



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

Διπλωματική Εργασία

**«Διερεύνηση της επιρροής των επιπτώσεων της πανδημίας στην
κυκλοφορία στο οδικό δίκτυο της Αθήνας »**

Νίκος Μέξης

Επιβλέπουσα: Σπυροπούλου Ιωάννα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΜΠ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΗΣ**



Αθήνα, Ιούλιος 2021



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

Diploma Thesis

**«Investigation of the impact of the pandemic of SARS-CoV-2 on
traffic conditions of Athens»**

Nick Mexis

Supervisor: Spyropoulou Ioanna, Associate Professor NTUA

**LABORATOR OF
TRANSPORTATION ENGINEERING**



Athens, July 2021

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτριά μου κ. Ιωάννα Σπυροπούλου για την ανάθεση αυτού του ιδιαίτερα ενδιαφέροντος θέματος, καθώς και για όλη την καθοδήγηση και τη βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω προσωπικά το Γιώργο Φωκέα από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής, καθώς και το Δημήτρη Σερμπή συγκοινωνιολόγο μηχανικό στις Αττικές Διαδρομές, για τη βοήθεια που μου προσέφεραν με την απόκτηση των δεδομένων των μετρήσεων, καθώς αφιέρωσαν προσωπικό χρόνο. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τόσο την οικογένεια μου όσο και τους φίλους μου για όλη την στήριξη που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια και με βοήθησαν να επιτύχω τον στόχο μου.

ΔΗΛΩΣΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Δηλώνω ότι η διπλωματική αυτή εργασία αποτελεί στο σύνολο της δική μου εργασία, και κανένα τμήμα της δεν έχει χρησιμοποιηθεί για την κτήση άλλου τίτλου σπουδών. Όπου έχει χρησιμοποιηθεί υλικό από άλλες πηγές, αυτές έχουν αναφερθεί με ακρίβεια και πληρότητα.

Νίκος Μέξης

Υπογραφή Φοιτητή

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των επιπτώσεων των μέτρων περιορισμού που εφαρμόστηκαν λόγω της πανδημίας στα κυκλοφοριακά μεγέθη (κυκλοφοριακό φόρτο και μέση ταχύτητα κίνησης) στην Αθήνα. Πιο συγκεκριμένα εξετάζονται 3 σκοποί μετακίνησης: η εργασία, η διασκέδαση και οι διακοπές. Συνεπώς, επιλέχθηκαν διατομές στο οδικό δίκτυο της Αθήνας όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικές για τον κάθε σκοπό μετακίνησης. Οι μετρήσεις για κάθε διατομή αφορούν ωριαίες μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας για το 2019 και το 2020, και συλλέχθηκαν από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής για τις διατομές που αφορούν το οδικό δίκτυο της Περιφέρειας, και από τις Αττικές Διαδρομές για τις διατομές που βρίσκονται στον αυτοκινητόδρομο της Αττικής Οδού. Συνολικά για όλους τους σκοπούς μετακίνησης επιλέχθηκαν 79 διατομές. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν χρειάστηκε να υποστούν επεξεργασία (καθαρισμός και φιλτράρισμα), ώστε στην τελική μορφή τους να υπάρχει η δυνατότητα περαιτέρω στατιστικής ανάλυσης. Το πρώτο στάδιο της ανάλυσης των δεδομένων αποτέλεσε ο σχεδιασμός διαγραμμάτων ανά σκοπό μετακίνησης (διαγράμματα ελέγχου), έτσι ώστε να εντοπιστούν τυχόν λάθη στα προηγούμενα στάδια επεξεργασίας, καθώς επίσης και για να γίνει κατανοητό το προφίλ της κυκλοφορίας ανά διατομή και σκοπό μετακίνησης. Συνεπώς, για κάθε διατομή δημιουργήθηκαν 4-5 διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας σε τυχαίες ημέρες τόσο για το 2019, όσο και για το 2020. Το δεύτερο στάδιο της ανάλυσης αποτελείται από τη δημιουργία μοντέλων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Το πρώτο είδος μοντέλων έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή τη διαφορά του κυκλοφοριακού φόρτου και της μέσης ταχύτητας κίνησης μεταξύ 2019 και 2020, και γίνεται προσπάθεια συσχέτισής του με άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές όπως η ώρα, οι ημέρες, τα μέτρα περιορισμού, τα διόδια, η κεντρικότητα της διατομής κ.α. Το δεύτερο είδος μοντέλων έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή την ποσοστιαία μεταβολή των παραπάνω μεγεθών και γίνεται συσχέτισή της με τις ίδιες εξαρτημένες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα των μοντέλων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης υποδεικνύουν τη συσχέτιση των μεταβολών του κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας κίνησης με τις εξεταζόμενες παραμέτρους. Από τα αποτελέσματα λοιπόν προέκυψε πως πράγματι υπάρχει μία έντονη πτώση του κυκλοφοριακού φόρτου το 2020, η οποία οφείλεται και συσχετίζεται άμεσα με την εξάπλωση της πανδημίας στην χώρα, με τη μεγαλύτερη μείωση να παρατηρείται τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο λόγω του γενικευμένου lockdown που επιβλήθηκε. Όσον αφορά στα μοντέλα της ταχύτητας παρατηρείται μία αντίστροφη μεταβολή (αύξηση) σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο, με τις υψηλότερες ταχύτητες να καταγράφονται επίσης τον Μάρτιο και Απρίλιο λόγω της χαμηλότερης κυκλοφορίας των οχημάτων χωρίς όμως να είναι ιδιαίτερα υψηλή. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι υπάρχει ιδιαίτερη αύξηση των μεταβολών με την αύξηση του ποσοστού θετικότητας των τέστ. Παρολαυτά, από τον Μάιο του 2020 και έπειτα, παρατηρείται μείωση των μεταβολών, πράγμα που υποδεικνύει προσαρμογή των μετακινούμενων στην πανδημία και απροθυμία πιστής εφαρμογής των μέτρων περιορισμού.

Λέξεις κλειδιά: κυκλοφοριακός φόρτος, μέση ταχύτητα κίνησης, πανδημία, μέτρα περιορισμού, σκοπός μετακίνησης, κορονοϊός

Abstract

The topic of this diploma thesis is to investigate the impact of the restrictive and preventive measures implemented due to the pandemic of SARS-CoV-2 on traffic conditions (traffic flow and mean speed) of Athens. More specifically, three trip purposes are being explored: work, entertainment and holidays. Therefore, specific sites were selected in the road network of Athens to collect traffic data for each trip purpose. Traffic data contained hourly measurements of traffic flow and mean speed for 2019 and 2020, and were collected from the Traffic Management Center of the Attica Region for the sections concerning the road network of the Region, and from Attikes Diadromes for the sections located on the "Attiki Odos" highway. A total of 79 sections were selected for all trip purposes. The collected data had to be processed, in order to be appropriate for further statistical analysis. The first level of data analysis includes the design of traffic flow and mean speed diagrams for each trip purpose, in order to identify possible data issues in the previous processing stages, as well as to understand the variation of traffic conditions in each section and trip purpose. Therefore, for each site, 4-5 diagrams of traffic flow and mean speed were created on random days for both 2019 and 2020. The second level of the analysis consists of the design of multiple linear regression models. The first type of general linear regression models contains the difference of traffic flow and mean speed between 2019 and 2020 as a dependent variable, and attempts to correlate it with other independent variables such as time, day, restriction measures, tolls, area type, etc. The second type of general linear regression models consists of the percentage change of the aforementioned variables from 2019 to 2020 which is correlated with the same dependent variables. The results of the multiple linear regression models will provide insights about the variation of the traffic conditions throughout the spread of the novel coronavirus in correlation to the explored independent variables. The regression models demonstrate an intense decrease of traffic flow in 2020, which is directly associated with the spread of the pandemic across the country. The largest decrease is observed in March and April 2020 due to the lockdown restrictions imposed. Regarding the speed model, there is an inverse variation, with the highest speeds being also recorded in March and April due to the lower vehicle traffic. Finally, it was observed that there is a significant increase in the variation of the dependent variables, with the increase of the test positivity rate. Nevertheless, from May 2020 and onwards, there has been a reduction in the variation, which indicates an adaptation of citizens to the pandemic and reluctance to faithfully implement the preventing measures.

Key words: traffic flow, mean speed, pandemic, restrictive measures, trip purposes, covid.

Πίνακας Περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	2
2.1 Τα Βασικά Μεγέθη της Κυκλοφοριακής Ροής.....	2
2.2 Μαθηματικές σχέσεις μεγεθών κυκλοφοριακής ροής.....	6
2.3 Μακροσκοπικά μοντέλα κυκλοφορίας.....	10
2.4 Διακυμάνσεις κυκλοφοριακού φόρτου	14
2.4.1 Μικρών διαστημάτων χρονικές διακυμάνσεις	14
2.4.2 Ωραιαία διακύμανση.....	15
2.4.3 Ημερήσια Διακύμανση	17
2.4.4 Μακροχρόνιες διακυμάνσεις.....	19
2.5 Συμπεριφορά Μετακίνησης (Travel Behaviour).....	20
2.6 Συναφείς έρευνες	26
Κεφάλαιο 3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	61
3.1 Η πορεία της πανδημίας του νέου κορωνοϊού στην Ελλάδα.....	61
3.1.1 Μέτρα αντιμετώπισης.....	61
3.1.2 Άρση περιοριστικών μέτρων.....	62
3.1.3 Επαναφορά των μέτρων.....	64
3.1.4 Καταγραφή πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.....	65
3.2 Περιοχή μελέτης	68
3.2.2 Δυτικός Τομέας	72
3.2.3 Νότιος Τομέας.....	74
3.2.4 Βόρειος Τομέας.....	76
3.2.5 Ευρύτερη περιοχή Αττικής.....	78
3.2.6 Αττική Οδός.....	80
3.3 Επιλογή Διατομών.....	83
3.3.1 Διατομές εργασίας στο οδικό δίκτυο της περιφέρειας	84
3.3.2 Διατομές εργασίας στην Αττική Οδό.....	85
3.3.3 Διατομές ψυχαγωγίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας	86
3.3.4 Διατομές ψυχαγωγίας στην Αττική Οδό.....	88
3.3.5 Διατομές διακοπών στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας	89
3.3.6 Διατομές διακοπών στην Αττική Οδό.....	90
3.7 Τελικοί χάρτες διατομών.....	92
3.8 Επιλογή Ημερών	95
3.8.1 Μετακινήσεις με σκοπό τις διακοπές	95
3.8.2 Μετακινήσεις με σκοπό την εργασία.....	96

3.8.3	Μετακινήσεις με σκοπό την ψυχαγωγία.....	98
3.9	Στοιχεία κυκλοφορίας παλαιότερων ετών	99
3.9.1	Οδικό δίκτυο Περιφέρειας	99
3.9.2	Αττική Οδός.....	104
Κεφάλαιο 4.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	117
4.1	Λήψη και Επεξεργασία μετρήσεων	117
4.2	Αφαίρεση λάθος δεδομένων.....	118
4.3	Διαγράμματα ελέγχου.....	121
4.4	Τελική Βάση Δεδομένων	132
4.5	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα	133
4.6	Μεταβλητές Μοντέλου	135
4.6.1	Εξαρτημένες Μεταβλητές.....	135
4.6.2	Ανεξάρτητες Μεταβλητές.....	136
4.6.3	Μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης (generalized linear model)	137
4.6.4	Στατιστικά μεγέθη και Στατιστικοί έλεγχοι.....	138
4.7	Βιβλιοθήκες στο R.....	140
4.8	Δημιουργία Μοντέλων.....	141
4.8.1	Γενικό Μοντέλο Κυκλοφοριακού φόρτου	141
4.8.2	Μοντέλο Κυκλοφοριακού φόρτου εργασίας.....	143
4.8.3	Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου ψυχαγωγίας.....	147
4.8.4	Γενικό Μοντέλο Ταχύτητας.....	149
4.8.5	Μοντέλο ταχύτητας εργασίας	151
4.8.6	Μοντέλο ταχύτητας διασκέδασης	153
4.8.7	Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου διακοπών	154
5.	Συμπεράσματα	159
6.	Προτάσεις περαιτέρω έρευνας.....	161
7.	Αναφορές.....	162

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2. 1: Θεωρητική Μορφή σχέσης ταχύτητας-φόρτου (Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).....	7
Διάγραμμα 2. 2: Θεωρητική μορφή σχέσης φόρτου-πυκνότητας (Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).....	8
Διάγραμμα 2. 4: Θεωρητική μορφή σχέσης φόρτου ταχύτητας (Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).....	9
Διάγραμμα 2. 5: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Greenshields (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)	11

Διάγραμμα 2. 6: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Greenberg (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)	12
Διάγραμμα 2. 7: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Underwood (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)	13
Διάγραμμα 2. 8: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Eddie (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)	13
Διάγραμμα 2. 9: Ωριαία διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου σε κεντρικούς δρόμους της Αθήνας (Μποζίκας, 2015)	16
Διάγραμμα 2. 10: Διακυμάνσεις κυκλοφοριακού φόρτου ανά ημέρα της εβδομάδας στην Καλιφόρνια το 1996 (USDOT, 1996).	19
Διάγραμμα 2. 11: Ωριαία διακύμανση του φόρτου ανά ημέρα της εβδομάδας (Noussan et al., 2019)	24
Διάγραμμα 2. 12: Διακύμανση του προφίλ ταχύτητας μέσα στην ημέρα (Noussan et al., 2019).	25
Διάγραμμα 2. 13: Παραλαβές ποδηλάτων κατά την διάρκεια της ημέρας (Noussan et al., 2019)....	26
Διάγραμμα 2. 14: Μεταβολές στις οδικές και αεροπορικές μεταφορές παγκοσμίως λόγω του COVID-19 (IEA, 2020).	27
Διάγραμμα 2. 15: Μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου αστικών και υπεραστικών οδών στην Φλόριντα σε σχέση με τις επιβεβαιωμένες περιπτώσεις Covid-19 (Parret et al., 2020).....	29
Διάγραμμα 2. 16: Διακύμανση εμπορευτικών μετακινήσεων στην Κολομβία από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο 2020 (Arellana et al., 2020).	33
Διάγραμμα 2. 17: Διακύμανση αστικών μετακινήσεων στην Κολομβία από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο 2020 (Arellana et al., 2020).	34
Διάγραμμα 2. 18: Διακύμανση των μετακινήσεων των MMM στην Κολομβία από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο 2020 (Arellana et al., 2020).	35
Διάγραμμα 2. 19: Εβδομαδιαία εξέλιξη των τροχαίων ατυχημάτων για το 2019 και το 2020 στην επαρχία της Ταραγκόνα (Saladie et al., 2020).	38
Διάγραμμα 2. 20: Μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου και περπατήματος κατά την διάρκεια του πρώτου κύματος της πανδημίας (Yannis et al., 2020).	40
Διάγραμμα 2. 21: Μεταβολή μέσης ταχύτητας κίνησης κατά την διάρκεια του πρώτου κύματος της πανδημίας (Yannis et al., 2020)	41
Διάγραμμα 2. 22: Μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου ημερών Δευτέρας για τον Μάρτιο του 2020 (Aloi et al., 2020).	46
Διάγραμμα 2. 23: Μεταβολή κυκλοφορίας ανά σκοπό μετακίνησης πριν και κατά την διάρκεια του πρώτου κύματος της πανδημίας (Beck and Henser, 2020).	52
Διάγραμμα 3. 1: Κρούσματα της COVID-19 στην Ελλάδα.	65
Διάγραμμα 3. 2: Διασωληνωμένοι ασθενείς από την COVID-19 στην Ελλάδα.	66
Διάγραμμα 3. 3: Θάνατοι από την Covid-19 στην Ελλάδα.	67
Διάγραμμα 3. 4: Ποσοστά θετικότητας των τεστ ανίχνευσης του SARS-CoV-2 στην Ελλάδα.	67
Διάγραμμα 3. 5: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία στην Αττική Οδό για τα έτη 2004-2020.	104
Διάγραμμα 3. 6: Ετήσια κυκλοφορία Αττικής Οδού για τα έτη 2017 έως και 2020.	105
Διάγραμμα 3. 7: Μέση διανυόμενη απόσταση σε χλμ. στην Αττική Οδό για τα έτη 2004-2020.	106
Διάγραμμα 3. 8: Οχηματοχιλιόμετρα στην Αττική Οδό για τα έτη 2004-2020.	107
Διάγραμμα 3. 9: Μηνιαίες διελεύσεις στην Αττική Οδό για τα έτη 2017 έως και 2020.	109
Διάγραμμα 3. 10: Ετήσια μέση κυκλοφορία στην Αττική Οδό για τα έτη 2017 έως και 2020.	111
Διάγραμμα 3. 11: Μέση κυκλοφορία ανά ώρα για τα έτη 2017-2020.	113
Διάγραμμα 3. 12: Μέση κυκλοφορία ανά ώρα εργάσιμων ημερών στην Αττική Οδό για τα έτη 2017-2020.	114

Διάγραμμα 3. 13: Μέση κυκλοφορία ανά ώρα αργιών στην Αττική Οδό για τα έτη 2017-2020.....	115
Διάγραμμα 3. 14: Μέση κυκλοφορία ανά ώρα των ημερών πριν από τις αργίες στην Αττική Οδό για τα έτη 2017-2020.	116
Διάγραμμα 4. 1: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Κηφισού.	121
Διάγραμμα 4. 2: Ταχύτητα στην Λ. Κηφισού.	122
Διάγραμμα 4. 4: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Συγγρού.	122
Διάγραμμα 4. 5: Ταχύτητα στην Λ. Συγγρού.	123
Διάγραμμα 4. 6: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Αλεξάνδρας.	123
Διάγραμμα 4. 7: Ταχύτητα στην Λ. Αλεξάνδρας.	124
Διάγραμμα 4. 8: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Αμφιθέας με κατεύθυνση προς Άλιμο.	124
Διάγραμμα 4. 9: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Βουλιαγμένης με κατεύθυνση προς κέντρο.	125
Διάγραμμα 4. 10: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Κηφισίας με κατεύθυνση προς κέντρο.....	126
Διάγραμμα 4. 11: Ταχύτητα στην Λ. Κηφισίας με κατεύθυνση προς κέντρο.....	126
Διάγραμμα 4. 12: Κυκλοφοριακός φόρτος στην οδό Σταδίου.	127
Διάγραμμα 4. 13: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Ποσειδώνος.....	128
Διάγραμμα 4. 14: Κυκλοφοριακός φόρτος το Σάββατο στην Λ. Κηφισίας.	128
Διάγραμμα 4. 15: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Αθηνών (ύψος ψυχιατρείου Δαφνί).....	129
Διάγραμμα 4. 16: Κυκλοφοριακός φόρτος στο Λιμάνι του Πειραιά.	130
Διάγραμμα 4. 17: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Εθνική Οδό (ύψος Μεταμόρφωσης).	130
Διάγραμμα 4. 18: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Αττική Οδό (ύψος Ελευσίνας).	131
Διάγραμμα 4. 19: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Αττική Οδό (ύψος Αεροδρομίου).	131

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 2 .1: Χωρικός διαχωρισμός μεταξύ δύο διαδοχικών οχημάτων (Πηγή: Φραντζεσκάκης κ.α, 2009).....	6
Εικόνα 2 2: Κυκλοφοριακός φόρτος σε κόμβο με φωτεινή σηματοδότηση (May, 1990 και Taylor et al., 1996).	15
Εικόνα 2 3: Εξέλιξη τριών εσωτερικών δικτύων αεροδρομίων (Κίνα, Ευρώπη, και Η.Π.Α) κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19 από τον Ιανουάριο του 2020 έως το Μάιο του 2020 (Sun et al., 2020).....	30
Εικόνα 2 4: Μεταβολή μέσου μετακίνησης και σκοπού μετακίνησης πριν και μετά την πανδημία (Aloi et., 2020).....	48
Εικόνα 2 5: Εβδομαδιαίες μετακινήσεις ανά μέσο μεταφοράς 50	50
Εικόνα 2 6: Μέσος όρος μετακινήσεων ανά μέσο μετακίνησης και ποσοστά χρήσης τους κατά το δεύτερο εξάμηνο του Μαρτίου 2020 (Bucksy, 2020).	55
Εικόνα 3.1: Δείγμα από τα δεδομένα για το έτος 2017.	108
Εικόνα 3.2: Φιλτράρισμα ημερών " Δευτέρας" τια το 2018.	110
Εικόνα 3.3: Φιλτράρισμα ώρας 0:00 για το έτος 2018.....	112
Εικόνα 4.1: Δείγμα δεδομένων από το ΚΔΚ.	118
Εικόνα 4.2: Εσφαλμένες μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου με μηδενικές τιμές.	119
Εικόνα 4.3: Εσφαλμένη μέτρηση κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας χωρίς τιμές.	120
Εικόνα 4.4: Τμήμα της τελικής βάσης δεδομένων.....	132

