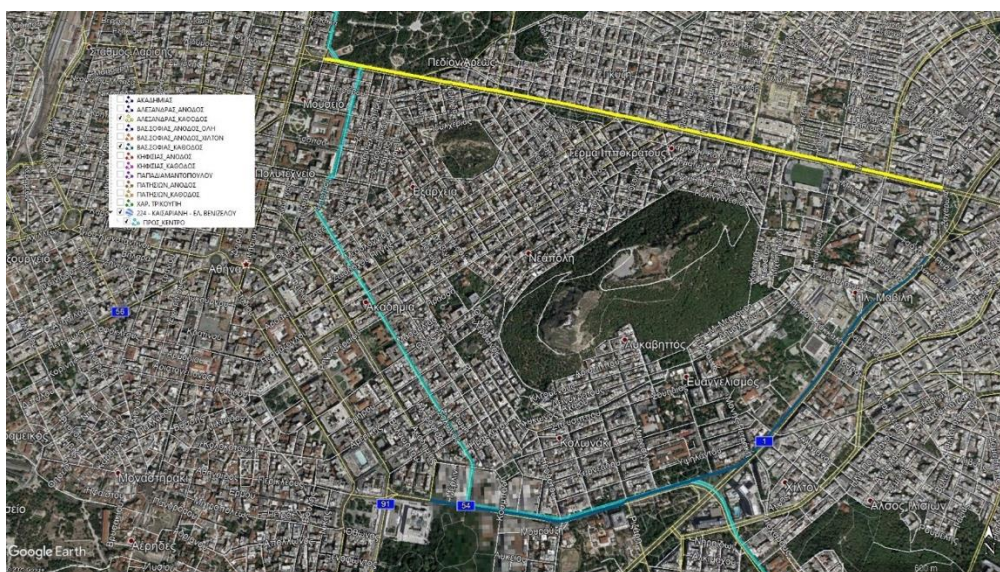
224: ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ – ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ



Γράφημα 13 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός δακτυλίου γραμμής 224 (ΑΤ)



Γράφημα 14 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός λεωφορειολωρίδων γραμμής 224 (ΑΤ)

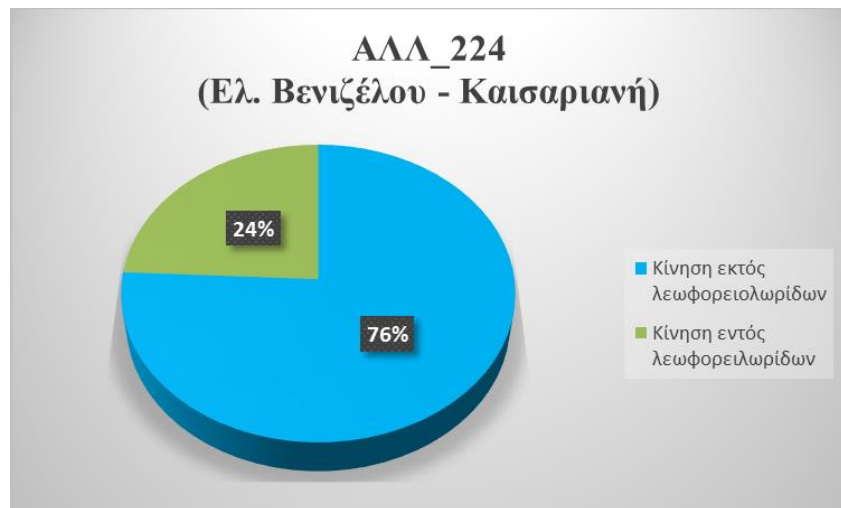


Εικόνα 30 - Χάρτης με ΑΛΛ γραμμής 224 (ΑΤ)

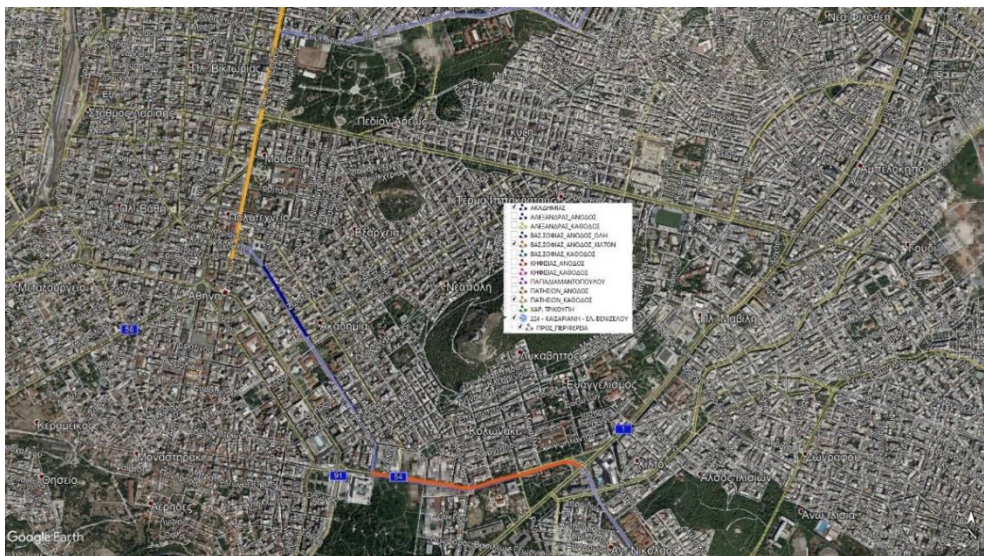
224: ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ - ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ



Γράφημα 15 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός δακτυλίου γραμμής 224 (ΤΑ)



Γράφημα 16 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός λεωφορειολωρίδων γραμμής 224 (ΤΑ)

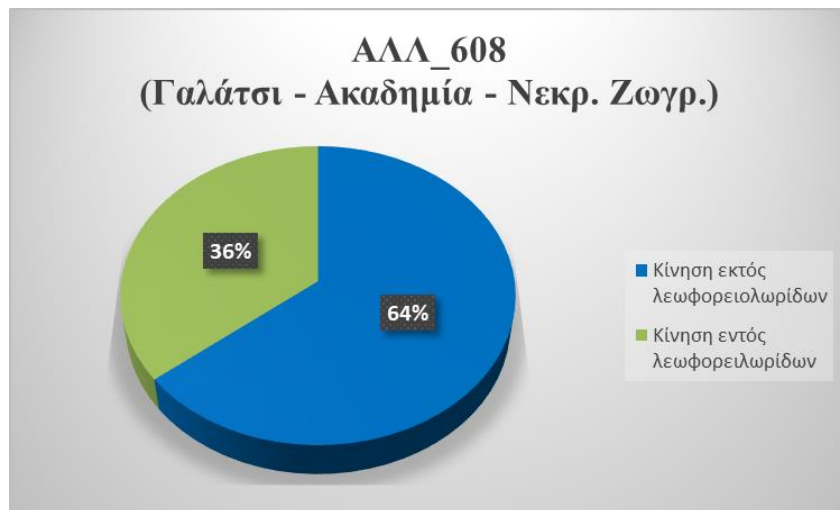


Εικόνα 31 - Χάρτης με ΑΛΛ γραμμής 224 (ΤΑ)