Εικόνα 4.5: Παράδειγμα διαγράμματος με τιμή κύρτωσης 1.5 (Normality Testing - Skewness and Kurtosis | The GoodData Community, 2021)..... 139

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 3. 1: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ 2017 και 2018 για οδικές αρτηρίες των Αθηνών (Πηγή: 35η Έκθεση Λειτουργίας, ΚΔΚ).	100
Πίνακας 3. 2: Ποσοστιαία μεταβολή της ταχύτητας μεταξύ 2017 και 2018 για οδικές αρτηρίες των Αθηνών (Πηγή: 35η Έκθεση Λειτουργίας, ΚΔΚ).	101
Πίνακας 3. 3: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου 2018 και 2019 οδικές αρτηρίες των Αθηνών (Πηγή: 36η Έκθεση Λειτουργίας, ΚΔΚ).	102
Πίνακας 3. 4: Πίνακας 3. 3: Ποσοστιαία μεταβολή της ταχύτητας μεταξύ 2018 και 2019 οδικές αρτηρίες των Αθηνών (Πηγή: 36η Έκθεση Λειτουργίας, ΚΔΚ).....	103
Πίνακας 4. 1: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακών μεγεθών από τον Μάρτιο μέχρι τον Νοέμβριο 2020.	133
Πίνακας 4. 2: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακών μεγεθών στα δύο lockdown.	134
Πίνακας 4. 3: Αποτελέσματα γενικού μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου.	141
Πίνακας 4. 4: Αποτελέσματα κυκλοφοριακού φόρτου εργασίας.....	144
Πίνακας 4. 5: Αποτελέσματα δεύτερου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου εργασίας.	146
Πίνακας 4. 6: Αποτελέσματα κυκλοφοριακού φόρτου διασκέδασης.	148
Πίνακας 4. 7: Αποτελέσματα γενικού μοντέλου μέσης ταχύτητας κίνησης.	149
Πίνακας 4. 8: Αποτελέσματα μοντέλου ταχύτητας κίνησης εργασίας.	152
Πίνακας 4. 9: Αποτελέσματα μοντέλου μέσης ταχύτητας κίνησης διασκέδασης.....	153
Πίνακας 4. 10: Αποτελέσματα πρώτου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου επιστροφής από διακοπές.	155
Πίνακας 4. 11: Αποτελέσματα δεύτερου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου επιστροφής από διακοπές.	155
Πίνακας 4. 12: Αποτελέσματα πρώτου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου αναχώρησης για διακοπές.	156
Πίνακας 4. 13: Αποτελέσματα δεύτερου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου αναχώρησης για διακοπές.	157
Πίνακας 4. 14: Αποτελέσματα μοντέλου μέσης ταχύτητας κίνησης αναχώρησης για διακοπές.	158

Ευρετήριο χαρτών

Χάρτης 3. 1: Χάρτης θέσης της Αττικής Οδού στο Λεκανοπέδιο Αττικής.	81
Χάρτης 3. 2: Θέσεις των 29 ανισόπεδων κόμβων της Αττικής Οδού.	82
Χάρτης 3. 3: Δυσμενέστερο οδικό τμήμα Αττικής Οδού για το 2019.	83
Χάρτης 3. 4: Διατομές εργασίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής.	84
Χάρτης 3. 5: Διατομές εργασίας στην Αττική Οδό.	85
Χάρτης 3. 6: Διατομές ψυχαγωγίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας.	87
Χάρτης 3. 7: Διατομές ψυχαγωγίας στην Αττική Οδό.	88
Χάρτης 3. 8: Διατομές διακοπών στο οδικό δίκτυο της περιφέρειας.....	89
Χάρτης 3. 9: Διατομές διακοπών στην Αττική Οδό.	91

Χάρτης 3. 10: Διατομές εργασίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής και στην Αττική Οδό. .	92
Χάρτης 3. 11: Διατομές ψυχαγωγίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής και στην Αττική Οδό.	93
Χάρτης 3. 12: Διατομές διακοπών στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής και στην Αττική Οδό.	94

Συντομογραφίες

ΜΜΜ	Μέσα Μαζικής Μεταφοράς
Κ.Δ.Κ	Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας
ΑΟ	Αττική Οδός

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο SARS-CoV-2 είναι ένας νέος κορονοϊός που διαγνώστηκε αρχικά στην πόλη Ουχάν, πρωτεύουσα της επαρχίας Χουμπέι της Κίνας, τον Δεκέμβριο του 2019. Ως και σήμερα (Ιούλιος 2021), έχουν επιβεβαιωθεί πάνω από 186 εκατομμύρια κρούσματα σε 222 χώρες και περιοχές, ενώ έχουν σημειωθεί περισσότεροι από 4 εκατομμύρια θάνατοι που οφείλονται στη νόσο. (COVID Live Update- Worldometer, 2021)

Το πιο δημοφιλές μέτρο ενάντια στην εξάπλωση του κορονοϊού, που επέβαλε η πλειονότητα των χωρών, ήταν η κοινωνική αποστασιοποίηση. Αυτή περιλαμβάνει ενέργειες ελέγχου της λοίμωξης οι οποίες αποσκοπούν στην επιβράδυνση της εξάπλωσης της νόσου, ελαχιστοποιώντας έτσι την στενή επαφή μεταξύ των ατόμων. Συνεπώς, τα μέτρα περιορισμού που επιβλήθηκαν περιλαμβάνουν καραντίνα, η τηλεργασία, το κλείσιμο του λιανεμπορίου και των χώρων εστίασης και ψυχαγωγίας. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα ραγδαίες αλλαγές στα κοινωνικά και οικονομικά πρότυπα, καθώς και στα συστήματα μεταφορών και στην κινητικότητα των πολιτών.

Στόχος, λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης των μέτρων περιορισμού λόγω της πανδημίας στα κυκλοφοριακά μεγέθη στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας. Τα κυκλοφοριακά μεγέθη, που εξετάζονται στην παρούσα εργασία είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος και η μέση ταχύτητα, και ιδιαίτερα η μεταβολή τους κατά την διάρκεια της πανδημίας.

Η διπλωματική εργασία απαρτίζεται από 7 κεφάλαια. Τα εισαγωγικά στοιχεία (σκοπός και δομή) παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 1. Το κεφάλαιο 2. αποτελείται από την βιβλιογραφική ανασκόπηση και διαφόρους ορισμούς κυκλοφοριακών εννοιών. Στο κεφάλαιο 3 γίνεται περιγραφή της περιοχής μελέτης, ανάλυση της πορείας της πανδημίας στην χώρα, καθώς επίσης εξάγονται και περιγράφονται κάποια πρωταρχικά συμπεράσματα για την κυκλοφορία στην πόλη σε σχέση με το 2019. Στο κεφάλαιο 4. παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων, καθώς και η επεξεργασία τους. Ακόμη, γίνεται αναφορά στα μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης, καθώς και σε διάφορα στατιστικά στοιχεία και ελέγχους που τα συνοδεύουν. Το κεφάλαιο 5, αναφέρεται στην ανάλυση των δεδομένων και στην δημιουργία των μοντέλων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης τα οποία περιγράφουν και ποσοτικοποιούν τη μεταβολή των κυκλοφοριακών μεγεθών βάσει διαφόρων μεταβλητών όπως τα μέτρα περιορισμού, οι ημέρες της εβδομάδας, ο σκοπός μετακίνησης, η κεντρικότητα μιας οδικής αρτηρίας κ.α. Τέλος, στο κεφάλαιο 6, περιλαμβάνονται τα συμπεράσματα της έρευνας, καθώς και οι προτάσεις περαιτέρω έρευνας.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Τα Βασικά Μεγέθη της Κυκλοφοριακής Ροής

- **Κυκλοφοριακός φόρτος**

Ως κυκλοφοριακός φόρτος (q) ορίζεται ο συνολικός αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή της οδού ή ένα τμήμα της με ενιαία χαρακτηριστικά μια χρονική στιγμή. Η χρονική περίοδος έχει συνήθως διάρκεια 1 ώρα.

Η εξίσωση με την οποία υπολογίζεται ο κυκλοφοριακός φόρτος q σε μια θέση x του δρόμου είναι

$$q(x) = N(x) / T$$

Εξίσωση 1

Όπου N το πλήθος των οχημάτων που διέρχονται από μια διατομή της οδού σε μία θέση x , και

T η διάρκεια της χρονικής περιόδου κατά την οποία διήλθε το πλήθος των N οχημάτων.

Ανάλογα με το χρονικό διάστημα στο οποίο μελετάται, ο φόρτος παρουσιάζει διαφορετική διακύμανση, η οποία μπορεί να είναι είτε ωριαία, η οποία αντικατοπτρίζει την ημερήσια διακύμανση, είτε ημερήσια, που αντικατοπτρίζει την εβδομαδιαία, είτε μηνιαία ή ακόμη και ετήσια. Το χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του οποίου ο κυκλοφοριακός φόρτος έχει, συνολικά, την υψηλότερη τιμή του ονομάζεται ώρα αιχμής (peak hour).

Ως σημαντικότερη διακύμανση του φόρτου θεωρείται η ωριαία. Η ωριαία διακύμανση εκφράζει τις καθημερινές συνήθειες ζωής και εργασίας των ανθρώπων και συσχετίζεται με τους χρόνους που χρειάζονται για να ολοκληρωθούν οι εκάστοτε μετακινήσεις. Έτσι παρουσιάζει διαφορετική μορφή ανάλογα με τον αν αναφέρεται σε μια τυπική μέρα ή μη.

Έντονη διακύμανση της κυκλοφοριακής ροής μπορεί να παρατηρηθεί όπως αναφέρθηκε στη χρονική διάρκεια μιας ώρας. Στην πράξη όμως θεωρείται ότι η μικρότερη περίοδος κατά την οποία επικρατούν σταθερές κυκλοφοριακές συνθήκες είναι τα 15 λεπτά. Έτσι, ως

φόρτος αιχμής ορίζεται ο υψηλότερος φόρτος που μετράται σε μια περίοδο 60 λεπτών, κατά τη διάρκεια μιας ημέρας.

Η ωριαία διακύμανση εκφράζεται με τον Συντελεστή Ωριαίας Αιχμής (Σ.Ω.Α), ο οποίος προσδιορίζει τη σχέση μεταξύ του ωριαίου φόρτου και της μέγιστης ροής κατά τη διάρκεια της ώρας και δίνεται από την σχέση

$$\Sigma.\Omega.A = \Omega\text{ριαίος φόρτος} / 4 * (\text{μέγιστος φόρτος } 15 \text{ λεπτών})$$

Εξίσωση 2

Εξ ορισμού, η μικρότερη τιμή που μπορεί να λάβει είναι 0,25 ενώ η μέγιστη 1.

Επιπλέον, ο κυκλοφοριακός φόρτος αποτελείται από διαφορετικού τύπου οχήματα (όπως για παράδειγμα επιβατικά ΙΧ, φορτηγά, μοτοσυκλέτες, κατασκευαστικά οχήματα, κ.α), τα οποία κατά συνέπεια συμπεριφέρονται με διαφορετικό τρόπο στο οδικό δίκτυο. Αναπτύσσουν δηλαδή διαφορετικές ταχύτητες, καταλαμβάνουν διαφορετικό χώρο στη λωρίδα κυκλοφορίας και έχουν διαφορετικές ικανότητες αντίδρασης και ελιγμών. Επομένως, κάθε τύπος οχήματος επιβαρύνει διαφορετικά την κυκλοφορία. Για να μετατραπούν οι διαφορετικές κατηγορίες οχημάτων σε συγκρίσιμες μονάδες, από άποψη κυκλοφοριακής ικανότητας, χρησιμοποιείται ως μονάδα το επιβατικό αυτοκίνητο και οι κυκλοφοριακοί φόρτοι εκφράζονται σε Μονάδες Επιβατικών Αυτοκινήτων (ΜΕΑ).

- **Ταχύτητα**

Ένα ακόμη βασικό στοιχείο της κυκλοφορίας είναι η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα οχήματα σε ένα οδικό τμήμα. Η ταχύτητα στην κυκλοφοριακή τεχνική αποτελείται από δύο διαφορετικές συνιστώσες, τη χρονική και τη χωρική, και συνεπώς διαχωρίζεται σε μέση χρονική και μέση χωρική ταχύτητα αντίστοιχα.

Πιο συγκεκριμένα, ως μέση χρονική ταχύτητα (time mean speed) \overline{ut} , ορίζεται ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που διέρχονται από ένα τμήμα της

οδού, και συνήθης μονάδα μέτρησης της είναι τα χιλιόμετρα ανά ώρα (χλμ/ω). Παρακάτω, στην εξίσωση δίνεται η σχέση υπολογισμού της μέσης χρονικής ταχύτητας :

$$\overline{ut} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U_i$$

Εξίσωση 3

Όπου N το πλήθος των διερχόμενων οχημάτων στην χρονική διάρκεια T και U_i οι στιγμιαίες τους ταχύτητες.

Ως μέση χωρική ταχύτητα (space mean speed) \bar{u}_s , ορίζεται ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που βρίσκονται σε ένα δεδομένο μήκος μιας οδού μια χρονική στιγμή T . Συνήθη μονάδα μέτρησης και σε αυτή την περίπτωση αποτελούν τα χιλιόμετρα ανά ώρα (χλμ/ω). Στην εξίσωση που ακολουθεί δίνεται η σχέση υπολογισμού της μέσης χωρικής ταχύτητας :

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

Εξίσωση 4

Όπου M το πλήθος των οχημάτων που βρίσκονται σε ένα οδικό τμήμα μήκους D , και $U_i(t)$ οι στιγμιαίες τους ταχύτητες την δεδομένη χρονική στιγμή t .

Ένας άλλος ορισμός της μέσης ταχύτητας χώρου είναι η ταχύτητα που θα έπρεπε να αναπτυχθεί για να διανυθεί ένα δεδομένο τμήμα οδού σε χρόνο ίσο με το μέσο όρο διαδρομής όλων των οχημάτων που διέρχονται από το συγκεκριμένο τμήμα της οδού. (Wardrop, 1952).

- **Συγκέντρωση**

Ως συγκέντρωση εκφράζονται οι κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν σε ένα οδικό τμήμα ή ένα οδικό δίκτυο μέσα από δύο μεγέθη: την χρονική κατάληψη και την πυκνότητα.

Η χρονική κατάληψη αφορά το ποσοστό της μονάδας χρόνου που ένα σημείο της οδού καταλαμβάνεται από διερχόμενα οχήματα, ή με πιο απλά λόγια για πόσο χρόνο μια θέση στο οδόστρωμα είναι κατειλημμένη από ένα όχημα.

Η ελάχιστη τιμή που μπορεί να λάβει είναι 0% και αφορά μια διατομή κατά την οποία δεν διήλθε κανένα όχημα κατά την διάρκεια την περιόδου μέτρησης, ενώ η μέγιστη τιμή είναι 100% και χαρακτηρίζει μια διατομή η οποία είναι διαρκώς κατειλημμένη, δηλαδή τα οχήματα είναι μονίμως ακινητοποιημένα.

Με τον όρο πυκνότητα (density) k ορίζεται ο αριθμός των οχημάτων που βρίσκονται σε μια δεδομένη στιγμή, στη μονάδα του μήκους της οδού (συνήθως οχήματα ανά χιλιόμετρο). Θεωρείται πολύ σημαντικό μέγεθος στη μακροσκοπική ανάλυση γιατί χαρακτηρίζει την ένταση της κυκλοφορίας στη μη διακοπτόμενη ροή. Η εξίσωση που ακολουθεί δίνει τον τύπο υπολογισμού της :

$$k = M / D$$

Εξίσωση 5

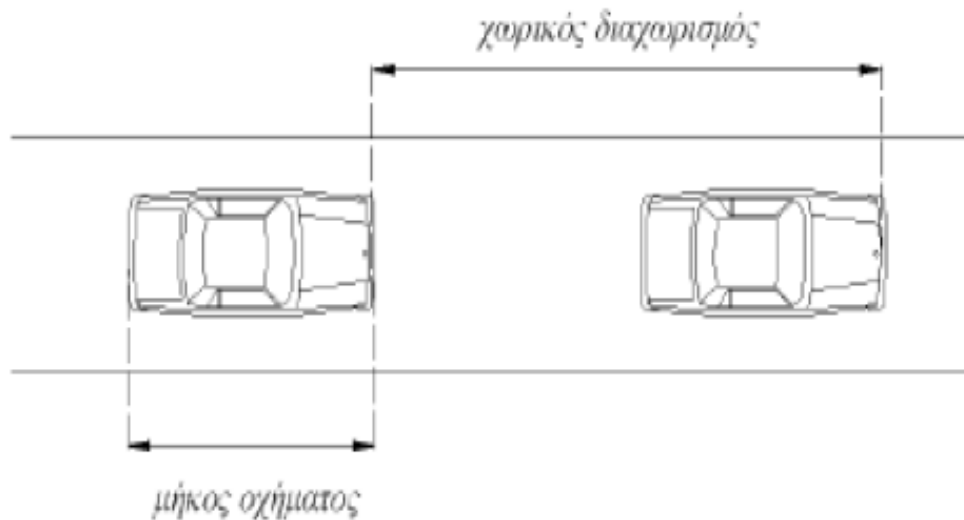
Όπου M το πλήθος των οχημάτων που βρίσκονται σε ένα οδικό τμήμα μήκους D την χρονική στιγμή t .

Εξ 'ορισμού η πυκνότητα λαμβάνει τη χαμηλότερη τιμή της ($d_{min}=0$) όταν δεν διέρχεται κανένα όχημα στο υπό μελέτη οδικό τμήμα. Αντίθετα, λαμβάνει την μέγιστη τιμή της όταν τα οχήματα είναι σταματημένα και σε πολύ κοντινή απόσταση μεταξύ τους. Η χαρακτηριστική τιμή της πυκνότητας K_{jam} κατά την οποία παρατηρούνται κυκλοφοριακές συνθήκες μέγιστου φόρτου κυμαίνεται μεταξύ 26 και 42 οχημάτων ανά χιλιόμετρο και αντιστοιχεί σε ένα χωρικό διάκενο 24-38 μέτρων/όχημα(Αντωνίου – Σπυροπούλου 2015).

- **Διαχωρισμός**

Ο διαχωρισμός εκφράζει είτε τη χρονική είτε τη χωρική απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών οχημάτων και κατά συνέπεια εκφράζεται μέσα από δύο μεγέθη: τον μέσο χρονικό διαχωρισμό και μέσο χωρικό διαχωρισμό αντίστοιχα.

Ο χρονικός διαχωρισμός αφορά της χρονικές διελεύσεις των οχημάτων από μια συγκεκριμένη διατομή του δρόμου και εκφράζεται σε μονάδες χρόνου (για παράδειγμα δευτερόλεπτα). Ο μέσος χρονικός διαχωρισμός αποτελεί τον μέσο όρο των παραπάνω χρονικών διελεύσεων. Ο χωρικός διαχωρισμός αποτελεί την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών διελεύσεων οχημάτων μια χρονική στιγμή και εκφράζεται σε μονάδες μήκους (για παράδειγμα μέτρα). Ο μέσος χωρικός διαχωρισμός αποτελεί τον μέσο όρο της.



Εικόνα 2 .1: Χωρικός διαχωρισμός μεταξύ δύο διαδοχικών οχημάτων (Πηγή: Φραντζεσκάκης κ.α, 2009)

2.2 Μαθηματικές σχέσεις μεγεθών κυκλοφοριακής ροής

- Θεμελιώδης σχέση της κυκλοφοριακής ροής

Η θεμελιώδης σχέση η οποία συνδέει τα τρία μακροσκοπικά μεγέθη της κυκλοφοριακής ροής είναι η εξής:

$$q = k * Us$$

Εξίσωση 6

Όπου q ο φόρτος, k η πυκνότητα και Us η μέση χωρική ταχύτητα των οχημάτων.

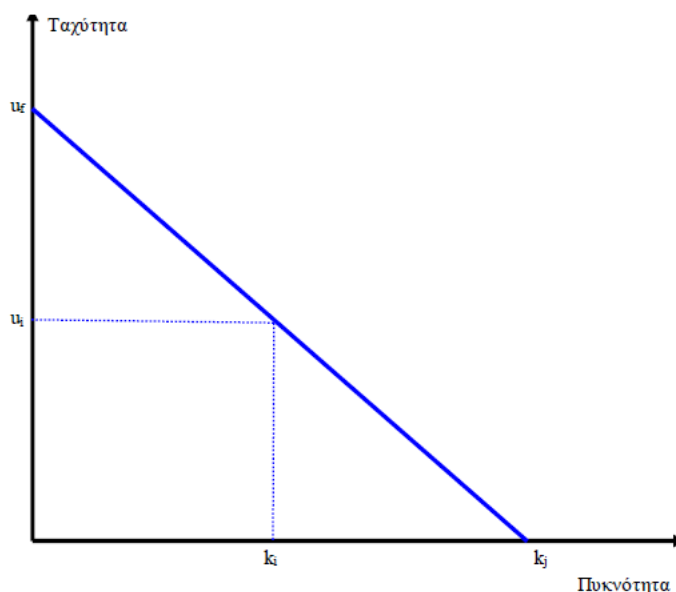
Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι επειδή τα κυκλοφοριακά μεγέθη φόρτου, πυκνότητας και ταχύτητας που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι **στοχαστικά**, μπορούν να εισαχθούν στην σχέση σαν μέσοι όροι αποκλειστικά.

Η σχέση αυτή ισχύει για οδικά τμήματα στα οποία επικρατούν σταθερές συνθήκες σε όλο το μήκος τους. Δηλαδή, όταν τα οχήματα κινούνται με ταχύτητα ελεύθερης ροής, και η

κυκλοφορία δεν διακόπτεται από σηματοδότηση ή διασταυρώσεις. Έτσι γίνεται εύκολα αντιληπτό από τα παραπάνω ότι η θεμελιώδης σχέση της κυκλοφοριακής ροής δεν μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτική για αστικά οδικά δίκτυα.

- **Σχέση ταχύτητας και πυκνότητας**

Η σχέση χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας αποτυπώνεται απο το Διάγραμμα 1.



Διάγραμμα 2. 1: Θεωρητική Μορφή σχέσης ταχύτητας-φόρτου (Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

Όπως προκύπτει και από το παραπάνω διάγραμμα, στην περίπτωση που η πυκνότητα των οχημάτων προσεγγίζει την τιμή 0 ($k=0$), υπάρχει δηλαδή απουσία οχημάτων, τότε ο εκάστοτε οδηγός είναι "ελεύθερος" να επιλέξει την ταχύτητα με την οποία θα κινηθεί στο δίκτυο. Η ταχύτητα αυτή ονομάζεται ταχύτητα ελεύθερης ροής (free flow speed) και εξαρτάται από τα γεωμετρικά στοιχεία της οδού (πλάτος λωρίδων, κατά μήκος κλίσεις, οριζόντιες ακτίνες καμπυλότητας R).

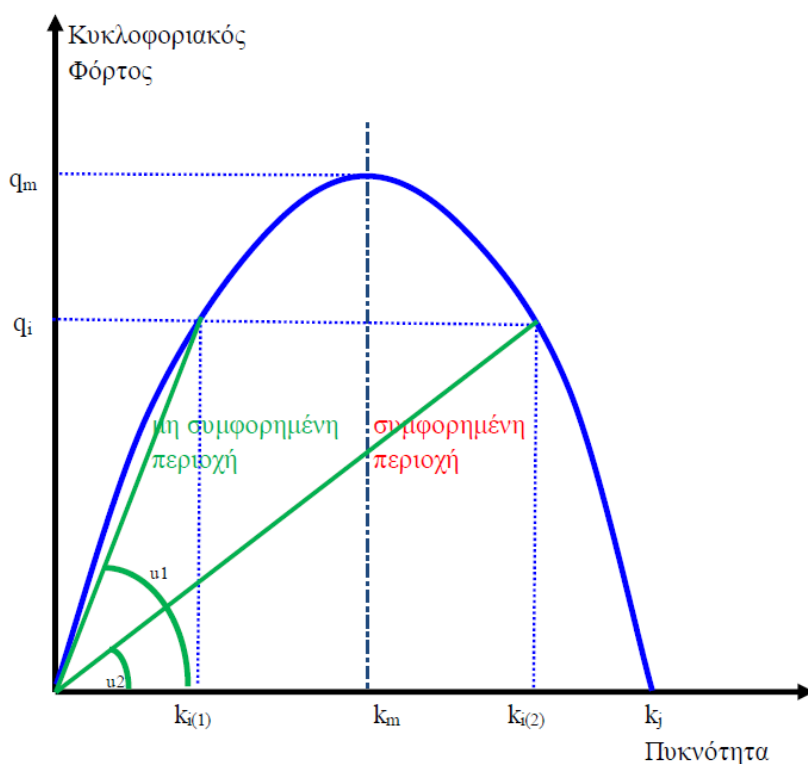
Αντίθετα, στην περίπτωση που η πυκνότητα προσεγγίζει τη μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει ($k = k_{jam}$), τότε το δίκτυο έχει καλύψει την μέγιστη χωρητικότητά του και άρα βρίσκεται σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης. Σε αυτή την οριακή συνθήκη τα οχήματα βρίσκονται σε στάση, επομένως η ταχύτητα είναι μηδενική ($U_s=0$).

Στις ενδιάμεσες τιμές, παρατηρείται ότι με την αύξηση της πυκνότητας στο οδικό δίκτυο, με την προσθήκη δηλαδή νέων οχημάτων, μειώνεται η χωρική ταχύτητά τους. Αυτό συμβαίνει γιατί ο οδηγός πρέπει να διατηρεί ικανοποιητικές αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα, και να αυξομειώνει τη ταχύτητα του και να προσαρμόζει τη συμπεριφορά του σε περίπτωση που θέλει να πραγματοποιήσει αλλαγή λωρίδας ή να κάνει κάποιον ελιγμό προσπέρασης.

Ο κυκλοφοριακός φόρτος απροκύπτει ως το εμβαδό μεταξύ των τιμών U_i και k_i . Το διάγραμμα ταχύτητα-πυκνότητας αποτυπώνει τα τρία χαρακτηριστικά μεγέθη της κυκλοφορίας (φόρτος, ταχύτητα, πυκνότητα), και αποτελεί το θεμελιώδες διάγραμμα της κυκλοφοριακής ροής (Αντωνίου- Σπυροπούλου, 2015).

- **Σχέση φόρτου-πυκνότητας**

Η σχέση κυκλοφοριακού φόρτου και πυκνότητας αποτυπώνεται από το Διάγραμμα 2.



Διάγραμμα 2. 2: Θεωρητική μορφή σχέσης φόρτου-πυκνότητας (Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

3

Στο Διάγραμμα 2.2 παρατηρούνται δύο περιοχές: η μη συμφορημένη περιοχή και η συμφορημένη.

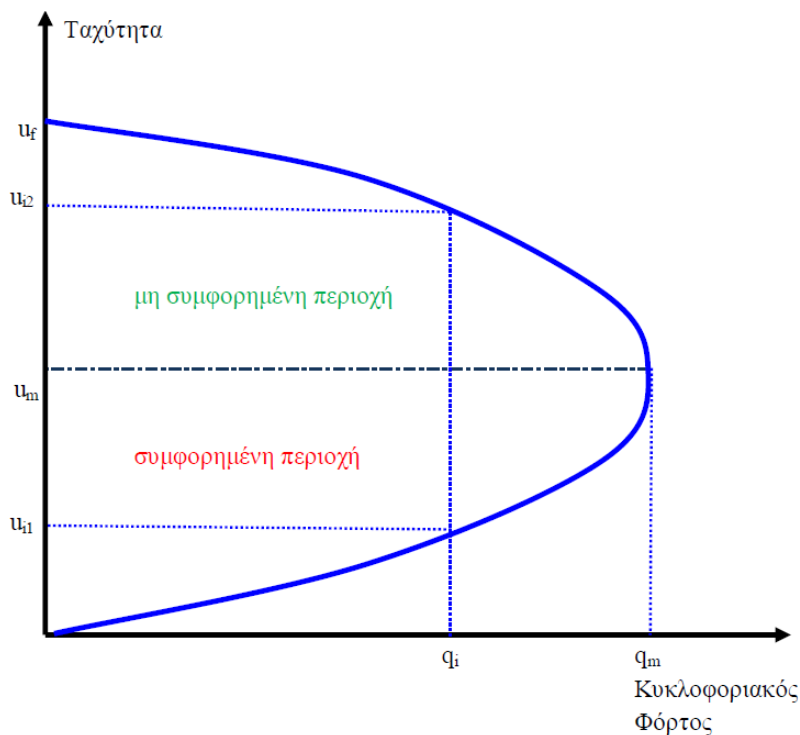
Αρχικά, στην μη συμφορημένη κατάσταση, όταν δεν κινούνται οχήματα στο υπό εξέταση οδικό τμήμα, δεν διέρχονται και από την υπό εξέταση διατομή. Κατά συνέπεια, όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος τείνει στο 0 τότε και η πυκνότητα αντίστοιχα είναι μηδενική και αντίστροφα. Επιπλέον, όσο αυξάνει ο αριθμός των οχημάτων στο υπό μελέτη τμήμα, τόσο αυξάνεται και ο φόρτος που διέρχονται από μια διατομή του, μέχρι να φτάσει την μέγιστη

τιμή του (q_{jam}). Συνεπώς, καθώς αυξάνεται η πυκνότητα έχουμε αύξηση και του κυκλοφοριακού φόρτου παράλληλα.

Περνώντας στην κατάσταση που συναντάται κυκλοφοριακή συμφόρηση, παρατηρείται ότι όσο γεμίζει το οδικό τμήμα, όταν δηλαδή έχουμε αύξηση της πυκνότητας, τότε τόσο μειώνεται ο αριθμός των οχημάτων που μπορούν να διέλθουν στο οδικό αυτό τμήμα μέσω μιας διατομής. Στην οριακή κατάσταση στην οποία το δίκτυο έχει φτάσει στη μέγιστη χωρητικότητά του ($k=k_{jam}$), τα οχήματα βρίσκονται σε στάση και δεν υπάρχει δυνατότητα να εισέλθουν νέα οχήματα από την διατομή ($q=0$).

- **Σχέση ταχύτητας-φόρτου**

Η σχέση κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας αποτυπώνεται απο το Διάγραμμα 3.



Διάγραμμα 2. 4: Θεωρητική μορφή σχέσης φόρτου ταχύτητας (Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

Και σε αυτή τη σχέση το αντίστοιχο διάγραμμα χωρίζεται σε 2 περιοχές: τη μη-συμφορημένη και τη συμφορημένη. Ξεκινώντας από την μη-συμφορημένη, στην περίπτωση που ο φόρτος τείνει να μηδενιστεί (απουσία κυκλοφορίας) τότε τα οχήματα κινούνται σε συνθήκες ελεύθερης ροής, δηλαδή η μέση χωρική ταχύτητα ισούται με την ταχύτητα ελεύθερης ροής. Κατά συνέπεια, όσο αυξάνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος, δηλαδή κινούνται περισσότερα οχήματα στο οδικό τμήμα, τότε οι οδηγοί οφείλουν να τηρούν τις απαιτούμενες αποστάσεις από τα υπόλοιπα οχήματα καθώς και να προσαρμόζουν τις αντιδράσεις τους για λόγους ασφαλείας, αυτά οδηγούν σε μείωση της χωρικής τους ταχύτητας.

Στην κατάσταση της συμφορημένης περιοχής η ταχύτητα μειώνεται περαιτέρω και ταυτόχρονα μειώνεται και η ροή της κυκλοφορίας στο δίκτυο, δηλαδή ο κυκλοφοριακός φόρτος. Στην οριακή κατάσταση στην οποία το δίκτυο έχει φτάσει στην μέγιστη χωρητικότητά του ($k=k_{jam}$), τότε τα οχήματα είναι ακινητοποιημένα πλήρως ($U_s=0$) και δεν υπάρχει δυνατότητα να εισέλθουν νέα οχήματα από την διατομή ($q=0$).

2.3 Μακροσκοπικά μοντέλα κυκλοφορίας

Οι σχέσεις των κυκλοφοριακών μεγεθών που περιεγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο , μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για οδικά τμήματα στα οποία επικρατούν σταθερές συνθήκες σε όλο το μήκος τους, δηλαδή χρησιμοποιούνται μόνο κάτω υπό συγκεκριμένες συνθήκες.

Αντίθετα, μέσω εμπειρικών μεθόδων έχουν αναπτυχθεί προσεγγιστικά μοντέλα κυκλοφορίας τα οποία, συνδέουν τα χαρακτηριστικά αυτά μεγέθη, τα οποία προσεγγίζουν σε καλύτερο βαθμό της πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας. Χαρακτηριστικά, παρουσιάζονται τα μοντέλα των Greenshields (1935), Greenberg (1959), Underwood (1961), και του Eddie (1961).

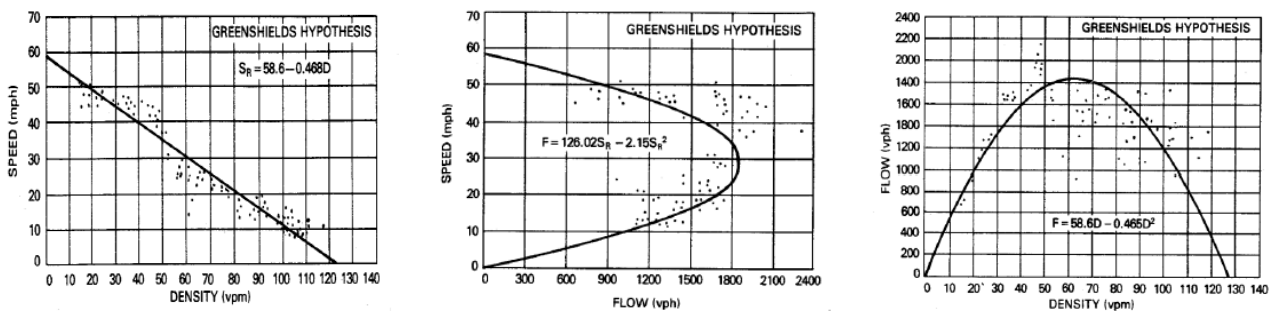
- **Μοντέλο του Greenshields**

Στο συγκεκριμένο μοντέλο η σχέση που συνδέει τη μέση χωρική ταχύτητα και την πυκνότητα είναι γραμμική και ορίζεται ως :

$$U_s = U_f * \left(1 - \frac{k}{kjam} \right)$$

Εξίσωση 7

Όπου U_f είναι η ταχύτητα ελεύθερης ροής (TEP) και $kjam$ η πυκνότητα σε συνθήκες μέγιστου φόρτου. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα που αποτυπώνουν τις σχέσεις μεταξύ των βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής με βάση το συγκεκριμένο μοντέλο :



Διάγραμμα 2. 5: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Greenshields (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

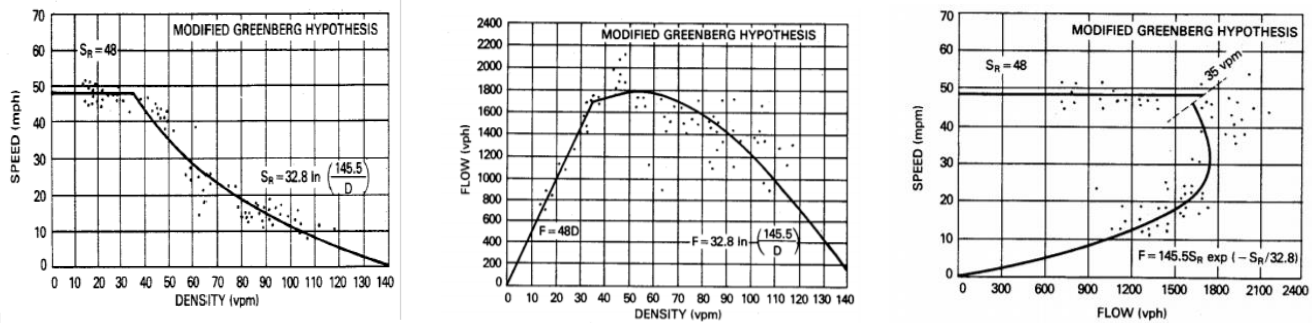
- **Μοντέλο του Greenberg**

Κατά τον Greenberg η μέση χωρική ταχύτητα και η πυκνότητα συνδέονται λογαριθμικά μέσω της σχέσης :

$$U_s = U_m * \ln\left(\frac{k}{kjam}\right)$$

Εξίσωση 8

Στη συνέχεια ακολουθούν τα διαγράμματα τα οποία αντιστοιχούν στη συγκεκριμένη προσέγγιση :



Διάγραμμα 2. 6: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Greenberg (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

Οι βασικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με το μοντέλο του Greenshields είναι ότι με την εισαγωγή της λογαριθμικής συσχέτισης, παρατηρείται μια ασυνέχεια στη σχέση χωρικής ταχύτητας και κυκλοφοριακού φόρτου.

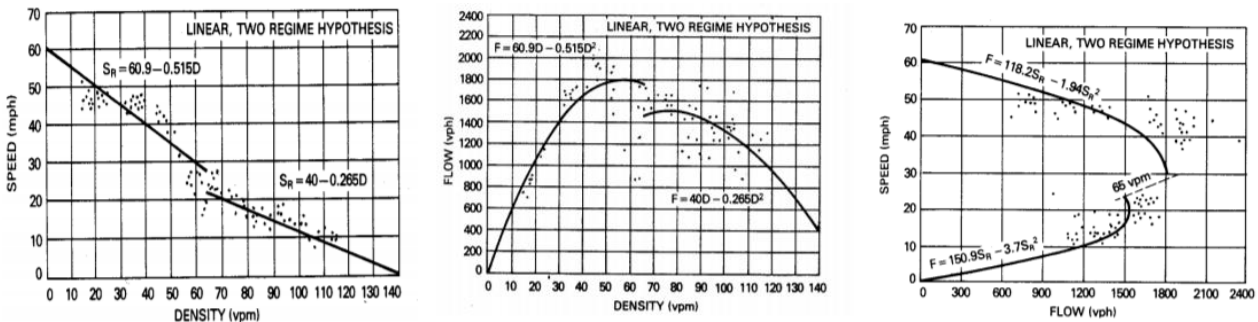
- **Μοντέλου του Underwood**

Ο Underwood υποστήριξε ότι η σχέση της μέσης χωρικής ταχύτητας και της πυκνότητας είναι εκθετική και είναι η:

$$U_s = U_f * e^{\frac{-k}{k_j a m}}$$

Εξίσωση 9

Στη συνέχεια ακολουθούν τα διαγράμματα μεταξύ των βασικών κυκλοφοριακών μεγεθών βάσει του μοντέλου του Underwood:

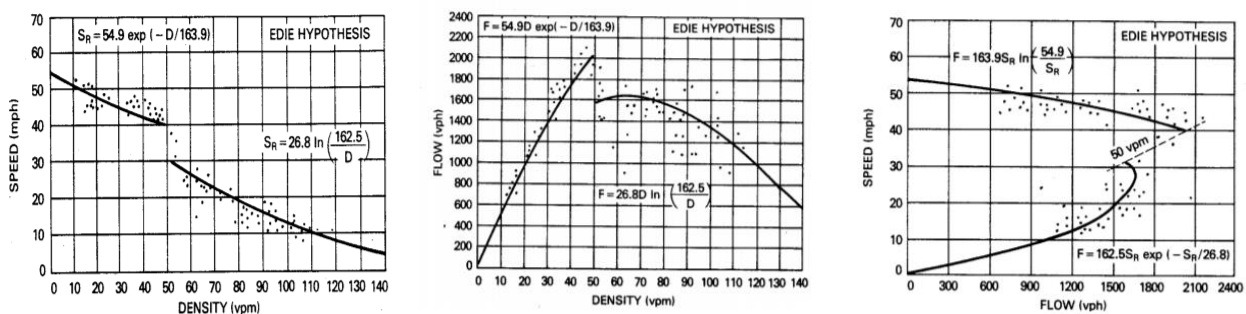


Διάγραμμα 2. 7: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Underwood (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

- **Μοντέλο του Eddie**

Το μοντέλο που ανέπτυξε ο Eddie για τη σχέση μεταξύ μέσης χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας, είναι ασυνεχές(εκθετικό και λογαριθμικό) και αποτελείται απο την σχέση του Underwood για συνθήκες ελεύθερης ροής και τη σχέση του Greenberg για συνθήκες συμφόρησης.