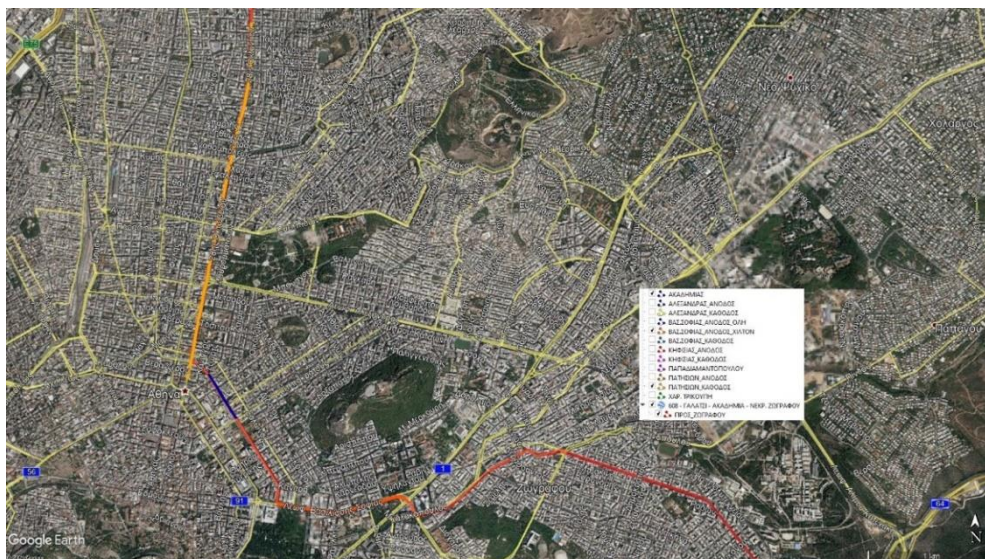
608: ΓΑΛΑΤΣΙ – ΑΚΑΔΗΜΙΑ – ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ



Γράφημα 17 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός δακτυλίου γραμμής 608 (ΑΤ)



Γράφημα 18 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός λεωφορειολωρίδων γραμμής 608 (ΑΤ)

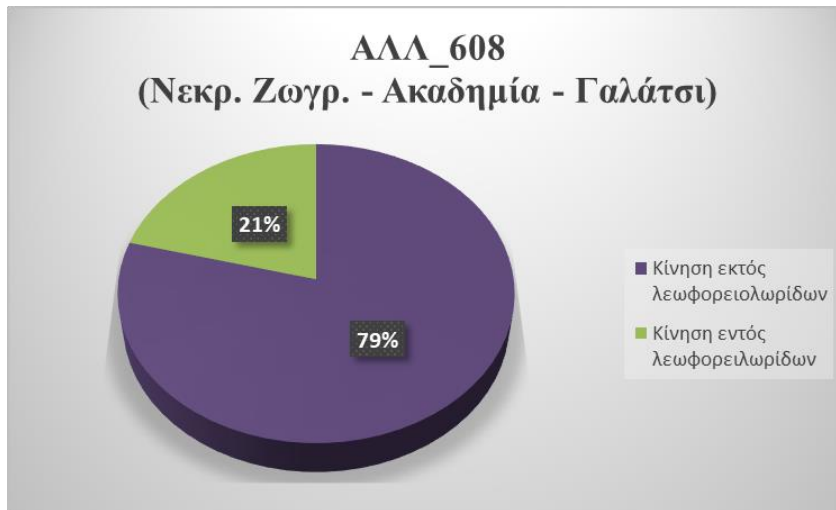


Εικόνα 32 - Χάρτης με ΑΛΛ γραμμής 608 (ΑΤ)

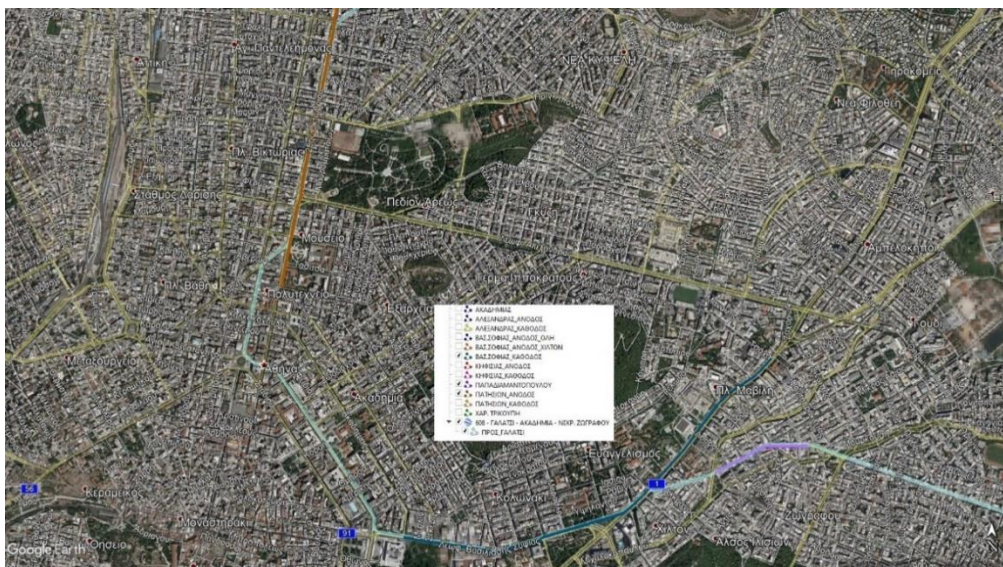
608: ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ – ΑΚΑΔΗΜΙΑ – ΓΑΛΑΤΣΙ



Γράφημα 19 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός δακτυλίου γραμμής 608 (ΤΑ)



Γράφημα 20 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός λεωφορειολωρίδων γραμμής 608 (ΤΑ)

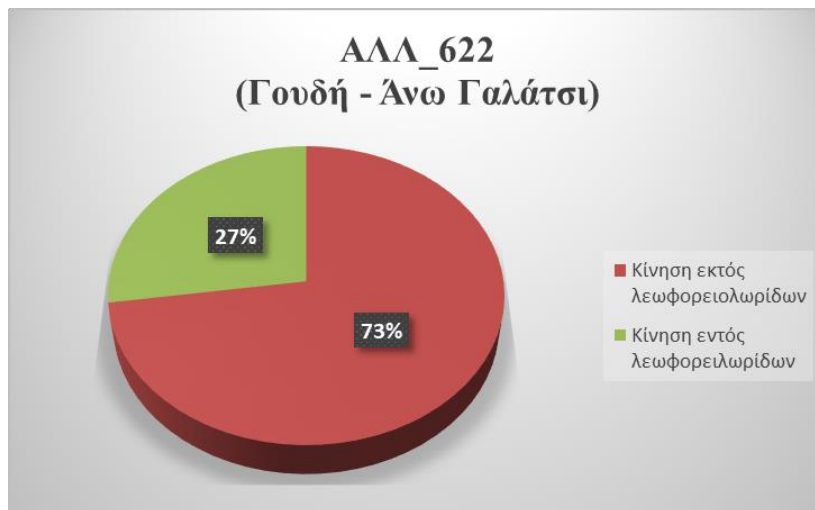


Εικόνα 33 - Χάρτης με ΑΛΛ γραμμής 608 (ΤΑ)