Ακολούθως παρουσιάζονται τα διαγράμματα που αποτυπώνουν τις σχέσεις κυκλοφοριακού φόρτου, χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας με βάση τον Eddie:



Διάγραμμα 2. 8: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Eddie (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

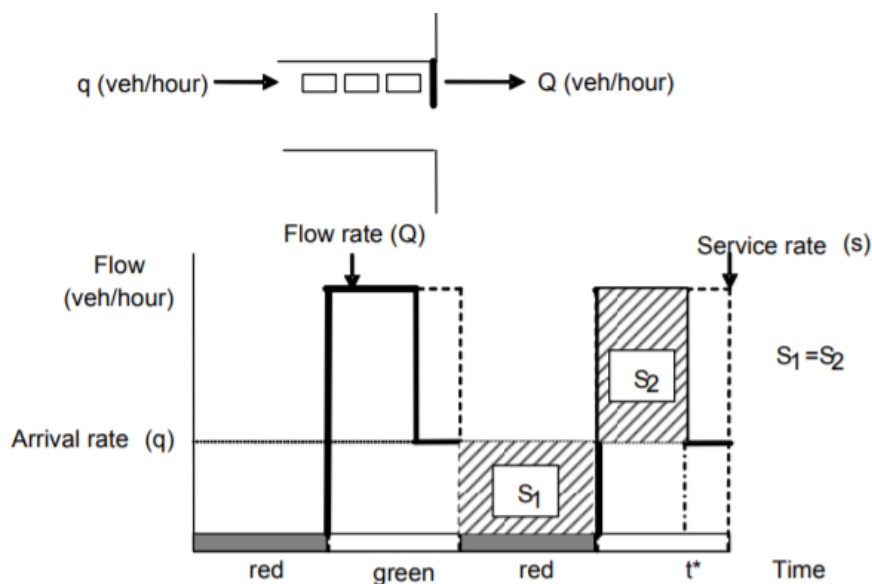
2.4 Διακυμάνσεις κυκλοφοριακού φόρτου

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν τις χρονικές διακυμάνσεις του κυκλοφοριακού φόρτου, καθώς και οι μεταβολές στην συμπεριφορά των μετακινούμενων οι οποίες και προκαλούν αυτές τις διακυμάνσεις. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στην υπάρχουσα βιβλιογραφία.

Οι χρονικές διακυμάνσεις του κυκλοφοριακού μπορούν να αναλυθούν σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες, που κυμαίνονται από παραλλαγές από λεπτό σε λεπτό έως παραλλαγές από έτος σε έτος.

2.4.1 Μικρών διαστημάτων χρονικές διακυμάνσεις

Το πρώτο επίπεδο ανάλυσης αφορά τις διακυμάνσεις από λεπτό σε λεπτό. Αυτό το επίπεδο είναι εξαιρετικά σημαντικό κυρίως για τα αστικά οδικά δίκτυα, καθώς οι διακυμάνσεις από λεπτό σε λεπτό επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τους κύκλους φωτεινής σηματοδότησης των επιμέρους κόμβων. Ο κυκλοφοριακός φόρτος (Q) καθορίζεται από το βαθμό εξυπηρέτησης (service rate) και τον φόρτο των αφίξεων (q). Ο βαθμός εξυπηρέτησης είναι μηδενικός όταν υπάρχει κόκκινη ένδειξη στο φωτεινό σηματοδότη, ενώ στην πράσινη ένδειξη ισούται με την ροή κορεσμού. Στην πράξη ο αριθμός των αφίξεων (q) μπορεί να ποικίλει ως αποτέλεσμα των διακυμάνσεων της κυκλοφορίας ή των κύκλων του φωτεινού σηματοδότη. Η προκύπτουσα ροή κυκλοφορίας (Q) είναι μηδέν κατά τη διάρκεια της κόκκινης φάσης, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ουρά στο ανάντη του φωτεινού σηματοδότη ($S1$). Κατά τη διάρκεια της πράσινης φάσης, η ουρά εκτονώνεται ($S2$). Μέχρι να εκτονωθεί η ουρά, ο φόρτος (Q) ισούται με το βαθμό εξυπηρέτησης, ενώ μετά ισούται με τον αριθμό των αφίξεων (Weijermars, 2007).



Εικόνα 2 2: Κυκλοφοριακός φόρτος σε κόμβο με φωτεινή σηματοδότηση (May, 1990 και Taylor et al., 1996).

2.4.2 Ωριαία διακύμανση

Το δεύτερο επίπεδο ανάλυσης αφορά την ωριαία διακύμανση, τη διακύμανση δηλαδή που συμβαίνει κατά την διάρκεια της ημέρας. Η ωριαία διακύμανση αποτελεί την εντονότερη διακύμανση της κυκλοφορίας και καθορίζεται από τη χρονική κατανομή των δραστηριοτήτων των μετακινούμενων (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

Η μορφή της ωριαίας διακύμανσης διαφέρει κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης μέρας σε σχέση με αυτή κατά τη διάρκεια της Κυριακής ή μιας αργίας (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015), γι' αυτό σχεδόν σε όλη την βιβλιογραφία γίνεται διάκριση μεταξύ εργάσιμων ημερών και Σαββατοκύριακου.

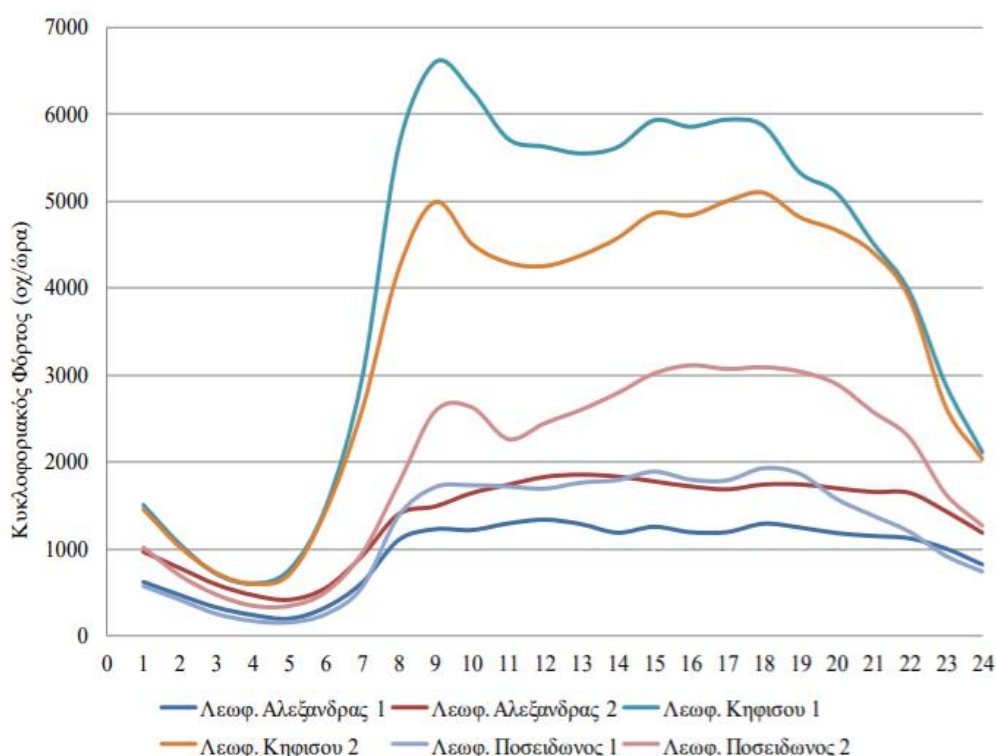
Μια τυπική εργάσιμη ημέρα εμφανίζει μία πρωινή και μία ή δύο απογευματινές αιχμές, καθώς και μία περίοδο αποσυμφόρησης/ομαλοποίησης ενδιάμεσα. Γενικά η απογευματινή αιχμή είναι υψηλότερη της πρωινής, ενώ ο κυκλοφοριακός φόρτος που εμφανίζεται κατά την απογευματινή περίοδο εκτός αιχμής είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο της πρωινής (Weijermars, 2007). Επιπλέον, οι Lomax et al. (2003) συνέκριναν την καθυστέρηση για διαφορετικές χρονικές περιόδους και διαπίστωσαν ότι το 47% της συνολικής καθυστέρησης συνέβη κατά τη διάρκεια της απογευματινής αιχμής, έναντι του 30% που συνέβη την πρωινή. Επιπλέον, 22% της συνολικής καθυστέρησης σημειώθηκε κατά τη διάρκεια της απογευματινής περιόδου εκτός αιχμής και 0% κατά τη διάρκεια της πρωινής περιόδου μη-αιχμής. Τέλος, ο Transpoute (2000) συνέκρινε την καθυστέρηση για διαφορετικές ώρες της

ημέρας σε αυτοκινητόδρομους της Ολλανδίας και κατέληξε επίσης στο συμπέρασμα ότι η απογευματινή αιχμή εμφανίζει αρκετά υψηλότερες τιμές από εκείνες της πρωινής.

Εκτός από το γενικό προφίλ της ημερήσιας κυκλοφοριακής ροής (διακυμάνσεις από ώρα σε ώρα του κυκλοφοριακού φόρτου), το σχήμα των περιόδων αιχμής είναι εξίσου σημαντικό για την κυκλοφοριακή διαχείριση. Σύμφωνα με τους Chrobok et al. (2004), το κυκλοφοριακό προφίλ από Δευτέρα έως Πέμπτη δείχνει μια έντονη πρωινή αιχμή και υψηλότερη και ευρύτερη χρονικά απογευματινή αιχμή. Σύμφωνα με τον May (1990), οι επίπεδες κορυφές μπορεί να δείχνουν ότι η ζήτηση υπερέβη τη κυκλοφοριακή ικανότητα και ότι η περίοδος αιχμής επιμηκύνεται.

Ο υπολογισμός των ωριαίων κυκλοφοριακών φόρτων απαιτείται για την αξιολόγηση κυκλοφοριακών παρεμβάσεων όπως (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015):

- παραχώρηση επιπλέον λωρίδων κυκλοφορίας ή θέσεων εξυπηρέτησης διοδίων, σε περιόδους αιχμής
- εφαρμογή ειδικού προγράμματος φωτεινής σηματοδότησης, καθώς και για
- πληροφοριακά συστήματα οδηγών, τα οποία όμως απαιτούν και τη διακύμανση μέσα στην ώρα.



Διάγραμμα 2. 9: Ωριαία διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου σε κεντρικούς δρόμους της Αθήνας (Μποζίκας, 2015)

2.4.3 Ημερήσια Διακύμανση

Η ημερήσια διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου, είναι ιδιαίτερα έντονη όταν συγκρίνονται οι φόρτοι των εργάσιμων ημερών με τους φόρτους του Σαββατοκύριακου ή των αργιών. Γενικότερα την Κυριακή παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου στα αστικά κέντρα εκτός από την περίπτωση των οδικών τμημάτων που συνδέουν τόπους αναψυχής (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

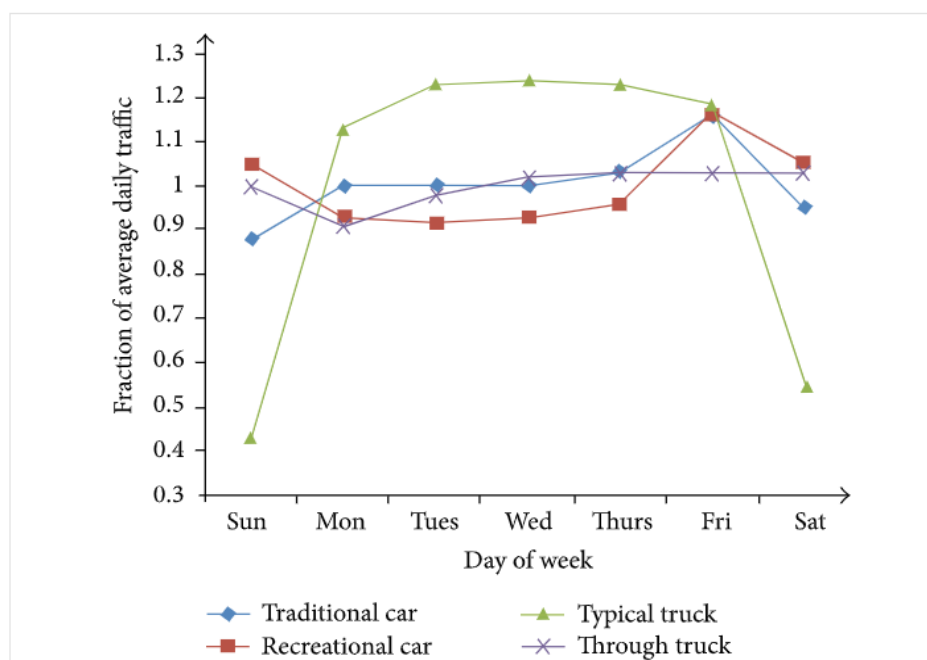
Όσον αφορά την ημερήσια διακύμανση, είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ των συστηματικών και των τυχαίων διακυμάνσεων. Συστηματική διακύμανση ορίζεται ως η διακύμανση που μπορεί να εξηγηθεί από χρονικούς και περιστασιακούς παράγοντες όπως οι καθημερινές ημέρες, οι εποχές, οι αργίες και ο καιρός. Συνεπώς, ως τυχαία ορίζεται η διακύμανση που δεν μπορεί να εξηγηθεί από αυτούς.

Ορισμένοι συγγραφείς διερεύνησαν την επίδραση των αργιών στον κυκλοφοριακό φόρτο και κατέληξαν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Οι Bexilius και Kenzen (1997) διαπίστωσαν ότι σε αυτοκινητόδρομους οι ημέρες με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο αφορούν κυρίως τις ημέρες των διακοπών την άνοιξη. Αντίθετα, οι Fox και Clark ανέλυσαν την κυκλοφορία σε αστικές περιοχές και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι φόρτοι στις αργίες είναι είτε πολύ χαμηλότεροι από το συνηθισμένο, ή είναι παρεμφερείς με τους εκείνους των Κυριακών. Αυτά τα αντιφατικά αποτελέσματα φαίνεται να οφείλονται στους διαφορετικούς τύπους οδικών δικτύων που μελετώνται. Σύμφωνα με τους Liu et al. (2005) και Liu και Sharma (2006), η επίδραση των αργιών και των παρακείμενων ημερών στον κυκλοφοριακό φόρτο εξαρτάται από τον τύπο του δρόμου που μελετάται. Επιπλέον, ο Festin (1996) διαπίστωσε ότι η ημέρα της εβδομάδας κατά την οποία είναι η καθορισμένη αργία καθορίζει με ποιο τρόπο επηρεάζεται η κυκλοφορία. Ακόμη, οι Chung and Rosalio (2001) εξέτασαν την επίδραση των σχολικών διακοπών στον κυκλοφοριακό φόρτο ενός αυτοκινητοδρόμου στη Μελβούρνη και κατέληξαν στο ότι το προφίλ κατά την περίοδο των διακοπών δεν φαίνεται να είναι πολύ διαφορετικό από το συνηθισμένο προφίλ κυκλοφορίας.

Εκτός από τον ημερήσιο κυκλοφοριακό φόρτο, το σχήμα της ημερήσιας κυκλοφορίας μπορεί επίσης διαφέρει μεταξύ διαφορετικών τύπων ημερών. Για παράδειγμα ο Transpote (2000) υποστήριξε ότι οι καθυστερήσεις στους ολλανδικούς αυτοκινητόδρομους είναι περίπου ίδιες για όλες τις καθημερινές, ενώ οι καθυστερήσεις που παρουσιάζονται κατά την πρωινή και απογευματινή αιχμή διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των καθημερινών ημερών.

Εκτός από τον συνολικό ημερήσιο κυκλοφοριακό φόρτο, είναι επίσης ενδιαφέρον να συγκριθεί η κατανομή της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της ημέρας για διαφορετικούς τύπους ημερών. Ο Edwards (1999) διαπίστωσε ότι η πρωινή αιχμή σε μια εθνική οδό στην Ουαλία είναι χαμηλότερη τις Παρασκευές. Ακόμη, οι Rakha και Van Aerde (1995) μελετώντας τον κυκλοφοριακό φόρτο αυτοκινητοδρόμων διαπίστωσαν ότι η απογευματινή αιχμή επεκτείνεται περαιτέρω χρονικά τις Παρασκευές. Επιπλέον, συνέκριναν τα καθημερινά προφίλ της κυκλοφορίας και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ Τρίτης, Τετάρτης, Πέμπτης και Δευτέρας-Παρασκευής. Ο Festin (1996) μελέτησε τον κυκλοφοριακό φόρτο σε αστικούς και υπεραστικούς αυτοκινητόδρομους και κατέληξε στο ότι η απογευματινή αιχμή της Παρασκευής είναι η υψηλότερη όλων. Τέλος, οι Chrobok et al. (2004) μελετώντας τα προφίλ της καθημερινής κυκλοφοριακής ροής της αστικής κυκλοφορίας στην πόλη του Ντούισμπουργκ, διερεύνησαν ποιες ημέρες της εβδομάδας εμφανίζουν συγκρίσιμα καθημερινά προφίλ κυκλοφορίας, καταλήγοντας σε 4 κατηγορίες: (1) Δευτέρα έως Πέμπτη εκτός από αργίες ή ημέρες πριν από τις αργίες, (2) Παρασκευή και ημέρες πριν από τις αργίες, (3) Σάββατα εκτός αργιών και (4) Κυριακές και αργίες.

Εκτός όμως από τη λήψη πληροφοριών σχετικά με τις συστηματικές διακυμάνσεις στην αστική κυκλοφοριακή ροή, είναι επίσης σημαντικό να υπάρχουν δεδομένα σχετικά με την τυχαία διακύμανση, δεδομένου ότι παρέχει πληροφορίες σχετικά με την πρόβλεψη του κυκλοφοριακού φόρτου. Όταν σχεδόν όλες οι διακυμάνσεις μπορούν να αποδοθούν σε προβλέψιμους παράγοντες, ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι επίσης προβλέψιμος. Αντίθετα, μεγάλη επιρροή απρόβλεπτων παραγόντων, όπως τα ατυχήματα ή τα οδικά έργα, σημαίνει ότι κυκλοφοριακός φόρτος είναι απρόβλεπτος (Weijermars, 2007). Οι Keay και Simmonds (2005) σχεδίασαν ένα μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης που περιλαμβάνει την ημέρα της εβδομάδας, τις αργίες και τα καιρικά φαινόμενα και διαπίστωσαν ότι το 95% της διακύμανσης στον ημερήσιο κυκλοφοριακό φόρτο δύο αυτοκινητοδρόμων στην Αυστραλία οφείλεται στους παραπάνω παράγοντες, ενώ μόλις το 5% σε τυχαίους. Ακόμη, οι Nowotny et al. (2003) ποσοτικοποίησαν την επιρροή διαφόρων παραγόντων ταξινόμησης κυκλοφοριακών φόρτων μέσω μιας ανάλυσης ANOVA. Διαπίστωσαν ότι το 75% της διακύμανσης του κυκλοφοριακού φόρτου στη Βιέννη θα μπορούσε να εξηγηθεί από τις διαφορές μεταξύ των θέσεων μέτρησης, της ώρας της ημέρας, των διαφορετικών τύπων ημερών, τις εποχιακές διακυμάνσεις ή τις καιρικές συνθήκες. Το υπόλοιπο 25% της διακύμανσης προκαλείται από μη εγγεγραμμένους παράγοντες (π.χ. οδικά έργα) ή απρόβλεπτα γεγονότα όπως ατυχήματα. Σύμφωνα με τους Fox και Clark οι οποίοι συνέκριναν το ποσοστό της τυχαίας διακύμανσης για διαφορετικές χρονικές περιόδους, η διακύμανση είναι υψηλότερη νωρίς το πρωί, αλλά παραμένει περίπου σταθερή για το υπόλοιπο της ημέρας. Επιπλέον, οι ημέρες του Σαββατοκύριακου δείχνουν υψηλότερη μεταβλητότητα από τις καθημερινές (Rakha και Van Aerde, 1995; Wright et al., 1997; Zhang et al., 2002).



Διάγραμμα 2. 10: Διακυμάνσεις κυκλοφοριακού φόρτου ανά ημέρα της εβδομάδας στην Καλιφόρνια το 1996 (USDOT, 1996).

2.4.4 Μακροχρόνιες διακυμάνσεις

Ως μακροχρόνιες διακυμάνσεις εννοούνται οι μηνιαίες και οι ετήσιες διακυμάνσεις του κυκλοφοριακού φόρτου. Η ετήσια μεταβολή της κυκλοφορίας αποτυπώνει, ιδιαίτερα σε μακροσκοπικό επίπεδο, σημαντικές μεταβολές που μπορεί να αφορούν χαρακτηριστικά του πληθυσμού ή του συγκοινωνιακού συστήματος. Η αύξηση του εισοδήματος, της κινητικότητας, της ιδιοκτησίας ΙΧ και η μετάβαση από τα ΜΜΜ προς το ΙΧ έχουν σαν αποτέλεσμα τη διαρκή αύξηση των κυκλοφοριακών φόρτων και αντίστροφα (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

Η μηνιαία διακύμανση, δηλαδή η διακύμανση μέσα στο έτος αντανακλά συνήθως τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Η συγκεκριμένη διακύμανση δεν είναι ιδιαίτερα έντονη, εκτός από την περίπτωση των τουριστικών πόλεων, όπου οι επισκέπτες αποτελούν σημαντικό ποσοστό της κυκλοφορίας κατά τους μήνες της τουριστικής κίνησης. Έτσι, γίνεται ευκολότερα αντιληπτή σε υπεραστικές οδούς από ότι σε αστικές (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

2.5 Συμπεριφορά Μετακίνησης (Travel Behaviour)

Οι διακυμάνσεις στη ζήτηση της κυκλοφορίας για μια συγκεκριμένη τοποθεσία, μπορούν να εξηγηθούν από τις διακυμάνσεις στη συμπεριφορά της μετακίνησης των ανθρώπων. Η συμπεριφορά των μετακινήσεων περιγράφεται στα τέσσερα βήματα μεταφορών, δηλαδή : (1) γένεση μετακινήσεων, (2) κατανομή, (3) επιλογή τρόπου/μέσου μετακίνησης και (4) επιλογή διαδρομής, καθώς και από το χρονοδιάγραμμα των επιμέρους σκόπων μετακίνησης (Ortuzarand Willumsen , 1994).

Οι διακυμάνσεις στη συμπεριφορά των μετακινούμενων μπορούν να αναλυθούν σε ατομικό ή ομαδικό (συνολικό) επίπεδο. Σε ατομικό επίπεδο, πραγματοποιείται διάκριση μεταξύ ενδοπροσωπικής και διαπροσωπικής μεταβλητότητας. Η ενδοπροσωπική μεταβλητότητα περιγράφει τη διακύμανση της συμπεριφοράς μετακίνησης από μέρα σε μέρα για ένα άτομο, ενώ η διαπροσωπική εστιάζει στις διαφορές μεταξύ των ατόμων. Κάτω υπό ιδανικές συνθήκες η ανάλυση βασίζεται σε μακροχρόνια δεδομένα, δεδομένα δηλαδή για πρότυπα δραστηριότητας και συμπεριφορές μετακινήσεων μιας ομάδας ανθρώπων για μεγάλο χρονικό διάστημα (Pas, 1987; Hanson και Huff, 1988).

Οι Hilbers et al. (2004) περιγράφουν τις εποχιακές και εβδομαδιαίες διακυμάνσεις για τις μετακινήσεις κατά την ώρα αιχμής και εκτός αιχμής. Κατέληξαν στο ότι η μετακίνηση κατά την ώρα αιχμής είναι σχετικά χαμηλή τη Δευτέρα και την Παρασκευή, ενώ οι μετακινήσεις στην περίοδο εκτός αιχμής είναι σχετικά χαμηλές τη Δευτέρα και υψηλές την Παρασκευή. Ακόμη, διατύπωσαν ότι οι εποχιακές διακυμάνσεις μπορούν να διακριθούν τρεις ομάδες μηνών: (1) τους καλοκαιρινούς μήνες που δείχνουν χαμηλή ζήτηση, (2) το τέλος του έτους που δείχνει υψηλή ζήτηση και (3) τους άλλους μήνες που εμφανίζουν μία μέση ζήτηση κυκλοφορίας.

Ακόμη, ο Harms (2003) διέκρινε διαφορετικά κίνητρα μετακίνησης συγκρίνοντας τον αριθμό των μετακινήσεων μεταξύ των καθημερινών ημερών. Διαπίστωσε ότι όλες οι μετακινήσεις για εργασία και εκπαίδευση έχουν πραγματοποιηθεί τις εργάσιμες ημέρες, ενώ εκείνες για αναψυχή πραγματοποιούνται κυρίως τις ημέρες του Σαββατοκύριακου. Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Kitamura και VanderHoorn (1987), καθώς εκείνοι κατέληξαν στο ότι περίπου το 50% των κοινωνικών / ψυχαγωγικών μετακινήσεων συμβαίνουν τις ημέρες του Σαββατοκύριακου. Επιπλέον, σύμφωνα με τους ίδιους ο αριθμός των μετακινήσεων για αγορές αυξάνεται σταδιακά κατά τη διάρκεια της εβδομάδας, με το ποσοστό των μετακινήσεων για αγορές να είναι υψηλότερο τα Σάββατα.

Όσον αφορά τη μορφή του προφίλ της καθημερινής ζήτησης για μετακίνηση, τόσο ο Harms (2003) όσο και οι Hilbers et al. (2004) συμπεραίνουν ότι για τις μετακινήσεις που πραγματοποιούνται με αυτοκίνητο, η απογευματινή αιχμή είναι υψηλότερη από την πρωινή. Ωστόσο, όταν λαμβάνονται υπόψιν όλες οι μετακινήσεις, η πρωινή αιχμή βρέθηκε

να είναι μικρότερης διάρκειας αλλά υψηλότερη από την απογευματινή αιχμή αιχμή (Harms, 2003). Σύμφωνα με τον Harms, αυτή τη διαφορά οφείλεται πιθανώς, στο γεγονός ότι πραγματοποιούνται μετακινήσεις για προσωπικούς λόγους τις εργάσιμες ημέρες το απόγευμα και το βράδυ, χρησιμοποιώντας ΙΧ αυτοκίνητο. Ακόμη, οι Παρασκευές παρουσιάζουν ένα διαφορετικό προφίλ ζήτησης σε σχέση με τις υπόλοιπες εργάσιμες ημέρες, αφού ο αριθμός των πρωινών μετακινήσεων κατά την ώρα αιχμής είναι χαμηλότερος του απογευματινού, ενώ η απογευματινή ώρα αιχμής ξεκινά νωρίτερα και παρατείνεται περισσότερο ως το βράδυ (Harms, 2003). Αυτή η μεγαλύτερη περίοδος αιχμής προκαλείται από ένα συνδυασμό μετακινήσεων αναψυχής, προσωπικών επαγγελματικών και επαγγελματικών μετακινήσεων. Την Δευτέρα το πρωί ο αριθμός των μετακινήσεων με σκοπό την εργασία είναι σχετικά χαμηλός, ενώ Πέμπτη και Παρασκευή ο αριθμός των μετακινήσεων που αφορούν την εργασία είναι σχετικά υψηλός. Τα Σαββατοκύριακα, οι μετακινήσεις ξεκινούν αργότερα το πρωί και ο αριθμός τους αυξάνεται σταδιακά με την αιχμή να παρουσιάζεται περίπου στις 14.00 ή στις 15.00 (Harms, 2003).

Η συμπεριφορά μετακίνησης (travel behavior) μπορεί επίσης να ποικίλει χρονικά ως αποτέλεσμα των προσαρμογών στην επιλογή του τρόπου μετακίνησης, την επιλογή διαδρομής ή την ώρα αναχώρησης λόγω εξωτερικών παραγόντων (Mahmassani, 1997). Συνολικά, οι καθημερινές εναλλαγές στην ώρα αναχώρησης και την επιλογή διαδρομής οδηγούν σε μικρές διακυμάνσεις στα προφίλ ημερήσιας κυκλοφορίας για μια τοποθεσία. Μόνο σε περίπτωση ειδικών περιστάσεων όπως οδικά έργα ή ατύχημα, το προφίλ του κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να αλλάξει σημαντικά σε συνολικό επίπεδο.

Στις ολλανδικές πόλεις, η επιλογή των μέσων μετακίνησης οφείλονται κυρίως στις καιρικές συνθήκες. Ο Hagens (2005) ανέλυσε την επίδραση της βροχής και της εποχής στη συμπεριφορά μετακίνησης στις πόλεις της Ολλανδίας, σύμφωνα με το OVG, και διαπίστωσε ότι η βροχή προκαλεί μείωση των μετακινήσεων για κοντινές αποστάσεις και μια μετάβαση από τη χρήση ποδηλάτου στη χρήση αυτοκινήτου. Ο συνδυασμός αυτών των 2 οδηγεί σε αύξηση των μετακινήσεων με αυτοκίνητο για κοντινή απόσταση κατά 12%. Επιπλέον, διαπίστωσε ότι η επίδραση που έχει η εποχή στις μεταφορές υπάρχει, αλλά είναι μικρή, αφού παρατηρούνται 3% περισσότερες μετακινήσεις με το αυτοκίνητο το χειμώνα από ό,τι το καλοκαίρι.

Επίσης, ο Nankervis (1999) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ποδηλασία είναι χαμηλότερη το χειμώνα και μειώνεται στην περίπτωση βροχής. Επιπλέον, προσδιόρισε την επίδραση του καιρού και της εποχιακής διακύμανσης στα προφίλ μετακίνησης με ποδήλατο μεταξύ φοιτητών τριτοβάθμιας εκπαίδευσης στη Μελβούρνη. Διαπίστωσε ότι η ποδηλασία είναι υψηλότερη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου, ενώ φθίνει το χειμώνα και αυξάνεται ξανά την άνοιξη. Επιπλέον, ο αριθμός των χρηστών ποδηλάτου στο δίκτυο μειώνεται σε περίπτωση βροχής, ανέμου ή χαμηλής θερμοκρασίας.

Ο Ericsson (2000) μελέτησε και περιέγραψε την διακύμανση της κυκλοφορίας των οχημάτων, όπως αυτή επιρεάζεται από εξωτερικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα απο τον τύπο της οδού, τα χαρακτηριστικά του οδηγού και την ώρα της ημέρας, και προσπάθησε να εκτιμήσει ποιοι από αυτούς τους παράγοντες επηρεάζουν το κυκλοφοριακό προφίλ περισσότερο.

Τα δεδομένα αποτελούνταν από 439 προφίλ οδήγησης, και συλλέχθηκαν στην πόλη Lund τον Δεκέμβριο του 1995 χρησιμοποιώντας ένα Volvo 960 εξοπλισμένο με συσκευή καταγραφής δεδομένων, που αναπτύχθηκε από τη Volvo (1994). Πέντε τύποι δρόμων με διαφορετική λειτουργία (λεωφόρος, αρτηρία, κ.α.), σχεδιασμό και διαχείριση κυκλοφορίας αντιπροσώπευαν τον παράγοντα του οδικού περιβάλλοντος. Οι ώρες αιχμής και εκτός αιχμής αντιπροσώπευαν τον παράγοντα της κυκλοφορίας. Ως ώρες αιχμής ορίστηκαν οι ώρες 07.00–09.00 και 15.30–18.30, ενώ ως ώρες εκτός αιχμής οι υπόλοιπες. Δώδεκα υπάλληλοι πανεπιστημίου (έξι άνδρες και έξι γυναίκες), οδήγησαν την ίδια διαδρομή σε τέσσερις διαφορετικές περιπτώσεις, δύο στις ώρες αιχμής και δύο στις ώρες εκτός αιχμής. Γενικότερα, τα δεδομένα μέτρησης για την ταχύτητα δεν αναπαράγουν ποτέ τα πραγματικά προφίλ ταχυτήτων, καθώς παρουσιάζουν ανομοιομορφία λόγω των σφαλμάτων μέτρησης. Ωστόσο, αυτά φιλτραρίστηκαν χρησιμοποιώντας αναπτυγμένες πολυωνυμικές μεθόδους παλινδρόμησης kernel. Με αυτήν την τεχνική είναι δυνατή η εξομάλυνση των μετρημένων δεδομένων με τον βέλτιστο τρόπο, ενώ η διακύμανση και η απόκλιση της εκτίμησης ελαχιστοποιείται (Ruppert, 1997).

Τα χαρακτηριστικά κάθε προφίλ οδήγησης περιγράφηκαν χρησιμοποιώντας 26 παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτοί χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες: επίπεδα μετρήσεων, μεταβλητότητα μετρήσεων και κατανομή μετρήσεων. Τα επίπεδα μετρήσεων αποτελούνται από τις μέσες τιμές και την τυπική απόκλιση της ταχύτητας, της επιτάχυνσης και της επιβράδυνσης. Η μεταβλητότητα των μετρήσεων περιγράφει την διακύμανση της καμπύλης ταχύτητας, ενώ η κατανομή των μετρήσεων το ποσοστό του χρόνου στα πλαίσια διαφορετικών ταχυτήτων, επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων των διαφορετικών κλάσεων.

Για να διερευνηθεί το μέγεθος της διακύμανσης στο μοτίβο οδήγησης σε σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες, πραγματοποιήθηκε η μέθοδος της ANOVA. Ο τύπος της οδού, η ώρα αιχμής και εκτός αιχμής καθώς και το φύλο, καθορίστηκαν ως οι σταθερές μεταβλητές, ενώ ο οδηγός αποτελούσε την τυχαία μεταβλητή. Οι 26 παράμετροι του προφίλ οδήγησης που αναφέρθηκαν παραπάνω αποτελούσαν τις εξαρτημένες μεταβλητές. Έτσι, ερευνήθηκαν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί των παραγόντων καθώς και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους.

Τα συμπεράσματα της διερεύνησης ήταν ότι: Αρχικά, η κατηγορία του δρόμου είχε τη μεγαλύτερη επιρροή στο προφίλ οδήγησης, καθώς όλες οι παράμετροι που ερευνήθηκαν έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τύπων οδών. Επίσης, ο οδηγός αποδείχθηκε ότι

είναι η μεταβλητή, που εκτός από την κατηγορία του δρόμου, επηρέασε περισσότερο τα προφίλ οδήγησης, σε μικρότερο όμως βαθμό. Οι συνθήκες κυκλοφορίας κατά την ώρα αιχμής αποδείχθηκαν ότι μειώνουν τη μέση ταχύτητα και τη μέση επιβράδυνση. Επιπλέον, τα μοτίβα οδήγησης γυναικών και ανδρών οδηγών, διέφεραν σημαντικά κυρίως όταν συγκρίνονται τα μοτίβα επιτάχυνσης τους. Οι άνδρες είχαν υψηλότερη μέση επιτάχυνση και μεγαλύτερο ποσοστό χρόνου στις τάξεις των υψηλότερων επιταχύνσεων, ενώ η μεγαλύτερη διαφορά παρουσιάστηκε στις τοπικές οδούς της πόλης. Τέλος, το φύλο του οδηγού έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση ανάλογα με τον τύπο του δρόμου που μελετάται. Αυτό ενδεχομένως υποδηλώνει ότι διαφορετικοί οδηγοί συμπεριφέρονται διαφορετικά στις αλλαγές στο οδικό περιβάλλον. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να έχει αντίκτυπο στο σχεδιασμό των οδών και της κυκλοφορίας. Συνεπώς, τονίζεται η ύπαρξη αντιπροσωπευτικού δείγματος οδηγών προκειμένου να αξιολογείται ορθά η επίδραση των μέτρων που λαμβάνονται στο περιβάλλον κυκλοφορίας.

Η διακύμανση στα μοτίβα οδήγησης μπορεί να επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, για παράδειγμα τις εξωτερικές συνθήκες όπως ο τύπος δρόμου, ο αριθμός των λωρίδων, οι συνθήκες κυκλοφορίας, ο τύπος του οχήματος κ.λπ., αλλά και από τα χαρακτηριστικά του οδηγού. Ο Kenworthy (1986) και οι Lyons et al. (1989) διαπίστωσαν ότι τα προφίλ οδήγησης συνδέονται με την αστική δομή και το τοπικό περιβάλλον καθώς και με την ώρα της ημέρας. Ο Smidfelt-Rosqvist (1998) διερεύνησε οικιστικές περιοχές και διαπίστωσε ότι η κατανάλωση καυσίμου και οι εκπομπές καυσαερίων εξαρτώνταν σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό της οδού και τη δομή του οδικού δικτύου.

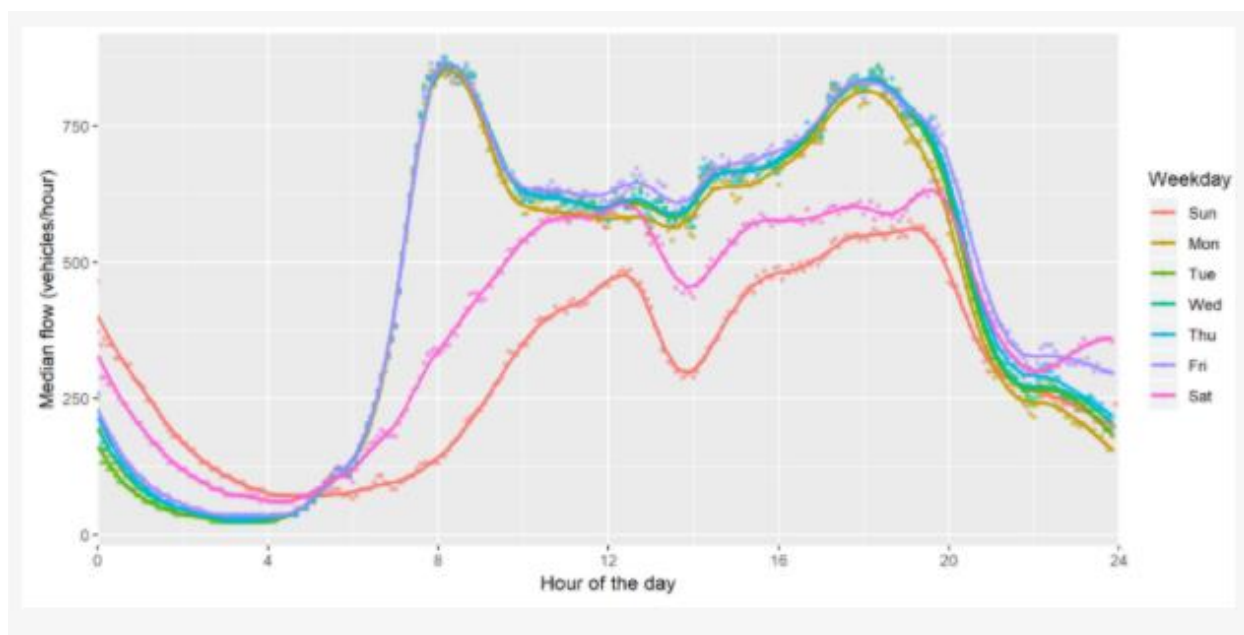
Ακόμη, οι Noussan et al. (2019) παρουσίασαν βασιζόμενοι σε δύο σύνολα δεδομένων, δύο χρονοσειρές με χρονικό βήμα 5 λεπτών η κάθε μια, σχετικά με την χρήση των επιβατικών οχημάτων και των ποδηλάτων στην πόλη του Τορίνο για το 2018. Το πρώτο σύνολο δεδομένων, αφορά τον κυκλοφοριακό φόρτο των οχημάτων σε κεντρικούς δρόμους, ο οποίος μετρήθηκε από διαφορετικούς αισθητήρες που υπάρχουν σε όλη την πόλη. Το δεύτερο σύνολο, σχετίζεται με την κοινή χρήση των ποδηλάτων στο σταθμό της πόλης.