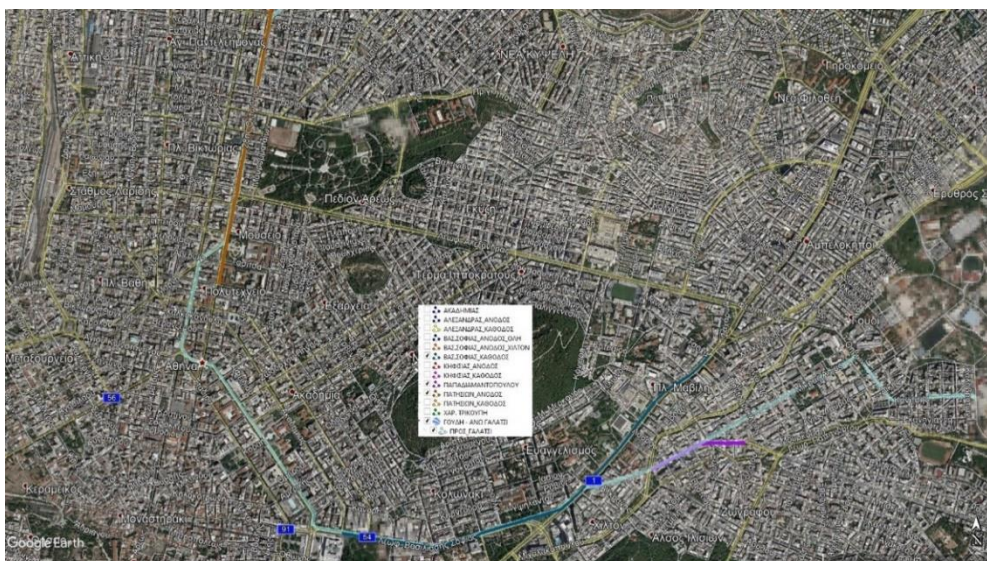
622: ΓΟΥΔΗ – ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ



Γράφημα 21 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός δακτυλίου γραμμής 622 (ΑΤ)



Γράφημα 22 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός λεωφορειολωρίδων γραμμής 622 (ΑΤ)

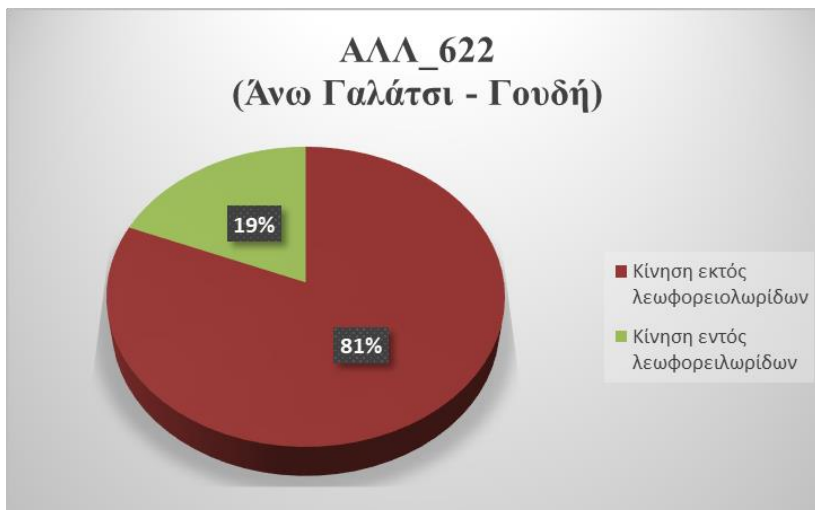


Εικόνα 34 - Χάρτης με ΑΛΛ γραμμής 622 (ΑΤ)

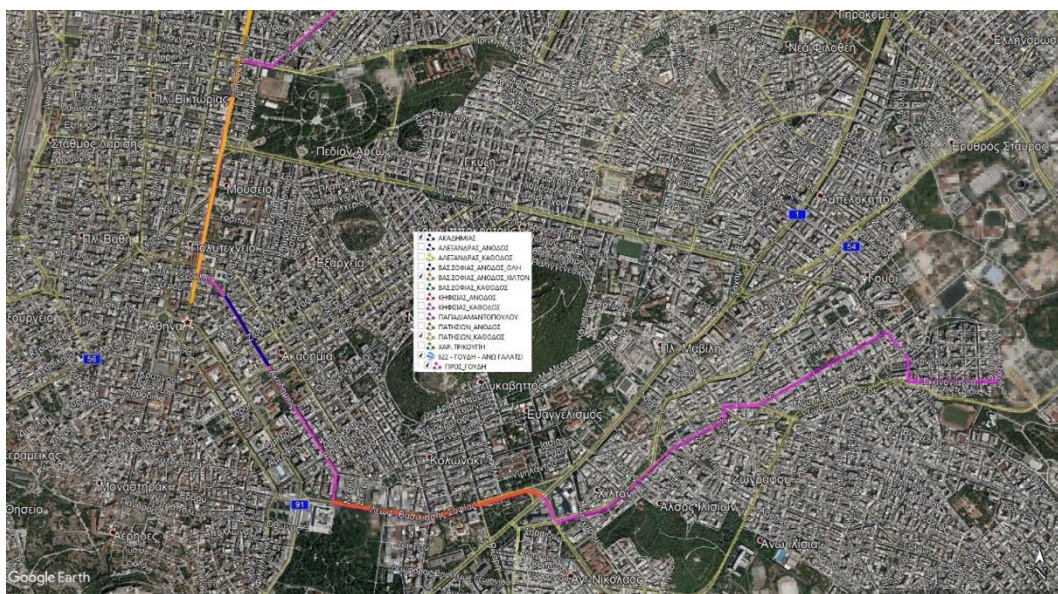
622: ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ – ΓΟΥΔΗ



Γράφημα 23 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός δακτυλίου γραμμής 622 (ΤΑ)



Γράφημα 24 - Ποσοστό κίνησης εντός & εκτός λεωφορειολωρίδων γραμμής 622 (ΤΑ)



Εικόνα 35 - Χάρτης με ΑΛΛ γραμμής 622 (ΤΑ)

Η γραμμή 653 Ψυχικό – Πανόρμου Β είναι η μόνη που δεν εισέρχεται καθόλου εντός του δακτυλίου. Έχει χαρακτήρα τοπικής γραμμής, όπως έχει αναφερθεί ήδη στην εργασία, και τα τμήματα από τα οποία εισέρχεται σε αποκλειστική λωρίδα λεωφορείων είναι μικρά σε μήκος.

4.5. Τα κριτήρια της παλινδρόμησης

Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης προέκυψαν αφού εξετάστηκαν όλες οι διαθέσιμες μεταβλητές x και όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί μεταξύ τους. Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων κατά την διάρκεια εξέτασης των μεταβλητών που επηρεάζουν τον χρόνο διαδρομής βασίστηκε σε δυο συντελεστές, στην στατιστική τιμή $P > |t|$ και στον συντελεστή R-squared.

Η στατιστική τιμή $P > |t|$, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα δείχνει απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης και ότι η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική.

Όσον αφορά στον συντελεστή προσαρμογής R-squared, ένα καλά προσαρμοσμένο μοντέλο θεωρήθηκε αυτό που έχει συντελεστή από 0.5 και πάνω. Επιπλέον κατά την διάρκεια ελέγχου των διάφορων μοντέλων που κατασκευάστηκαν ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στο πρόσημο και τις τιμές των συντελεστών. Οι συντελεστές με θετικό πρόσημο είναι αυτοί, που με την αύξηση των τιμών της μεταβλητής τους προκαλούν αύξηση στο χρόνο διαδρομής, ενώ οι συντελεστές με αρνητικό πρόσημο αντιστοιχούν στις μεταβλητές, που η αύξηση στην τιμή τους προκαλεί μείωση στον χρόνο διαδρομής.

Δημιουργήθηκαν μοντέλα ανά γραμμή, δηλαδή συνολικά έξι (6) μοντέλα, με όλες τις διαθέσιμες μεταβλητές. Έκτοτε, με βάση τον πίνακα συσχετίσεων (όποια συσχέτιση ξεπερνούσε το 0.5 οδήγησε σε προσθαφαίρεση μεταβλητών) και με σκοπό, την βελτίωση του συντελεστή προσαρμογής R-squared (η επιθυμητή τιμή του οποίου, δεν προέκυψε άμεσα για τα μοντέλα όλων των λεωφορειακών γραμμών) οδήγησε σε προσθαφαίρεση μεταβλητών και κατάλληλη μόρφωση του μοντέλου, ώστε να προκύψουν τα τελικά μοντέλα. Σημαντικό είναι ότι επιλέχθηκε το αυστηρό διάστημα εμπιστοσύνης του 97.5% έναντι άλλου διαστήματος.