Τα πρωτογενή δεδομένα για τον κυκλοφοριακό φόρτο ελήφθησαν από περίπου 160 αισθητήρες κυκλοφορίας που έχουν εγκατασταθεί σε 50 διαφορετικούς δρόμους της πόλης, οι οποίοι είναι κατανομημένοι ομοιόμορφα σε ολόκληρη τη μητροπολιτική περιοχή. Αυτό το σύνολο δεδομένων περιορίζεται στα ανοιχτά δεδομένα, τα οποία είναι διαθέσιμα στο ευρύ κοινό. Αυτά περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τον κυκλοφοριακό φόρτο και τη μέση ταχύτητα, κάθε πέντε λεπτά και δημοσιεύονται σε πραγματικό χρόνο.

Τα δεδομένα που σχετίζονται με τη λειτουργία κοινής χρήσης ποδηλάτων στο Τορίνο, ανακτήθηκαν σε πραγματικό χρόνο, κάθε πεντάλεπτο, από τους 128 σταθμούς ποδηλάτων που υπάρχουν στην πόλη. Τα δεδομένα αυτά περιορίζονται στον κάθε σταθμό αποκλειστικά, και αφορούν για παράδειγμα τον αριθμό των διαθέσιμων ποδηλάτων και

τον αριθμό δωρεάν θέσεων. Ωστόσο, δεν υπήρχαν διαθέσιμες πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με το σκοπό των μετακινήσεων, τον συνολικό αριθμό ποδηλάτων ή τον ακριβή αριθμό των χρηστών του συστήματος. Έτσι για μία δεδομένη χρονική στιγμή για κάθε σταθμό, υπολογίστηκε η διαφορά από την προηγούμενη χρονική στιγμή, του αριθμού των διαθέσιμων ποδηλάτων, από τα στοιχεία παραλαβής και παράδοσης.

προς το μεσημέρι, ενώ και τα τοπικά μέγιστα διαφοροποιούνται λιγότερο από τις υπόλοιπες μέρες, σε σχέση με τις καθημερινές.

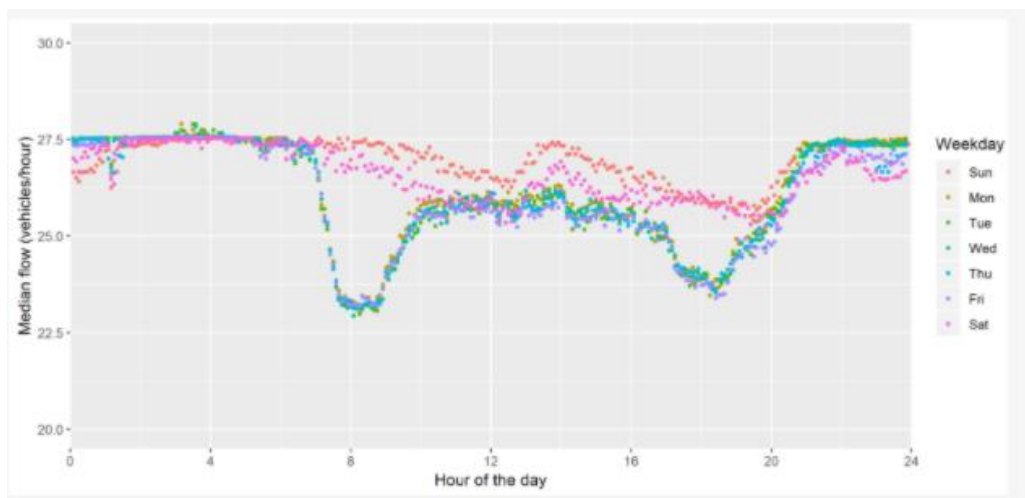


Διάγραμμα 2. 11: Ωριαία διακύμανση του φόρτου ανά ημέρα της εβδομάδας (Noussan et al., 2019)

Το πρώτο συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν οι ερευνητές αφορούσε την ωριαία διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου για κάθε ημέρα της εβδομάδας. Παρατηρήθηκε ότι ενώ οι εργάσιμες ημέρες παρουσιάζουν ένα πανομοιότυπο προφίλ. Το προφίλ του Σαββάτου και της Κυριακής ήταν πολύ διαφορετικό, με χαμηλότερη ζήτηση κατά τη διάρκεια της ημέρας, καθώς και ελαφρά αύξηση τις πρώτες πρωινές ώρες, που ενδεχομένως σχετίζεται με την υψηλότερη δραστηριότητα τα βράδια της Παρασκευής και του Σαββάτου. Επιπλέον, όπως παρατηρείται, ενώ στις εργάσιμες ημέρες υπάρχουν δύο τοπικά μέγιστα αιχμής, ένα το πρωί στις 8 π.μ. και ένα το βράδυ στις 6 μ.μ, κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου η πρωινή αιχμή μετατοπίζεται

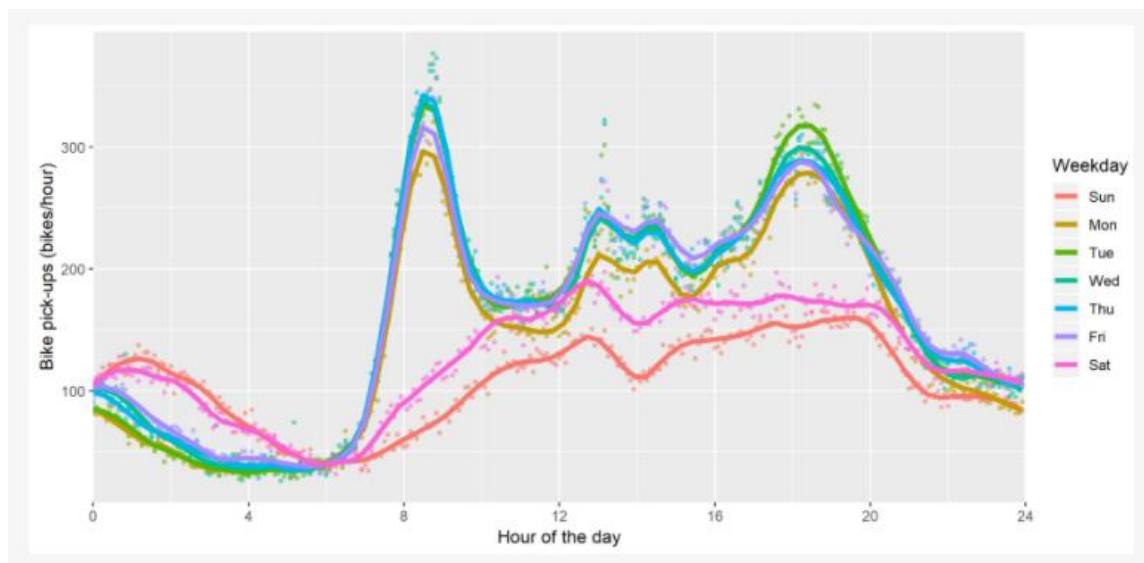
Ωστόσο λιγότερο έντονη εμφανίζεται η μηνιαία (εποχιακή) διακύμανση των οχημάτων. Τα σημαντικότερα στοιχεία που παρατηρούνται είναι ότι υπάρχουν σαφείς ενδείξεις χαμηλής χρήσης τον Αύγουστο, ενώ οι τιμές είναι παρόμοιες για τους υπόλοιπους μήνες (εκτός από τον Ιούλιο, που επηρεάστηκε ελαφρώς από τις διακοπές).

Τέλος, παρουσιάζονται τα προφίλ ταχυτήτων κατά τη διάρκεια της ημέρας για κάθε ημέρα της εβδομάδας. Η ταχύτητα των οχημάτων φαίνεται να σχετίζεται άμεσα με τα προφίλ του κυκλοφοριακού φόρτου που αναφέρθηκαν προηγουμένως, δηλαδή όσο υψηλότερος είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος, τόσο χαμηλότερη είναι η ταχύτητα που αναπτύσσεται. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μέση ταχύτητα στην πόλη είναι πολύ χαμηλότερη από 30 χλμ/ώρα, ακόμη και κατά τη διάρκεια της νύχτας, αν και σε πολλούς δρόμους το όριο ταχύτητας έχει οριστεί στα 50 χλμ/ώρα. Μια μέση ταχύτητα 27,5 χλμ/ώρα φαίνεται να προκύπτει από την ύπαρξη κόμβων με φωτεινή σηματοδότηση και κόμβων του οδικού δικτύου (Noussan,2019).



Διάγραμμα 2. 12: Διακύμανση του προφίλ ταχύτητας μέσα στην ημέρα (Noussan et al., 2019).

Παρόμοιες τάσεις εμφανίζονται και στο προφίλ χρήσης των ποδηλάτων. Το Διάγραμμα 2.12 παρακάτω παρουσιάζει τις μέσες παραλαβές ποδηλάτων με βάση την ημέρα της εβδομάδας.



Διάγραμμα 2. 13: Παραλαβές ποδηλάτων κατά την διάρκεια της ημέρας (Noussan et al., 2019).

Όπως διακρίνεται η διαφορά είναι αρκετά σημαντική μεταξύ καθημερινών και σαββατοκύριακου, ενώ η ζήτηση της Δευτέρας εμφανίζεται ελαφρώς χαμηλότερη από τις υπόλοιπες καθημερινές ημέρες. Ακόμη διαφαίνεται ότι ενώ οι κορυφές αιχμής το πρωί και το βράδυ είναι παρόμοιες με αυτές που σχετίζονται με την κυκλοφορία των οχημάτων (βλ. Διάγραμμα 2.10), μια επιπλέον διπλή κορυφή εμφανίζεται νωρίς το απόγευμα και ενδεχομένως μπορεί να σχετίζεται με το μεσημεριανό διάλειμμα των μετακινούμενων. Αυτό ωστόσο δεν φαίνεται να συμβαίνει το Σάββατο και την Κυριακή.

2.6 Συναφείς έρευνες

Στο παρόν υπόκεφάλαιο αναφέρονται έρευνες με αντικείμενο σχετικό με της παρούσας διπλωματικής. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και περιγράφουν πως η πανδημία του COVID-19 επηρέασε τις μεταφορές σε παγκόσμιο επίπεδο, αντικείμενο που αποτελεί και τον στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Οι Rayash και Dincer (2020) μελέτησαν τον αντίκτυπο του COVID-19 στον τομέα των μεταφορών σε επιλεγμένες πόλεις παγκοσμίως όπως η Νέα Υόρκη, το Λονδίνο, το Τόκιο, το Χονγκ-Κονγκ, το Τορόντο, κ.α.

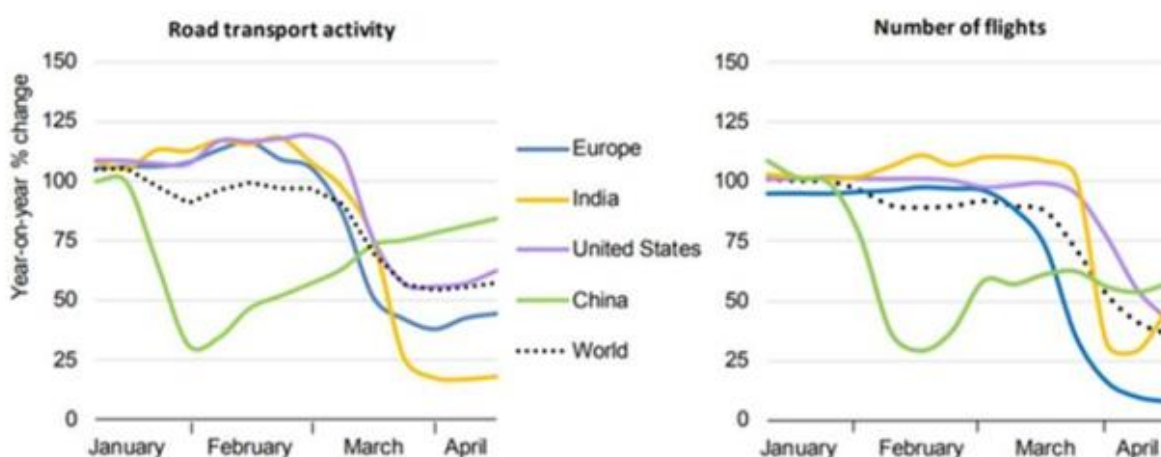
Το μοντέλο που χρησιμοποίησαν για την αξιολόγηση των μεταφορών βασίστηκε πάνω σε 4 δείκτες: την αποδοτικότητα του συστήματος μεταφορών (transport efficiency) , την αναλογία Ενσωμάτωσης της τεχνολογίας (Technology Integration Ratio), το βαθμό

κυκλοφοριακής συμφόρησης (traffic congestion rate), καθώς και την αναλογία προσβασιμότητας (accessibility ratio).

Επιπλέον, μέσω της εφαρμογής *Citymapper* υπολόγισαν τον δείκτη κινητικότητας (mobility index) για τις επιλεγμένες αυτές πόλεις. Κάποια από τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την παραπάνω έρευνα είναι ότι: η μείωση της κινητικότητας σε ποσοστό 50% ,παρατηρείται στην Κίνα και την Ιαπωνία πριν από τον Μάρτιο του 2020, ενώ στον υπόλοιπο κόσμο ξεκινά ραγδαία από τις αρχές Μαρτίου. Επίσης, ο δείκτης κινητικότητας της Κίνας δεν έπεσε ποτέ κάτω από το 30%, ενώ στις υπόλοιπες χώρες προσέγγισε το 0%, κατά την περίοδο που βρίσκονταν σε ισχύ τα περιοριστικά μέτρα.

Οι κυκλοφοριακές τάσεις στην περιοχή της Κίνας, και στις δύο περιπτώσεις μεταφορικών δικτύων (οδικές και αεροπορικές), δείχνουν να ακολουθούν μια αντίστροφη πορεία σε σύγκριση με τις υπόλοιπες χώρες. Οι κινεζικές μεταφορές χτυπήθηκαν από την πανδημία του Covid-19 τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο του 2020, φτάνοντας σε μείωση της τάξεως του 75% στις αρχές του Φεβρουαρίου. Αντίθετα, στις υπόλοιπες χώρες, λόγω καθυστέρησης διάδοσης του πανδημικού κύματος, το πλήγμα στις οδικές και αεροπορικές μεταφορές παρουσιάστηκε στις αρχές του Μαρτίου, με κορύφωση τον μήνα Απρίλιο. Έτσι, καθώς οι οδικές και αεροπορικές μεταφορές άρχισαν παγκοσμίως να σταματούν, στην Κίνα άρχισαν να αυξάνονται σταδιακά.

Τέλος, η παραπάνω έρευνα εστίασε στις αερομεταφορές του Καναδά και στο πως αυτές επηρεάστηκαν σε σχέση με τα συνήθη πρότυπα. Παρατηρήθηκε ότι σε σχέση με τον Δεκέμβριο του 2019, οι επιβατικές αερομεταφορές μειώθηκαν σε ποσοστό 71%, ενώ οι στρατιωτικές σε ποσοστό 27% τον Απρίλιο του 2020.



Διάγραμμα 2. 14: Μεταβολές στις οδικές και αεροπορικές μεταφορές παγκοσμίως λόγω του COVID-19 (IEA, 2020).

Οι Parret et al. (2020) μελέτησαν την επιρροή του νέου κορονοϊού στην κυκλοφορία και την συμπεριφορά των μετακινούμενων, μέσω της ανάλυσης δεδομένων από κυκλοφοριακούς φόρτους αυτοκινητοδρόμων στην Πολιτεία της Φλόριντα των Η.Π.Α. Τα δεδομένα που χρησιμοποίησαν προήλθαν από το Υπουργείο Μεταφορών της Φλόριντα (Florida Department of Transportation-FDOT). Ο κυκλοφοριακός φόρτος, η ταχύτητα των οχημάτων καθώς και η κατηγορία του οχήματος συλλέγονται ωριαία χρησιμοποιώντας τηλεμετρικούς σταθμούς παρακολούθησης. Συλλέχθηκαν, καταγράφηκαν και υποβλήθηκαν σε επεξεργασία ωριαίες μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου δύο κατευθύνσεων από 262 ανιχνευτές μέτρησης οχημάτων. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν για μια περίοδο 82 ημερών από την 1η Ιανουαρίου 2020 μέχρι στις 22 Μαρτίου 2020. Αντίστοιχα δεδομένα συλλέχθηκαν για το έτος 2019, για μία περίοδο 90 ημερών που ξεκινά την 1η Ιανουαρίου 2019 και λήγει στις 31 Μαρτίου 2019, προκειμένου να συγκριθούν με εκείνα του 2020. Συνολικά, το σύνολο δεδομένων περιλάμβανε περισσότερες από 2,1 εκατομμύρια μεμονωμένες παρατηρήσεις.

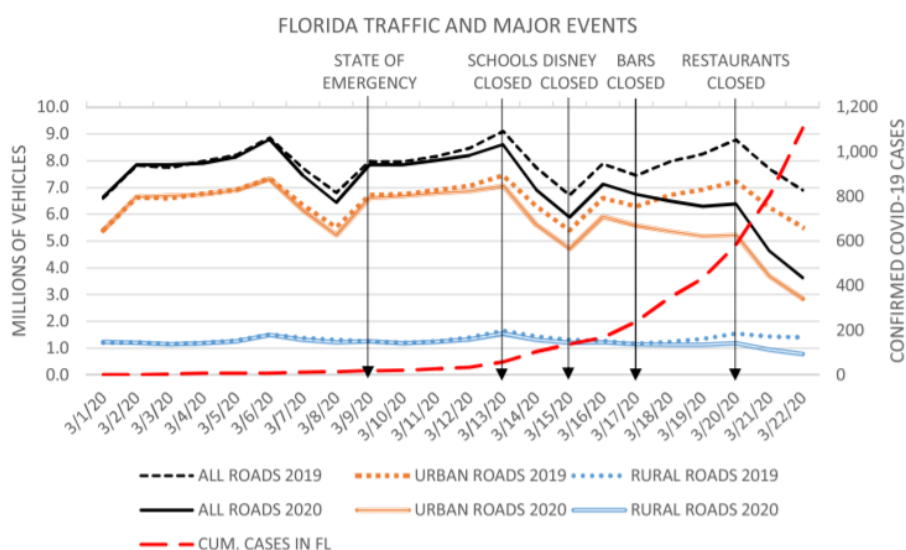
Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν μέσω στατιστικής ανάλυσης (t-test statistics) προκειμένου να απαντήσουν σε 5 ερωτήματα που τέθηκαν στην αρχή της έρευνας. Το πρώτο συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν είναι ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος στην Πολιτεία της Φλόριντα στις 22 Μαρτίου του 2020 παρουσιάστηκε μειωμένος κατά 47.5% σε σχέση με την αντίστοιχη ημερομηνία του 2019. Επιπλέον, το κλείσιμο των σχολείων και των καταστημάτων εστίασης θεωρείται ότι σχετίζεται άμεσα με την μείωση της κυκλοφορίας που παρατηρείται από τον Μάρτιο του 2020, καθώς επίσης και ότι η πτώση της κυκλοφορίας ακολούθησε παρόμοιες τάσεις με την αύξηση των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων Covid-19 σε ολόκληρη την πολιτεία της Φλόριντα. Ακόμη, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου σε περιοχές εκτός της Νότιας Φλόριντα, όπου και αποτέλεσε το επίκεντρο της επιδημίας στην Πολιτεία. Αυτό σημαίνει ότι οι μετακινούμενοι στην συγκεκριμένη περιοχή δεν έδειξαν να επηρεάζονται, παρόλο που αντιμετώπιζαν μεγαλύτερο κίνδυνο να εκτεθούν στον κορονοϊό και συνέχισαν να μετακινούνται σε μεγαλύτερο βαθμό από τους υπόλοιπους. Πάραυτα, ο κυκλοφοριακός φόρτος τόσο στην Νότια Φλόριντα, όσο και έξω από αυτή, μειώθηκε δραματικά μετά το κλείσιμο των σχολείων.

Επίσης, ένα ακόμη συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν είναι ότι η μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου συνέβη νωρίτερα στις αστικές περιοχές της Πολιτείας από ότι στις υπεραστικές, χωρίς όμως να καταφέρουν να προσδιορίσουν το λόγο που συνέβη αφού τα δεδομένα της έρευνας βασίστηκαν μόνο πάνω σε κυκλοφοριακούς φόρτους και όχι σε σκοπούς μετακίνησης.

Συνεχίζοντας, διαπίστωσαν ότι τα οχήματα που κινούνται στους αυτοκινητοδρόμους αποτελούν τα 2/3 του συνολικού κυκλοφοριακού φόρτου στην Πολιτεία, καθώς και επίσης ότι συνέβαλαν σε αντίστοιχο ποσοστό (67% περίπου) στην μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου της Φλόριντα. Όσον αφορά τις οδικές αρτηρίες, διακριτή μείωση του

κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρήθηκε με καθυστέρηση 5 ημερών σε σχέση με τους αυτοκινητοδρόμους. Αυτό ενδεχομένως υποδεικνύει ότι ενώ περιορίστηκαν οι μακρινές μετακινήσεις, για παράδειγμα μετακινήσεις για εργασία ή σχολείο, οι κάτοικοι συνέχισαν να κάνουν τοπικές μετακινήσεις για σχεδόν επιπλέον μία εβδομάδα.

Το τελευταίο συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν αφορούσε την ημέρα που άλλαξε σημαντικά ο κυκλοφοριακός φόρτος και πώς αυτή ποικίλλει ανάλογα με την κατηγορία του δρόμου ή την περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, οι αστικές οδικές αρτηρίες παρουσιάζουν σταθερές διακυμάνσεις στον κυκλοφοριακό φόρτο τους μία μέρα αργότερα από τους αυτοκινητοδρόμους, ενώ για τις υπεραστικές οδικές αρτηρίες μεσολαβούσε μια καθυστέρηση 4 ημερών σε σύγκριση με τις αστικές.



Διάγραμμα 2. 15: Μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου αστικών και υπεραστικών οδών στην Φλόριδα σε σχέση με τις επιβεβαιωμένες περιπτώσεις Covid-19 (Parret et al., 2020).

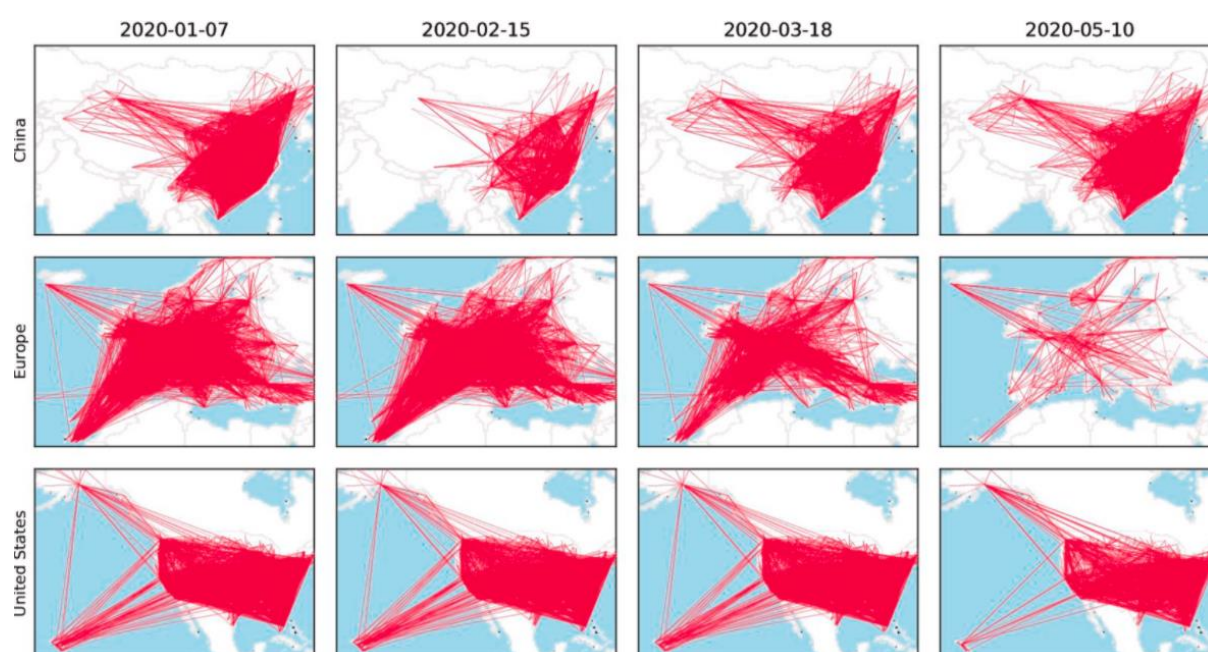
Ο Sun et al. (2020) μελέτησαν λεπτομερώς μέσω μιας εμπειρικής ανάλυσης τις επιπτώσεις της πανδημίας του COVID-19 στα συστήματα αερομεταφορών (air transport systems), επικεντρωμένοι σε μια ανάλυση πολλαπλών δικτύων, που καλύπτει παγκόσμια δίκτυα αεροδρομίων, διεθνή δίκτυα χωρών και εσωτερικά δίκτυα .

Τα δεδομένα για την μελέτη συλλέχθηκαν από το *Flightradar24* και αφορούν 150 αεροπορικές εταιρείες παγκοσμίως για 2751 αεροδρόμια, και αναφέρονται σε μία περίοδο 152 ημερών, από τις 16 Δεκεμβρίου του 2019 μέχρι και τις 15 Μαΐου του 2020.

Αρχικά, παρατηρήθηκε ότι το δίκτυο των αεροδρομίων στο Νότιο ημισφαίριο επηρεάστηκε πολύ περισσότερο σε σχέση με το Βόρειο από άποψη συνδεσιμότητας. Τα αεροδρόμια

δηλαδή στο Βόρειο τμήμα του πλανήτη συνέχισαν, παρόλη την ισχύ των περιορισμών, να διατηρούν αεροπορική σύνδεση μεταξύ τους σε μεγαλύτερο βαθμό από αυτά στο Νότιο.

Το βασικό όμως συμπέρασμα που προκύπτει από την μελέτη, είναι ότι το παγκόσμιο δίκτυο αερομεταφορών παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητο για τους πρώτους 2-3 μήνες του 2020, στην αρχή δηλαδή της πανδημίας. Ο μεγάλος αριθμός των ζευγών Προέλευσης-Προορισμού (OD) καθώς και ο αριθμός των κινούμενων αεροσκαφών, έδειξαν ότι η αεροπορική βιομηχανία αντέδρασε στην πανδημία με καθυστέρηση τουλάχιστον 2 μηνών, και συνέβαλε στην περαιτέρω διασπορά του ιού.



Εικόνα 2 3: Εξέλιξη τριών εσωτερικών δικτύων αεροδρομίων (Κίνα, Ευρώπη, και Η.Π.Α) κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19 από τον Ιανουάριο του 2020 έως το Μαΐο του 2020 (Sun et al., 2020).

Ένα ακόμη συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν είναι ότι οι περιορισμοί επιβλήθηκαν κυρίως σε διεθνείς πτήσεις μεγάλων αποστάσεων. Κατά συνέπεια, οι επιπτώσεις της πανδημίας στις διεθνείς πτήσεις του εξωτερικού ήταν πολύ ισχυρότερες από τις πτήσεις εσωτερικού. Πιο συγκεκριμένα, δύο βασικοί κόμβοι μεταξύ Ευρώπης και Ασίας, η Κωνσταντινούπολη (IST) και το Ντουμπάι (DXB) βρίσκονταν πρακτικά σε μη λειτουργία κατά την διάρκεια των περιορισμών. Ωστόσο, ένας από τους κεντρικότερους κόμβους στις Ηνωμένες Πολιτείες, εκείνος της Ατλάντα (ATL), δεν έδειξε να επηρεάζεται σημαντικά κατά τη διάρκεια της πανδημίας, εξυπηρετώντας κυρίως πτήσεις μεταξύ της Ανατολικής και της Δυτικής Ακτής.

Όσον αφορά την εγχώρια κυκλοφορία, η ανάλυση έδειξε ότι η δυναμική των εσωτερικών δικτύων των αεροδρομίων σε συγκεκριμένες χώρες συνδέεται στενά ανάλογα με την

κατάσταση του COVID-19. Αναμφίβολα, η Ευρώπη έχει υποστεί τις πιο δραστικές αλλαγές, ενώ αντίθετα οι ΗΠΑ αντιμετώπισαν πολύ λιγότερα προβλήματα και η Κίνα δείχνει να ανακάμπτει σταδιακά.

Ο Arellana et al. (2020) μελέτησαν τις βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις που προκάλεσαν οι πολιτικές που εφαρμόστηκαν λόγω της πανδημίας του COVID-19, στα συστήματα μεταφορών της Κολομβίας. Χρησιμοποιήθηκαν πρωτογενή και δευτερογενή δεδομένα για τους τρεις πυλώνες των μεταφορών: τις αερομεταφορές, τις εμπορευματικές μεταφορές καθώς και τις αστικές μεταφορές για τις επτά μεγαλύτερες και πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις στην Κολομβία, τις Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Medellín, και Pereira.

Τα δεδομένα για την ανάλυση των αερομεταφορών προήλθαν από το Flightradar24 και αφορούν προγραμματισμένες πτήσεις για τις 7 αυτές πόλεις, για την περίοδο μεταξύ Μαρτίου και Ιουνίου 2020.

Η ποσοστιαία πτώση στον κλάδο των αερομεταφορών ξεκίνησε σταδιακά από τις 11 Μαρτίου όπου και η χώρα δήλωσε κατάσταση έκτακτης ανάγκης λόγω της πανδημίας. Όμως, η ραγδαία μείωση ξεκίνησε από τις 16 Μαρτίου και έπειτα, όταν και επιβλήθηκε απαγόρευση εισόδου στη χώρα για τους μη-Κολομβιανούς πολίτες. Το παραπάνω μέτρο οδήγησε στη λειτουργία μόνο των εσωτερικών πτήσεων και είχε ως αποτέλεσμα μείωση της τάξεως του 40-60% στον συγκεκριμένο κλάδο. Η επιβολή της υποχρεωτικής καραντίνας κατέστησε τις αερομεταφορές ανενεργές αφού οι μόνες πτήσεις που γίνονταν αφορούσαν charters και cargo-operations.

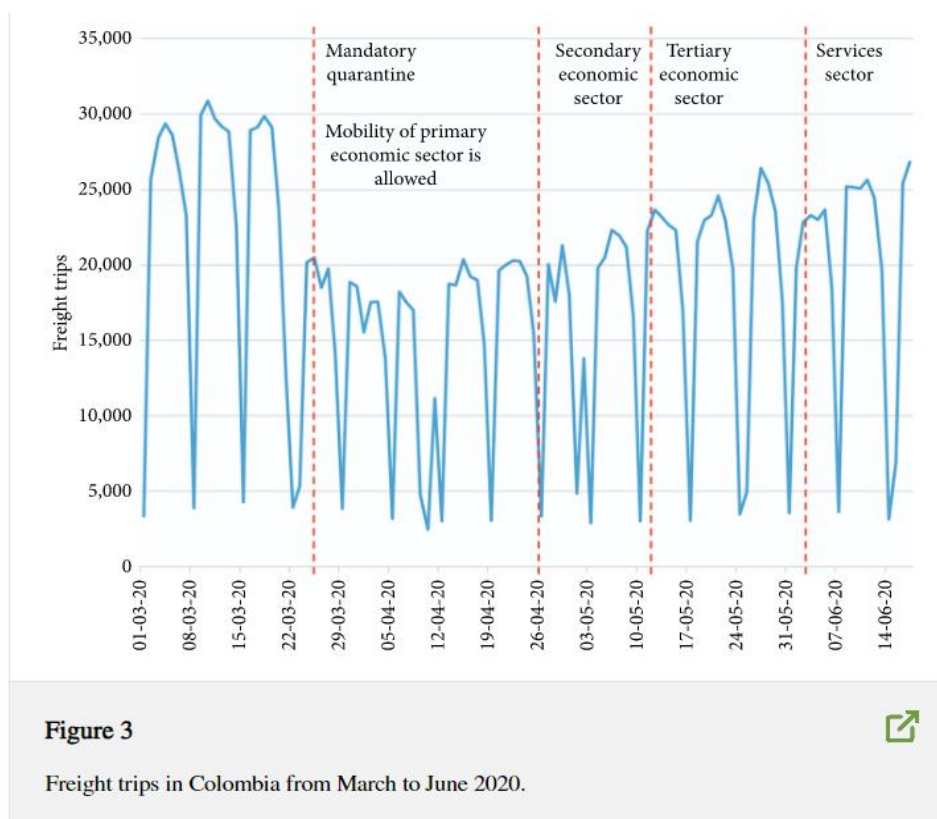
Τέλος, το αεροδρόμιο που έδειξε να επηρεάστηκε περισσότερο ήταν εκείνο της Bucaramanga καθώς στις αρχές της περιόδου μετά την περίοδο του lockdown δεν εξυπηρέτησε καμία πτήση, ενώ εκείνα των Barranquilla και της πρωτεύουσας Bogota ήταν τα πιο πολυσύχναστα μετά την περίοδο του lockdown, πραγματοποιώντας όμως μόνο το 2,3-2.7% των πτήσεων που συνήθιζαν.

Τα δεδομένα που αφορούσαν τις μεταφορές φορτίων (freight transport), συλλέχθηκαν από δεδομένα για εμπορευματικά ταξίδια με φορτηγά που πραγματοποιήθηκαν σε ολόκληρη τη χώρα από τον Μάρτιο έως τα μέσα Ιουνίου από την ιστοσελίδα Logistic Portal, που λαμβάνει δεδομένα από το Κολομβιανό Υπουργείο Μεταφορών. Επιπλέον, συλλέχθηκαν πληροφορίες για τις εμπορευματικές μεταφορές από την Αρχή Πολιτικής Αεροπορίας της Κολομβίας μεταξύ Ιανουαρίου και Απριλίου 2019 και 2020 για τις επτά αυτές πόλεις.

Με βάση τα δεδομένα, οι πρώτες τρεις εβδομάδες του Μαρτίου παρουσιάζουν ένα παρόμοιο προφίλ εμπορευματικών μετακινήσεων, το οποίο υποδηλώνει ότι τα μέτρα που ελήφθησαν πριν από την υποχρεωτική καραντίνα δεν επηρέασαν σημαντικά τις εμπορευματικές μεταφορές. Ωστόσο, υπάρχει μια εμφανής μείωση μετά τις 25 Μαρτίου. Τα εμπορευματικά ταξίδια μειώθηκαν κατά μέσο όρο περίπου 38% κατά τη διάρκεια της υποχρεωτικής καραντίνας, κυρίως επειδή ορισμένα εργοστάσια και εταιρείες έκλεισαν λόγω των περιοριστικών μέτρων. Οι εμπορευματικές μεταφορές παρουσίασαν αυξητική τάση με τη σταδιακή επανεκκίνηση της οικονομίας μετά τις 26 Απριλίου του 2020, χωρίς όμως να πιάσουν τα επίπεδα στα οποία βρίσκονταν πριν η Κολομβιανή κυβέρνηση αναγκαστεί να πάρει μέτρα για την εξάπλωση του COVID-19.

Επιπλέον, έγινε σύγκριση των εμπορευματικών μετακινήσεων μεταξύ Ιανουαρίου και Απριλίου 2019 και 2020 στις επτά πόλεις. Παρόμοια με την τάση των οδικών εμπορευματικών μετακινήσεων, οι εμπορευματικές αεροπορικές μετακινήσεις μειώθηκαν κατά τη διάρκεια της πανδημίας σε σύγκριση με αυτές που παρατηρήθηκαν τους ίδιους μήνες το 2019.

Επιπλέον, συνολικά, η ποσότητα του αεροπορικού φορτίου μειώθηκε σε όλες πόλεις. Πιο συγκεκριμένα, οι πόλεις Bucaramanga, Barranquilla και Pereira ανέφεραν ελάχιστη διακίνηση αεροπορικού φορτίου κατά τη διάρκεια του Μαρτίου, ενώ οι Bogota, Mentegin, Cali και Cartagena παρουσίασαν μειώσεις μεταξύ 40% και 70% σε σύγκριση με τον ίδιο μήνα του προηγούμενου έτους.



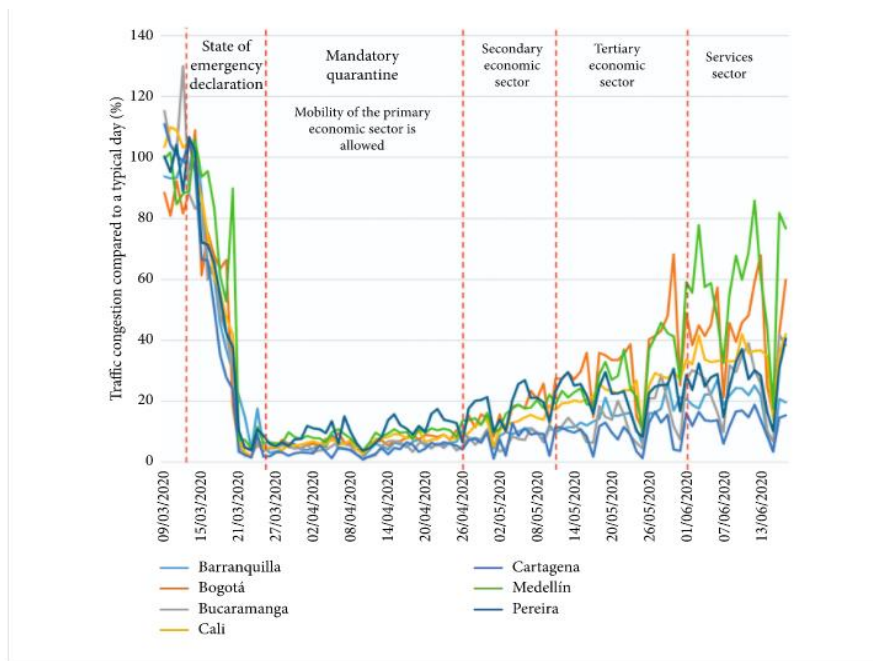
Διάγραμμα 2. 16: Διακύμανση εμπορευτικών μετακινήσεων στην Κολομβία από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο 2020 (Arellana et al., 2020).

Για την ανάλυση των αστικών μεταφορών, χρησιμοποιήθηκαν τρεις δείκτες. Ο πρώτος δείκτης καταγράφει τις αλλαγές της κυκλοφοριακής συμφόρησης στις επτά πόλεις καθημερινά από τον Μάρτιο έως τα μέσα Ιουνίου 2020, χρησιμοποιώντας δεδομένα που λαμβάνονται σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από την Inter-American Development Bank (IDB) και την IDB Invest. Ο δεύτερος δείκτης αναφέρεται σε αλλαγές της ζήτησης των μέσων μαζικής μεταφοράς για όλες τις πόλεις, ενώ ο τρίτος δείκτης καταγράφει αλλαγές στη δραστηριότητα και τη συμπεριφορά μετακίνησης (travel behavior) από τις 12 Ιουνίου του 2020, με βάση το COVID-19 Community Mobility Report, μια υπηρεσία της Google.

Όσον αφορά την κυκλοφορία, οι επιπτώσεις της πανδημίας ήταν σημαντικές σε όλες τις πόλεις της χώρας και ξεκίνησαν από την Παρασκευή 20 Μαρτίου. Οι υποχρεωτικοί περιορισμοί που επιβλήθηκαν, οδήγησαν σε μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης κατά 77%, με αποτέλεσμα να αυξηθούν οι ταχύτητες των οχημάτων κατά 34%.