Από τα αποτελέσματα των γραμμικών παλινδρομήσεων ανά γραμμή, παρατηρήθηκε πως οι κυκλικές γραμμές παρουσιάζουν διαφορετική συμπεριφορά σε κάποιες μεταβλητές, συγκριτικά με τις γραμμές δυο κατευθύνσεων, με ισχυρότερο παράδειγμα όλων, την επιρροή των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων στον χρόνο διαδρομής.

4.5.1. Γραμμές 2 κατευθύνσεων

Οι γραμμές 2 κατευθύνσεων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία ήταν τέσσερις (4) και ήταν οι Α7, 224, 608 και 622. Τα αποτελέσματα των μοντέλων της κάθε γραμμής παρουσιάζονται και αναλύονται παρακάτω με τη σειρά που αναφέρθηκαν.

Α7 ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ – ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ)

Εξαρτημένη μεταβλητή	Χρόνος Διαδρομής	Α7 ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ - ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ)					
Αριθμός παρατηρήσεων	197259						
Βαθμοί ελευθερίας	197248						
Συντελεστής προσαρμογής (R-squared)	0.540						
Αριθμός μεταβλητών	Όνομα μεταβλητής	β	τυπικό σφάλμα	t	P> t	Ελάχιστη τιμή στο διάστημα 97,5%	Μέγιστη τιμή στο διάστημα 97,5%
1	σταθερός όρος	-11.5661	0.073	-158.972	0	-11.709	-11.424
2	σαββατοκύριακο	-1.16	0.071	-16.25	0	-1.3	-1.02
3	αγχή 18-20	1.4516	0.102	14.246	0	1.252	1.651
4	αγχή 8-10	-0.3279	0.098	-3.341	0.001	-0.52	-0.136
5	αγχή 13-15	0.3853	0.095	4.047	0	0.199	0.572
6	ΑΛΛ	-15.2111	0.097	-157.437	0	-15.4	-15.022
7	μήκος γραμμής	4.6155	0.012	375.541	0	4.591	4.64
8	απεργία	0.6202	0.113	5.484	0	0.399	0.842
9	αργία	1.0465	0.156	6.725	0	0.742	1.351
10	τρόλλεϋ	-27.1235	0.097	-280.895	0	-27.313	-26.934
11	δακτύλιος	5.0084	0.144	34.836	0	4.727	5.29
Durbin - Watson 1.307							

Πίνακας 1 - Αποτελέσματα Μοντέλου Python (Α7)

Ο συντελεστής προσαρμογής είναι 0.540 επομένως το μοντέλο προσαρμόζεται αρκετά καλά. Στη συνέχεια του πίνακα παρουσιάζονται οι μεταβλητές που σύμφωνα με το στατιστικό κριτήριο t είναι στατιστικά σημαντικές και οι αντίστοιχοι συντελεστές τους. Επιπλέον, στον παραπάνω πίνακα, παρουσιάζονται το τυπικό σφάλμα, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή στο 97.5% του διαστήματος εμπιστοσύνης όπως έχει αναλυθεί και παραπάνω.

Ακολουθεί ανάλυση των αποτελεσμάτων των παραμέτρων.

- σταθερός όρος – αντικαθιστά όλες τις παραμέτρους που δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο και επηρεάζουν τον χρόνο διαδρομής των λεωφορείων. Ο συντελεστής του είναι -11.5661, δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος και είναι ανάλογος του πόσο επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.073 και είναι ένας

στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι -11.709 και -11.424 αντίστοιχα.

- σαββατοκύριακο – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -1.16 είναι αρκετά μικρή δείχνοντας ότι έχει μικρή έως ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.071 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι -1.3 και -1.02 αντίστοιχα.
- αιχμή 18-20 – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 1.4516 είναι αρκετά μικρή δείχνοντας ότι έχει μικρή έως ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.102 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι 1.252 και 1.651 αντίστοιχα.
- αιχμή 8-10 – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.3279 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.098 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι -0.52 και -0.136 αντίστοιχα.
- αιχμή 13-15 – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 0.3853 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή, όπως και η αιχμή 8-10. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.095 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι 0.199 και 0.572 αντίστοιχα.

- ΑΛΛ – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -15.2111 είναι αρκετά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει σημαντική επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.097 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι -15.4 και -15.022 αντίστοιχα.
- μήκος_αθροιστικό – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 4.6155 είναι σχετικά μεγάλη δείχνοντας ότι έχει επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.012 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι 4.591 και 4.640 αντίστοιχα.
- απεργία – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 0.6202 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή, όπως και η αιχμή 8-10. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.113 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι 0.399 και 0.842 αντίστοιχα.
- αργία – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 1.0465 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.156 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι 0.742 και 1.351 αντίστοιχα.
- τρόλλεϋ – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -27.1235 είναι αρκετά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει σημαντική επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό

σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.097 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι -27.313 και -26.934 αντίστοιχα.

- δακτύλιος – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 5.0084 είναι σχετικά μεγάλη δείχνοντας ότι έχει επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.144 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 97.5% είναι 4.727 και 5.290 αντίστοιχα.

Τέλος ο έλεγχος Durbin–Watson που ελέγχει την αυτοσυσχέτιση των μεταβλητών βρίσκεται μέσα στα επιτρεπτά όρια αφού βρίσκεται ανάμεσα στην τιμή 1 και 2.

224: ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ – ΕΛ. BENIZEΛΟΥ

Εξαρτημένη μεταβλητή	Χρόνος Διαδρομής	224 ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ - ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ BENIZEΛΟΥ					
Αριθμός παρατηρήσεων	230183						
Βαθμοί ελευθερίας	230174						
Συντελεστής προσαρμογής (R-squared)	0.553						
Αριθμός μεταβλητών	Όνομα μεταβλητής	β	τυπικό σφάλμα	t	$P > t $	Ελάχιστη τιμή στο διάστημα 95%	Μέγιστη τιμή στο διάστημα 95%
1	σταθερός όρος	24.3257	0.0767	317.2343	0.000	24.1754	24.4760
2	σαββατοκύριακο	-0.2217	0.0428	-5.1850	0.000	-0.3056	-0.1379
3	αιχμή 18-20	0.5883	0.0617	9.5352	0.000	0.4673	0.7092
4	αιχμή 8-10	-0.1821	0.0519	-3.5059	0.000	-0.2838	-0.0803
5	ΑΔΔ	-9.6628	0.1727	-55.9524	0.000	-10.0013	-9.3244
6	τρόλλεϊ	1.0907	0.0510	21.3806	0.000	0.9908	1.1907
7	δακτύλιος	10.8735	0.1007	107.9537	0.000	10.6761	11.0710
8	μήκος	-10.8320	0.0361	-300.1341	0.000	-10.9028	-10.7613
9	συνωστ. λεωφ.	3.5500	0.3024	11.7396	0.000	2.9573	4.1427
Durbin - Watson 1.522							

Πίνακας 2 - Αποτελέσματα Μοντέλου Python (224)

Ο συντελεστής προσαρμογής είναι 0.553 επομένως το μοντέλο προσαρμόζεται αρκετά καλά. Στη συνέχεια του πίνακα παρουσιάζονται οι μεταβλητές που σύμφωνα με το στατιστικό κριτήριο t είναι στατιστικά σημαντικές και οι αντίστοιχοι συντελεστές τους. Επιπλέον, στον παραπάνω πίνακα, παρουσιάζονται το

τυπικό σφάλμα, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή στο 95% του διαστήματος εμπιστοσύνης όπως έχει αναλυθεί και παραπάνω.

Ακολουθεί ανάλυση των αποτελεσμάτων των παραμέτρων.

- σταθερός όρος – αντικαθιστά όλες τις παραμέτρους που δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο και επηρεάζουν τον χρόνο διαδρομής των λεωφορείων. Ο συντελεστής του είναι 24.3257, δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος και είναι ανάλογος του πόσο επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0767 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 24.1754 και 24.4760 αντίστοιχα.
- σαββατοκύριακο – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.2217 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0428 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -0.3056 και -0.1379 αντίστοιχα.
- αιχμή 18-20 – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 0.58833 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή, όπως και η αιχμή 8-10. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0617 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 0.4673 και 0.7092 αντίστοιχα.
- αιχμή 8-10 – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.1821 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0519 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η

μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -0.284 και -0.0803 αντίστοιχα.

- ΑΛΛ – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -9.6628 είναι αρκετά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.1727 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -10.0013 και -9.3244 αντίστοιχα.
- τρόλλεϋ – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 1.0907 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.051 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 0.9908 και 1.1907 αντίστοιχα.
- δακτύλιος – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι ανάλογη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 10.8735 είναι αρκετά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.1007 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 10.6761 και 11.0710 αντίστοιχα.
- μήκος – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -10.8320 είναι αρκετά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0361 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -10.9028 και -10.7613 αντίστοιχα.

- συνωστισμός λεωφ. – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 3.55 είναι μικρή δείχνοντας ότι έχει κάποια επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.3024 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 2.9573 και 4.1427 αντίστοιχα.

Τέλος ο έλεγχος Durbin–Watson που ελέγχει την αυτοσυσχέτιση των μεταβλητών βρίσκεται μέσα στα επιτρεπτά όρια αφού βρίσκεται ανάμεσα στην τιμή 1 και 2.

608: ΓΑΛΑΤΣΙ – ΑΚΑΔΗΜΙΑ – ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ

Εξαρτημένη μεταβλητή	Χρόνος Διαδρομής	608 ΓΑΛΑΤΣΙ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ - ΝΕΚΡ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ					
Αριθμός παρατηρήσεων	413305						
Βαθμοί ελευθερίας	413298						
Συντελεστής προσαρμογής (R-squared)	0.542						
Αριθμός μεταβλητών	Όνομα μεταβλητής	β	τυπικό σφάλμα	t	$P > t $	Ελάχιστη τιμή στο διάστημα 95%	Μέγιστη τιμή στο διάστημα 95%
1	σταθερός όρος	-50.4357	1.7251	-29.2372	0.000	-53.8167	-47.0546
2	ποσοστό τρόλλεϋ	7.9181	0.3223	24.5664	0.000	7.2864	8.5498
3	τρόλλεϋ	-7.2051	0.3034	-23.7461	0.000	-7.7998	-6.6104
4	δακτύλιος	1.2473	0.0171	72.9417	0.000	1.2138	1.2808
5	μήκος	-1.0263	0.0659	-15.5616	0.000	-1.1555	-0.8970
6	διάρκεια	38.9619	1.3899	28.0322	0.000	36.2378	41.6861
7	μήκος αθρ.	3.7276	0.1200	31.0562	0.000	3.4924	3.9629
Durbin - Watson 1.373							

Πίνακας 3 - Αποτελέσματα Μοντέλου Python (608)

Ο συντελεστής προσαρμογής είναι 0.542 επομένως το μοντέλο προσαρμόζεται αρκετά καλά. Στη συνέχεια του πίνακα παρουσιάζονται οι μεταβλητές που σύμφωνα με το στατιστικό κριτήριο t είναι στατιστικά σημαντικές και οι αντίστοιχοι συντελεστές τους. Επιπλέον, στον παραπάνω πίνακα, παρουσιάζονται το τυπικό σφάλμα, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή στο 95% του διαστήματος εμπιστοσύνης όπως έχει αναλυθεί και παραπάνω.

- σταθερός όρος – αντικαθιστά όλες τις παραμέτρους που δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο και επηρεάζουν τον χρόνο διαδρομής των λεωφορείων. Ο συντελεστής του είναι -50.4357, είναι μεγάλος και είναι ανάλογος του πόσο επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή. Το τυπικό σφάλμα

στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 1.7251 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -53.8167 και -47.0546 αντίστοιχα.

- ποσοστό τρόλλεϋ – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι ανάλογη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 7.9181 είναι σχετικά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.3223 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 7.2864 και 8.5498 αντίστοιχα.
- τρόλλεϋ – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -7.2051 είναι αρκετά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.3034 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -7.7998 και -6.6104 αντίστοιχα.
- δακτύλιος – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 1.2473 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0171 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 1.2138 και 1.2808 αντίστοιχα.
- μήκος – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -1.0263 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0659 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η

μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -1.155 και -0.8970 αντίστοιχα.

- διάρκεια – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι ανάλογη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 38.9619 είναι μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει σημαντική επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 1.3899 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 36.2378 και 41.6861 αντίστοιχα.
- μήκος_αθροιστ. – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 3.7276 είναι σχετικά μικρή, δείχνοντας ότι έχει κάποια επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.12 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 3.4924 και 3.9629 αντίστοιχα.

Τέλος ο έλεγχος Durbin–Watson που ελέγχει την αυτοσυσχέτιση των μεταβλητών βρίσκεται μέσα στα επιτρεπτά όρια αφού βρίσκεται ανάμεσα στην τιμή 1 και 2.

622: ΓΟΥΔΗ – ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ

Εξαρτημένη μεταβλητή	Χρόνος Διαδρομής	622 ΓΟΥΔΗ - ΑΝΩ ΓΑΛΑΤΣΙ					
Αριθμός παρατηρήσεων	201835						
Βαθμοί ελευθερίας	201822						
Συντελεστής προσαρμογής (R-squared)	0.516						
Αριθμός μεταβλητών	Όνομα μεταβλητής	β	τυπικό σφάλμα	t	P> t	Ελάχιστη τιμή στο διάστημα 95%	Μέγιστη τιμή στο διάστημα 95%
1	σταθερός όρος	-10.1749	1.0754	-9.4615	0.000	-12.2826	-8.0671
2	σαββατοκύριακο	-0.4089	0.0508	-8.0422	0.000	-0.5085	-0.3092
3	αιχμή 18-20	0.5333	0.0727	7.3321	0.000	0.3908	0.6759
4	αιχμή 8-10	-0.3876	0.0693	-5.5962	0.000	-0.5234	-0.2519
5	ΑΛΛ	0.1626	0.0654	2.4851	0.013	0.0344	0.2909
6	τρόλλεϋ	-0.9461	0.0567	-16.6738	0.000	-1.0573	-0.8349
7	δακτύλιος	0.8938	0.0614	14.5645	0.000	0.7736	1.0141
8	μήκος αθρ.	-6.2601	0.0565	-110.8830	0.000	-6.3708	-6.1495
9	απεργία 2&3	0.9009	0.1354	6.6544	0.000	0.6355	1.1662
10	απεργία 1	1.7001	0.3476	4.8916	0.000	1.0189	2.3813
11	αργία	1.4720	0.1018	14.4626	0.000	1.2725	1.6715
12	μήκος	-1.2685	0.1289	-9.8425	0.000	-1.5212	-1.0159
13	διάρκεια	8.6762	0.6018	14.4164	0.000	7.4966	9.8558
Durbin - Watson 1.947							

Πίνακας 4 - Αποτελέσματα Μοντέλου Python (622)

Ο συντελεστής προσαρμογής είναι 0.516 επομένως το μοντέλο προσαρμόζεται αρκετά καλά. Στη συνέχεια του πίνακα παρουσιάζονται οι μεταβλητές που σύμφωνα με το στατιστικό κριτήριο t είναι στατιστικά σημαντικές και οι αντίστοιχοι συντελεστές τους. Επιπλέον, στον παραπάνω πίνακα, παρουσιάζονται το τυπικό σφάλμα, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή στο 95% του διαστήματος εμπιστοσύνης όπως έχει αναλυθεί και παραπάνω.

- σταθερός όρος – αντικαθιστά όλες τις παραμέτρους που δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο και επηρεάζουν τον χρόνο διαδρομής των λεωφορείων. Ο συντελεστής του είναι -10.1749, δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος και είναι ανάλογος του πόσο επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 1.0754 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -12.2826 και -8.0671 αντίστοιχα.
- σαββατοκύριακο – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.4089 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0508 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός

συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -0.5085 και -0.3092 αντίστοιχα.

- αιχμή 18-20 – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 0.5333 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0727 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 0.3908 και 0.6759 αντίστοιχα.
- αιχμή 8-10 – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.3876 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0693 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -0.5234 και -0.2519 αντίστοιχα.
- ΑΛΛ – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι ανάλογη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 0.1626 είναι ελάχιστη, δείχνοντας ότι δεν έχει ουσιαστικά καμία επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Στο μοντέλο μπαίνει μόνο και μόνο επειδή η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά στις αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0654 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 0.0344 και 0.2909 αντίστοιχα.
- τρόλλεϋ – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.9461 είναι μικρή, δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0567 και είναι ένας στατιστικά

σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -1.0573 και -0.8349 αντίστοιχα.

- δακτύλιος – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 0.8938 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0614 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 0.7736 και 1.0141 αντίστοιχα.
- μήκος_αθροιστ. – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -6.2601 είναι αρκετά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0565 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -6.3708 και -6.1495 αντίστοιχα.
- απεργία_2&3_μετρό – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 0.9009 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.1354 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 0.6355 και 1.1662 αντίστοιχα.
- απεργία_1_μετρό – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 1.7001 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.3476 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 1.0189 και 2.3813 αντίστοιχα.

- αργία – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 1.4720 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.1018 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 1.2725 και 1.6715 αντίστοιχα.
- μήκος – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -1.2685 είναι μικρή, δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.1289 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -1.5212 και -1.0159 αντίστοιχα.
- διάρκεια – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι ανάλογη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 8.6762 είναι σχετικά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει σημαντική επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.6018 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 7.4966 και 9.8558 αντίστοιχα.

Τέλος ο έλεγχος Durbin–Watson που ελέγχει την αυτοσυσχέτιση των μεταβλητών βρίσκεται μέσα στα επιτρεπτά όρια αφού βρίσκεται ανάμεσα στην τιμή 1 και 2.

4.5.2. Κυκλικές γραμμές (235 & 653)

235: ΖΩΓΡΑΦΟΥ – ΑΚΑΔΗΜΙΑ (ΚΥΚΛΙΚΗ)

Εξαρτημένη μεταβλητή	Χρόνος Διαδρομής	235 ΖΩΓΡΑΦΟΥ - ΑΚΑΔΗΜΙΑ (ΚΥΚΛΙΚΗ)					
Αριθμός παρατηρήσεων	162807						
Βαθμοί ελευθερίας	162798						
Συντελεστής προσαρμογής (R-squared)	0.389						
Αριθμός μεταβλητών	Όνομα μεταβλητής	β	τυπικό σφάλμα	t	P> t	Ελάχιστη τιμή στο διάστημα 95%	Μέγιστη τιμή στο διάστημα 95%
1	σταθερός όρος	8.2209	0.0562	146.3353	0.000	8.1107	8.3310
2	σαββατοκύριακο	-0.3830	0.0337	-11.3559	0.000	-0.4491	-0.3169
3	αιχμή 13-15	-0.1776	0.0428	-4.1490	0.000	-0.2615	-0.0937
4	αιχμή 8-10	-0.1215	0.0430	-2.8226	0.005	-0.2059	-0.0371
5	ΑΛΛ	1.1074	0.0554	19.9989	0.000	0.9989	1.2159
6	συνωστ. λεωφ.	-1.2282	0.2236	-5.4935	0.000	-1.6664	-0.7900
7	τρόλλεϋ	-0.7247	0.0633	-11.4498	0.000	-0.8488	-0.6007
8	δακτύλιος	0.7136	0.0507	14.0819	0.000	0.6142	0.8129
9	μήκος γραμμής	-3.1066	0.0266	-116.8359	0.000	-3.1587	-3.0545
Durbin - Watson 1.921							

Πίνακας 5 - Αποτελέσματα Μοντέλου Python (235)

Ο συντελεστής προσαρμογής είναι 0.389 επομένως το μοντέλο δεν προσαρμόζεται αρκετά καλά. Παρόλα αυτά, αυτός ο συνδυασμός μεταβλητών και αυτό το διάστημα εμπιστοσύνης έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα, όπως αυτά παρουσιάζονται παρακάτω. Στη συνέχεια του πίνακα παρουσιάζονται και οι μεταβλητές που σύμφωνα με το στατιστικό κριτήριο t είναι στατιστικά σημαντικές και οι αντίστοιχοι συντελεστές τους. Επιπλέον, στον παραπάνω πίνακα, παρουσιάζονται το τυπικό σφάλμα, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή στο 95% του διαστήματος εμπιστοσύνης όπως έχει αναλυθεί και παραπάνω.

Ακολουθεί ανάλυση των αποτελεσμάτων των παραμέτρων.

- σταθερός όρος – αντικαθιστά όλες τις παραμέτρους που δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο και επηρεάζουν τον χρόνο διαδρομής των λεωφορείων. Ο συντελεστής του είναι 8.2209, δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος και είναι ανάλογος του πόσο επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0562 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της P>|t| είναι μικρότερη

από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 8.1107 και 8.3310 αντίστοιχα.

- σαββατοκύριακο – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.3830 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0337 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -0.4491 και -0.3169 αντίστοιχα.
- αιχμή 13-15 – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.1776 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη έως μηδενική επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0428 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -0.2615 και -0.0937 αντίστοιχα.
- αιχμή 8-10 – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.1215 είναι ελάχιστη δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη έως μηδενική επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0430 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -0.2059 και -0.0371 αντίστοιχα.
- ΑΛΛ – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι ανάλογη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 1.1074 είναι ελάχιστη, δείχνοντας ότι δεν έχει ουσιαστικά καμία επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Στο μοντέλο μπαίνει μόνο και μόνο επειδή η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά στις αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0554 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η

τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 0.9989 και 1.2159 αντίστοιχα.

- συνωστισμός λεωφ. – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -1.2282 είναι μικρή δείχνοντας ότι δεν έχει κάποια ιδιαίτερη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.2236 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -1.6664 και -0.7900 αντίστοιχα.
- τρόλλεϋ – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.7247 είναι πολύ μικρή, δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0633 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -0.8488 και -0.6007 αντίστοιχα.
- δακτύλιος – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 0.7136 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0507 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 0.6142 και 0.8129 αντίστοιχα.
- μήκος_γραμμής – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -3.1066 είναι σχετικά μικρή, δείχνοντας ότι έχει μικρή επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0266 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -3.1587 και -3.0545 αντίστοιχα.

Τέλος ο έλεγχος Durbin–Watson που ελέγχει την αυτοσυσχέτιση των μεταβλητών βρίσκεται μέσα στα επιτρεπτά όρια αφού βρίσκεται ανάμεσα στην τιμή 1 και 2.

653: ΨΥΧΙΚΟ – ΠΑΝΟΡΜΟΥ Β

Εξαρτημένη μεταβλητή	Χρόνος Διαδρομής	653 ΨΥΧΙΚΟ - ΠΑΝΟΡΜΟΥ Β					
Αριθμός παρατηρήσεων	49823						
Βαθμοί ελευθερίας	49817						
Συντελεστής προσαρμογής (R-squared)	0.591						
Αριθμός μεταβλητών	Όνομα μεταβλητής	β	τυπικό σφάλμα	t	P> t	Ελάχιστη τιμή στο διάστημα 95%	Μέγιστη τιμή στο διάστημα 95%
1	σταθερός όρος	-5.9729	0.7793	-7.6642	0.000	-7.5004	-4.4454
2	σαββατοκύριακο	-0.2132	0.0343	-6.2153	0.000	-0.2805	-0.1460
3	αιχμή 8-10	0.1926	0.0539	3.5743	0.000	0.0870	0.2982
4	ΑΛΛ	13.0858	0.8091	16.1734	0.000	11.5000	14.6716
5	μήκος γραμμής	13.4162	0.7202	18.6295	0.000	12.0046	14.8277
6	τρόλλεϋ ποσοστό	-6.9410	0.0707	-98.1595	0.000	-7.0796	-6.8024
Durbin - Watson 1.876							

Πίνακας 6 - Αποτελέσματα Μοντέλου Python (653)

Ο συντελεστής προσαρμογής είναι 0.591 επομένως το μοντέλο προσαρμόζεται αρκετά καλά. Στη συνέχεια του πίνακα παρουσιάζονται οι μεταβλητές που σύμφωνα με το στατιστικό κριτήριο t είναι στατιστικά σημαντικές και οι αντίστοιχοι συντελεστές τους. Επιπλέον, στον παραπάνω πίνακα, παρουσιάζονται το τυπικό σφάλμα, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή στο 95% του διαστήματος εμπιστοσύνης όπως έχει αναλυθεί και παραπάνω.

- σταθερός όρος – αντικαθιστά όλες τις παραμέτρους που δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο και επηρεάζουν τον χρόνο διαδρομής των λεωφορείων. Ο συντελεστής του είναι -5.9729, δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος και είναι ανάλογος του πόσο επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.7793 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -7.5004 και -4.4454 αντίστοιχα.
- σαββατοκύριακο – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -0.2132 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του

συντελεστή αυτού είναι 0.0343 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -0.2805 και -0.1460 αντίστοιχα.

- αιχμή 8-10 – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 0.1926 είναι πολύ μικρή δείχνοντας ότι έχει ελάχιστη επιρροή. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0539 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 0.0870 και 0.2982 αντίστοιχα.
- ΑΛΛ – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι ανάλογη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής, κάτι που είναι οξύμωρο αν και αιτιολογείται, μιας και το μήκος των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων είναι πολύ μικρό και σε τμήματα της διαδρομής με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο. Η τιμή του 13.0858 είναι αρκετά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.8091 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 11.5 και 14.6716 αντίστοιχα.
- μήκος_γραμμής – Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του 13.4162 είναι σχετικά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει σημαντική επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.7202 και είναι ένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P>|t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι 12.0046 και 14.8277 αντίστοιχα.
- τρόλλεϋ_ποσοστό – Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι η σχέση με τον χρόνο διαδρομής είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο αυξάνεται η μεταβλητή τόσο μειώνεται ο χρόνος διαδρομής. Η τιμή του -6.9410 είναι σχετικά μεγάλη, δείχνοντας ότι έχει αρκετή επιρροή στον χρόνο διαδρομής. Το τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση του συντελεστή αυτού είναι 0.0707 και είναι ένας στατιστικά

σημαντικός συντελεστής αφού η τιμή της $P > |t|$ είναι μικρότερη από 0.05. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή που παίρνει ο συντελεστής αυτός στο διάστημα 95% είναι -7.0796 και -6.8024 αντίστοιχα.

Τέλος ο έλεγχος Durbin–Watson που ελέγχει την αυτοσυσχέτιση των μεταβλητών βρίσκεται μέσα στα επιτρεπτά όρια αφού βρίσκεται ανάμεσα στην τιμή 1 και 2.

5. Συμπεράσματα και Προτάσεις

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, μετά την ερευνητική πορεία που ακολουθήθηκε, όπως έχει ήδη περιγραφεί αναλυτικά στα προηγούμενα κεφάλαια. Επιπλέον, αυτή η πορεία, ανέδειξε κάποιες ελλείψεις ή ιδέες που οδήγησαν στην σύνταξη των παρακάτω προτάσεων για μελλοντικές έρευνες.

5.1. Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα, που αναλύθηκαν ενδελεχώς στο αμέσως προηγούμενο κεφάλαιο, παρατηρήθηκε ότι η ύπαρξη και μόνο των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων, δεν επιδρά απαραίτητα ευεργετικά στον χρόνο διαδρομής, καθώς άλλοτε δεν έχει κανένα σημαντικό αντίκτυπο και άλλοτε είχε αντίθετο αποτέλεσμα από το επιθυμητό (με μικρή και ασήμαντη παρόλα αυτά επιρροή). Οι κυκλικές γραμμές που συμπεριλήφθηκαν στην έρευνα, έδειξαν ότι πρακτικά δεν επηρεάζονται από την ύπαρξη των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων, είτε λόγω μικρού μήκους αυτών είτε λόγω αμελητέας επιρροής. Για τις γραμμές δύο κατευθύνσεων, στην περίπτωση που η επιρροή ήταν αμελητέα, σε επίπεδο ακόμα και να εξαιρεθεί από ένα μοντέλο, αφορούσαν γραμμές με παρόμοια διαδρομή, αποδεικνύοντας ότι τα χαρακτηριστικά των γραμμών απορρίπτουν τα όποια οφέλη, από την ύπαρξη αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η ύπαρξη τρόλλεϋ στις γραμμές, άλλοτε βελτιώνει και άλλοτε επιδεινώνει τον χρόνο διαδρομής, γεγονός που αποδεικνύει, την ανάγκη επέμβασης στον σχεδιασμό. Άλλη μια τέτοια παράμετρος είναι και το μήκος γραμμής (και η διάρκεια που είναι αλληλένδετα), το οποίο συχνά διαδραματίζει χαρακτηριστικό ρόλο, όπως είχε αναφέρει και ο αείμνηστος κος Καρλαύτης: «το 608 θα πρέπει να καταργηθεί σαν γραμμή, όπως και όλες οι γραμμές με χρόνο διαδρομής άνω των 45 λεπτών και να αντικατασταθούν με δύο ή παραπάνω γραμμές με πιο τοπικό χαρακτήρα και να μην διασχίζουν το μισό λεκανοπέδιο. Είναι μια γραμμή, όπου τα λεωφορεία που εκτελούν τα δρομολόγια της, θεωρούμε ότι “χάνονται”».

5.2. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Βάζοντας σε μία χρονοσειρά την διαδικασία της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αναφέρονται παρακάτω κάποιες προτάσεις – ιδέες του συγγραφέα για μελλοντικές έρευνες. Αρχικά, τα δεδομένα που παρέχονται από τον ΟΑΣΑ, μπορούν να έχουν τελείως διαφορετική και πληρέστερη μορφή. Αντί να δίνονται στην μορφή που δόθηκαν, μπορούν να περιλαμβάνουν την τροχιά της γραμμής και όχι απλά τα στίγματα των λεωφορείων. Επιπλέον, σημαντική παροχή δεδομένων, θα ήταν να έχουν οι μελλοντικοί ερευνητές στη διάθεσή τους, δεδομένα σχετικά με τις στάσεις. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται ενδεικτικά, ο φόρτος των επιβατών και η ακριβής διάρκεια παραμονής του λεωφορείου στην στάση. Η ύπαρξη δεδομένων κυκλοφορίας, από το κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας σε συνδυασμό με πιο πλήρη δεδομένα από τον ΟΑΣΑ θα μπορούσαν να συντελέσουν σε μια πληρέστερη εικόνα, καθώς οι δεξιά στρέφουσες σε συνδυασμό με τον φόρτο κυκλοφορίας της εκάστοτε οδού μπορεί να αποτελούν σημαντικό παράγοντα επιρροής.

Σε επίπεδο μοντέλου, προτείνεται η δοκιμή και άλλων μοντέλων, όπως ενδεικτικά αναφέρονται η εκθετική ή και η λογαριθμική παλινδρόμηση. Πιθανόν, αυτές οι παλινδρομήσεις να προσαρμόζονται ακόμα καλύτερα και τα εξαγόμενα αποτελέσματα να έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια.

Τέλος, η παρούσα εργασία ανέδειξε ότι γραμμές με παραπλήσιο δρομολόγιο, τείνουν να επηρεάζονται από παρόμοιους παράγοντες ανατρέποντας δεδομένα σχετικά με τα αποτελέσματα που θεωρούνταν λογικά ή αναμένονταν από την μακροσκοπική έρευνα πριν την ανάπτυξη των μοντέλων. Μια πρόταση είναι ο διαχωρισμός των λεωφορειακών γραμμών ανά ομάδες, με βάση την αφετηρία, το τέρμα, την διαδρομή που ακολουθούν, τις περιοχές που εξυπηρετούν αλλά και το αν πρόκειται για λεωφορειακή γραμμή δύο κατευθύνσεων ή κυκλική και να γίνει σύγκριση και διερεύνηση επί μέρους του πως και από ποιους παράγοντες συγκριτικά μεταξύ τους επηρεάζεται ο χρόνος διαδρομής.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Almadani, B., Khan, S., Bajwa, M. N., Sheltami, T. R., & Shakshuki, E. (2015). AVL and Monitoring for Massive Traffic Control System over DDS. *Mobile Information Systems*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/187548>
- Arriagada, J., Gschwender, A., Munizaga, M. A., & Trépanier, M. (2019). Modeling bus bunching using massive location and fare collection data. *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*, 23(4), 332–344. <https://doi.org/10.1080/15472450.2018.1494596>
- Basbas, S. (2004). Evaluation of bus lanes in central urban areas through the use of modelling techniques. *WIT Transactions on the Built Environment*, 75, 389–397.
- Ben-Dor, G., Ben-Elia, E., & Benenson, I. (2018). Assessing the Impacts of Dedicated Bus Lanes on Urban Traffic Congestion and Modal Split with an Agent-Based Model. *Procedia Computer Science*, 130, 824–829. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.071>
- Cao, Y., Yang, Z., & Zuo, Z. (2017). The analysis method of capacity and delay on entrance lane with road-side bus lane. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 45(1), 1–7. <https://doi.org/10.3311/PPtr.8677>
- Chen, Y., Chen, G., & Wu, K. (2016). Evaluation of Performance of Bus Lanes on Urban Expressway Using Paramics Micro-simulation Model. *Procedia Engineering*, 137, 523–530. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.288>
- Diab, E. I., & El-Geneidy, A. M. (2013). Variation in bus transit service: Understanding the impacts of various improvement strategies on transit service reliability. *Public Transport*, 4(3), 209–231. <https://doi.org/10.1007/s12469-013-0061-0>
- Gavanas, N., Tsakalidis, A., Aggelakakis, A., & Pitsiava-Latinopoulou, M. (2013). Assessment of bus lane violations in relation to road infrastructure, traffic and land-use features: The case of Thessaloniki, Greece. *European Transport - Trasporti Europei*, 55.
- Hounsell, N. B., Shrestha, B. P., & D'Souza, C. (2012). Using automatic vehicle location (AVL) data for evaluation of bus priority at traffic signals. *IET*

Conference Publications, 2012(602 CP), 1–6.

<https://doi.org/10.1049/cp.2012.1550>

Hounsell, N., & Shrestha, B. (2005). AVL based bus priority at traffic signals: a review and case study of architectures. *Ejtir*, 5(1), 13–29.

http://www.ejtir.tudelft.nl/issues/2005_01/pdf/2005_01_02.pdf

Kepaptsoglou, K., Pyrialakou, D., Milioti, C., Karlaftis, M. G., & Tsamboulas, D.

(2011). Bus lane violations: An exploration of causes. *European Transport - Trasporti Europei*, 48(48), 87–98.

Luo, Y., & Qian, D. (2018). Research on the Impact Scope of Bus Stations Based on the Application of Bus Lanes. *Journal of Advanced Transportation*, 2018.

<https://doi.org/10.1155/2018/3935852>

Mesbah, M., Lin, J., & Currie, G. (2015). “Weather” transit is reliable? Using AVL data to explore tram performance in Melbourne, Australia. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 2(3), 125–135.

<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2015.03.001>

Molnar, R. A. (2008). Bus arrivals and bunching. *Journal of Statistics Education*,

16(2). <https://doi.org/10.1080/10691898.2008.11889568>

Moreira-Matias, L., & Cats, O. (2016). Toward a demand estimation model based on automated vehicle location. *Transportation Research Record*, 2544(January),

141–149. <https://doi.org/10.3141/2544-16>

Moreira-Matias, L., Mendes-Moreira, J., De Sousa, J. F., & Gama, J. (2015).

Improving Mass Transit Operations by Using AVL-Based Systems: A Survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(4), 1636–1653.

<https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2376772>

Pili, F., Olivo, A., & Barabino, B. (2019). Evaluating alternative methods to estimate bus running times by archived automatic vehicle location data. *IET Intelligent*

Transport Systems, 13(3), 523–530. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2018.5339>

Rashidi, S., Ranjitkar, P., Csaba, O., & Hooper, A. (2017). Using Automatic Vehicle Location Data to Model and Identify Determinants of Bus Bunching.

Transportation Research Procedia, 25, 1444–1456.

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.170>

Sun, W., & Schmöcker, J. D. (2018). Considering passenger choices and overtaking in the bus bunching problem. *Transportmetrica B*, 6(2), 151–168.

<https://doi.org/10.1080/21680566.2017.1387876>

Surprenant-Legault, J., & El-Geneidy, A. M. (2011). Introduction of reserved bus lane: Impact on bus running time and on-time performance. *Transportation Research Record*, 2218, 10–18. <https://doi.org/10.3141/2218-02>

Taylor, P., Watje, J. M., Symes, D., & Ow, R. S. (n.d.). *I V H S Journal*. May 2013, 37–41.

Tétreault, P. R., & El-Geneidy, A. M. (2010). Estimating bus run times for new limited-stop service using archived AVL and APC data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(6), 390–402.

<https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.009>

TRUONG, L. et. al. (2015). Do Multiple Combinations of Bus Lane Sections Create a Multiplier Effect?: a Micro-simulation Approach. *TRB 94th Annual Meeting*, 389(JANUARY).

Xu, J., & Shen, Y. D. (2012). Setting scheduled trip time based on AVL data. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 12(5), 39–45.

[https://doi.org/10.1016/S1570-6672\(11\)60222-5](https://doi.org/10.1016/S1570-6672(11)60222-5)

Yao, J., Cheng, Z., Shi, F., An, S., & Wang, J. (2018). Evaluation of exclusive bus lanes in a tri-modal road network incorporating carpooling behavior. *Transport Policy*, 68(May), 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.05.001>

Σαββαΐδης, Π., Π, A. K. A., & Υτ, Y. (n.d.). *ΘΕΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ + S*.

江小涓. (2018). No Title网络空间服务业: 效率、约. *經濟研究*, 3–19.

...