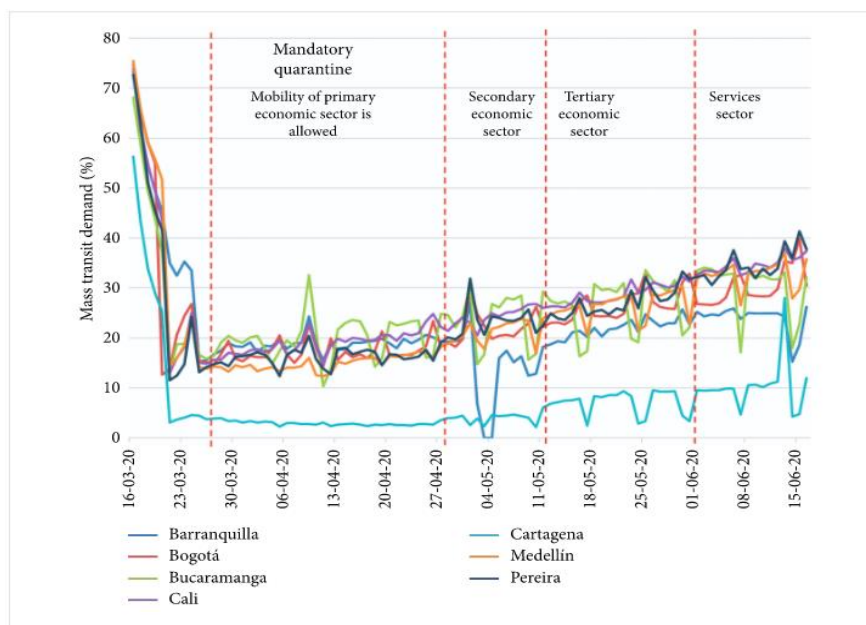
Τα επίπεδα κυκλοφορίας αυξήθηκαν γρήγορα καθώς διαφορετικοί τομείς της οικονομίας εξαιρέθηκαν από την καραντίνα από τις 26 Απριλίου και έπειτα σε αντιστοιχία με την τάση των εμπορευματικών μεταφορών. Αν και, σε γενικές γραμμές, σε όλες τις πόλεις αυξήθηκε

ο κυκλοφοριακός φόρτος, οι αλλαγές ήταν πιο εμφανείς σε πόλεις όπως η Bogota, η Mentegin και η Cali. Αυτές οι πόλεις παρουσίασαν επίπεδα κυκλοφοριακής συμφόρησης μεταξύ 60% και 80% σε σύγκριση με μια τυπική ημέρα.



Διάγραμμα 2. 17: Διακύμανση αστικών μετακινήσεων στην Κολομβία από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο 2020 (Arellana et al., 2020).

Επιπλέον, η ζήτηση στα μέσα μαζικής μεταφοράς παρουσίασε μείωση από την ημερομηνία ισχύος της κατάστασης έκτακτης ανάγκης. Ωστόσο, αυτή η μείωση ήταν πολύ πιο αισθητή μετά τις 20 Μαρτίου. Πιο συγκεκριμένα, η μείωση της ζήτησης κατά την περίοδο καραντίνας στα περισσότερα από τα συστήματα δημόσιων μεταφορών κυμαίνεται μεταξύ 80% και 90%, ενώ η Cartagena είναι η πόλη που παρουσίασε την υψηλότερη μείωση ζήτησης κατά την περίοδο αυτή (96%). Η επίτευξη χαμηλότερης μείωσης της ζήτησης στα συστήματα δημόσιας συγκοινωνίας από ό, τι στα επίπεδα της κυκλοφοριακής συμφόρησης, υποδηλώνει ότι η μείωση των μετακινήσεων στα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι χαμηλότερη από αυτή στα ιδιωτικά μέσα μεταφοράς.



Διάγραμμα 2. 18: Διακύμανση των μετακινήσεων των MMM στην Κολομβία από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο 2020 (Arellana et al., 2020).

Όσον αφορά τη συμπεριφορά μετακίνησης (travel behaviour), διαπιστώθηκε αρχικά ότι το λιανικό εμπόριο και η εργασία έχουν τους ισχυρότερους θετικούς συσχετισμούς με τα επίπεδα της κυκλοφοριακής συμφόρησης και τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς μεταξύ όλων των δραστηριοτήτων, ενώ αντίθετα, ο χρόνος εντός της οικίας (residential time) δεν φαίνεται να παρουσιάζει κάποιο συσχετισμό με αυτές τις δραστηριότητες. Συμπερασματικά, προέκυψε ότι η αύξηση του χρόνου εντός της οικίας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των μέσων μαζικής μεταφοράς και της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Επιπλέον, η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς συσχετίστηκε θετικά με τα επίπεδα μετακινήσεων, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα μέτρα που έλαβε η κυβέρνηση για να επιτρέψει τη λειτουργία ορισμένων δραστηριοτήτων, επηρέασαν τον αριθμό των μετακινήσεων τόσο στις δημόσιες όσο και στις ιδιωτικές μεταφορές. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η επισκεψιμότητα των παντοπωλείων και των φαρμακείων έχει τη χαμηλότερη συσχέτιση με τα επίπεδα κυκλοφοριακής συμφόρησης και τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, ίσως επειδή οι άνθρωποι κατά τη διάρκεια της υποχρεωτικής καραντίνας βασίστηκαν περισσότερο σε διαδικτυακές αγορές ή τοπικά καταστήματα κοντά στα νοικοκυριά, τα οποία μπορούν να προσεγγιστούν περπατώντας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου κατοικίας (residential activities) σε ποσοστό περίπου 30%.

Γενικά, πριν το επερχόμενο lockdown, οι άνθρωποι αφιέρωναν αρκετό χρόνο σε όλες τις δραστηριότητες. Ωστόσο, οι επισκέψεις σε σούπερ μάρκετ και φαρμακεία αυξήθηκαν πολύ περισσότερο από τα ταξίδια για την πραγματοποίηση των άλλων δραστηριοτήτων.

Μετά την εφαρμογή της υποχρεωτικής καραντίνας, η κινητικότητα για αγορές λιανικής, για δραστηριότητες αναψυχής και για την επισκεψιμότητα των πάρκων, μειώθηκε κατά περίπου 80%, ενώ οι μετακινήσεις σε χώρους εργασίας και αγορές σε παντοπωλεία και φαρμακεία περίπου κατά 60%.

O Saladie et al. (2020) μελέτησαν τον αντίκτυπο του lockdown που επέβαλε η ισπανική κυβέρνηση, για την καταπολέμηση της εξάπλωσης του COVID-19, στα οδικά ατυχήματα στην επαρχία της Tarragona.

Τα δεδομένα των οδικών ατυχημάτων ελήφθησαν από τη Γενική Διεύθυνση Πρόληψης, Εξάλειψης και Διάσωσης Πυρκαγιών (DGPEIS) της αυτόνομης Κυβέρνησης της Καταλονίας και περιλάμβαναν πληροφορίες κυρίως από την Καταλανική Πυροσβεστική Υπηρεσία. Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα αφορούν σχεδόν όλα τα οδικά ατυχήματα με τις πιο σοβαρές υλικές και οικονομικές ζημιές, τραυματισμούς και θανάτους, ενώ ένα μικρό ποσοστό ατυχημάτων απουσιάζει επειδή ορισμένα καταγράφονται μόνο από την αστυνομία.

Το σύνολο των δεδομένων κάλυψε μια περίοδο 84 ημερών από τη Δευτέρα 3 Φεβρουαρίου έως και την Κυριακή 26 Απριλίου 2020, έξι δηλαδή εβδομάδες πριν το ισπανικό lockdown και έξι εβδομάδες μετά. Επιπλέον, η DGPEIS παρείχε δεδομένα για οδικά ατυχήματα για τις αντίστοιχες περιόδους του 2018 (Δευτέρα 5 Φεβρουαρίου - Κυριακή 29 Απριλίου) και του 2019 (Δευτέρα 4 Φεβρουαρίου - Κυριακή 28 Απριλίου) προκειμένου να γίνει σύγκριση μεταξύ τους. Για κάθε οδικό ατύχημα οι πληροφορίες αφορούσαν την ημερομηνία του ατυχήματος, τον Δήμο, την οδό, τους τραυματίες ή τα παγιδευμένα άτομα καθώς επίσης και τις συντεταγμένες του, χωρίς ωστόσο να περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με τον χρόνο, την ταχύτητα, ή τα χαρακτηριστικά των οχημάτων.

Αρχικά, ο αριθμός των οδικών ατυχημάτων και οι ημερήσιοι μέσοι όροι, τόσο πριν όσο και μετά το lockdown συγκρίθηκαν με εκείνους που σημειώθηκαν κατά την αντίστοιχη περσινή περίοδο (2019). Στη συνέχεια εφαρμόστηκε τεστ χ^2 για να αναλυθεί εάν οι διαφορές στην κατανομή των οδικών ατυχημάτων ήταν στατιστικά σημαντικές. Η ίδια ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε σχέση με την σοβαρότητα των ατυχημάτων, την ημέρα (καθημερινές ή σαββατοκύριακα/αργίες), τον τύπο της περιοχής (αστικός ή υπεραστικός) καθώς και την κατηγορία του δρόμου (αυτοκινητόδρομος, πρωτεύων ή δευτερεύων δρόμος). Η κατανομή των ατυχημάτων συσχετίστηκε με τη μείωση της κινητικότητας στην ίδια περιοχή και κατά την ίδια περίοδο. Το συμπέρασμα αυτό προέκυψε από απλή στατιστική ανάλυση δεδομένων σχετικά με την καθημερινή κινητικότητα στην επαρχία της Tarragona.

Τέλος, για να διαπιστωθεί εάν το lockdown συσχετίζεται με ένα διαφορετικό χωρικό μοτίβο κατανομής ατυχημάτων, χρησιμοποιήθηκε μια εκτίμηση πυκνότητας πυρήνα (Kernel Density Estimation) για να υπολογιστεί η συγκέντρωση των τροχαίων ατυχημάτων τόσο πριν όσο και κατά τη διάρκεια της περιόδου της καραντίνας.

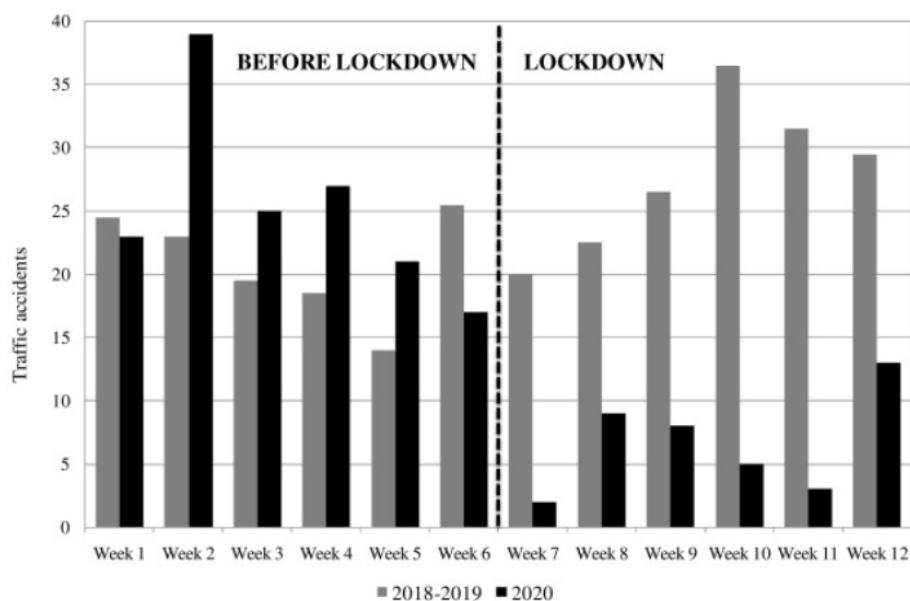
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι συνολικά 192 οδικά ατυχήματα σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια των 84 ημερών, ενώ ο ημερήσιος μέσος όρος ήταν 2,3 οδικά ατυχήματα. Ο αριθμός αυτός, που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια αυτών των 12 εβδομάδων, παρουσίασε μείωση 34% σε σύγκριση με τον μέσο όρο του προηγούμενου έτους. Η περίοδος των 6 εβδομάδων πριν από το lockdown συσχετίστηκε με σχεδόν τέσσερα από τα πέντε οδικά ατυχήματα που καταγράφηκαν (3,6 ανά ημέρα), ενώ ο μέσος αριθμός των καθημερινών τροχαίων ατυχημάτων κατά την περίοδο του lockdown μειώθηκε σε 0,9 και ο συνολικός αριθμός μειώθηκε κατά 74%.

Επιπλέον, ο αριθμός των οδικών ατυχημάτων που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια της καραντίνας μειώθηκε κατά 76% σε σύγκριση με την αντίστοιχη περίοδο 2018-2019 και η διαφορά στην κατανομή των οδικών ατυχημάτων πριν και μετά το lockdown (2018-2019 έναντι 2020) ήταν στατιστικά σημαντική ($\chi^2 = 61,47$, $p < 0,001$).

Το επόμενο συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν οι ερευνητές είναι ότι η μείωση της κινητικότητας και στην Ισπανία ακολούθησε τις διεθνείς τάσεις. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μια άμεση μείωση της κινητικότητας στην περιοχή από το Σάββατο 14 Μαρτίου, ημέρα ανακοίνωσης του lockdown που άρχισε τη Δευτέρα 16 Μαρτίου. Η συνολική ημερήσια μείωση της κινητικότητας που αντιστοιχεί στην περίοδο μελέτης μετά το lockdown (16 Μαρτίου έως 26 Απριλίου) ήταν 62,9%. Επιπλέον, η μείωση των οδικών ατυχημάτων για την ίδια περίοδο ήταν 74,3%.

Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η μείωση του αριθμού των οδικών ατυχημάτων τα σαββατοκύριακα / αργίες (-85%) ήταν πιο έντονη από ό, τι τις καθημερινές το 2020. Ωστόσο, η μεγαλύτερη διαφορά παρατηρήθηκε όταν συγκρίθηκαν τα ατυχήματα Σαββατοκύριακου / διακοπών κατά τη διάρκεια του κλειδώματος με τις αντίστοιχες περιόδους το 2018-2019 (-89%).

Στην συνέχεια, το Διάγραμμα 2.19 παρουσιάζει την εβδομαδιαία εξέλιξη των οδικών ατυχημάτων για το 2019 και το 2020. Το lockdown είχε σαφή αντίκτυπο στα οδικά ατυχήματα, ειδικά την έβδομη εβδομάδα (16–22 Μαρτίου) η οποία και αποτελεί την πρώτη εβδομάδα της καραντίνας καθώς επίσης και την ενδέκατη (13–19 Απριλίου), η οποία περιελάμβανε την εβδομάδα του Πάσχα. Μικρή μείωση του αριθμού των ατυχημάτων παρατηρείται την έκτη εβδομάδα (την τελευταία εβδομάδα πριν από το lockdown). Αυτό οφείλεται πιθανώς στο γεγονός ότι η κινητικότητα άρχισε να μειώνεται κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου 14-15 Μαρτίου, όταν ο Ισπανός πρωθυπουργός ανακοίνωσε ότι το κλείσιμο θα ξεκινήσει την επόμενη Δευτέρα (16 Μαρτίου). Τέλος, είναι σημαντικό να επισημανθεί η αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων στην δωδέκατη και τελευταία εβδομάδα της περιόδου μελέτης (20-26 Απριλίου). Αυτό συνέπεσε με την άρση περιορισμών συγκεκριμένων δραστηριοτήτων και την επακόλουθη αύξηση της κινητικότητας.



Διάγραμμα 2. 19: Εβδομαδιαία εξέλιξη των τροχαίων ατυχημάτων για το 2019 και το 2020 στην επαρχία της Ταραγκόνα (Saladie et al., 2020).

Τα επόμενα συμπεράσματα αφορούσαν τη σοβαρότητα των ατυχημάτων. Η συχνότητα σοβαρών οδικών ατυχημάτων μειώθηκε κατά την περίοδο του lockdown. Ημείωση των ατυχημάτων ήταν μεγαλύτερη (-77%) σε ατυχήματα με υλικές ζημιές (-50%). Η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική όταν τα οδικά ατυχήματα που αφορούσαν τραυματίες ή παγιδευμένα θύματα το 2020 (τόσο πριν όσο και κατά τη διάρκεια της καραντίνας) συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα των ετών 2018-2019 ($\chi^2 = 57,86$, $p < 0,001$).

Ένα ακόμη ενδιαφέρον συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν είναι ότι η μείωση του αριθμού των οδικών ατυχημάτων καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου μελέτης, σε σχέση με τον αντίστοιχο του προηγούμενου έτους, ήταν μεγαλύτερη στις αστικές περιοχές σε σχέση με τις υπεραστικές (-48% και -29%, αντίστοιχα). Ενώ όσον αφορά τις κατηγορίες των δρόμων, ιδιαίτερα εμφανής μείωση των οδικών ατυχημάτων παρατηρήθηκε σε δευτερεύοντες δρόμους (-89%) και αυτοκινητόδρομους (-69%) την περίοδο της απαγόρευσης της κυκλοφορίας.

Ο Yannis et al.(2020) διερεύνησαν την επίδραση του COVID-19 στην οδηγική συμπεριφορά και την οδική ασφάλεια στην Ελλάδα και το Βασίλειο της Σαουδικής Αραβίας. Για την αξιολόγηση αυτών των δύο στόχων, συλλέχθηκαν στοιχεία και υπολογίστηκαν έντεκα δείκτες οδικής ασφαλείας

1. συνολική διάρκεια μετακίνησης
2. συνολική απόσταση ανά μετακίνηση
3. διάρκεια οδήγησης
4. επικίνδυνες ώρες οδήγησης ανά μετακίνηση
5. σκληρές επιταχύνσεις ανά 100 km
6. σκληρό φρενάρισμα ανά 100 km
7. ανάπτυξη υπερβολικά μεγάλης ταχύτητας(speeding) ανά διάρκεια οδήγησης
8. μέσος όρος επιτάχυνσης
9. μέση συνολική ταχύτητα
10. μέση ταχύτητα οδήγησης και
11. διάρκεια χρήσης τηλεφώνου ανά διάρκεια οδήγησης

Τα στοιχεία αυτά συλλέχθηκαν μέσω μιας ειδικά ανεπτυγμένης εφαρμογής για κινητά smartphones που παρέχεται από την OSevenTelematics. Πιο συγκεκριμένα, για να ποσοτικοποιηθεί η επίδραση του COVID-19 στη συμπεριφορά οδήγησης και την οδική ασφάλεια διαφορετικών χωρών, χρειάστηκαν :

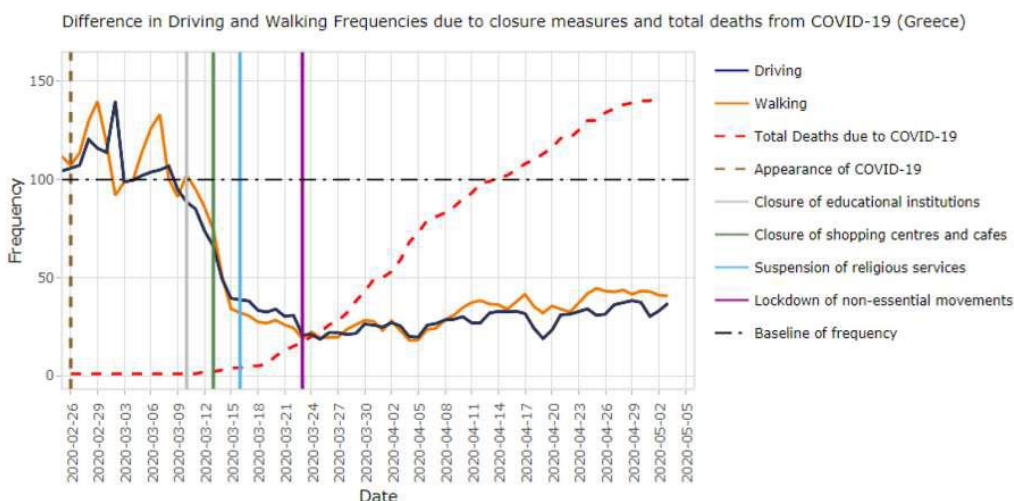
1. Δεδομένα οδηγικής συμπεριφοράς (τόσο κατά τη διάρκεια του COVID-19 όσο και υπό κανονικές συνθήκες),
2. Δεδομένα κυκλοφορίας (ιδανικά από εθνικές ή περιφερειακές αρχές κυκλοφορίας) τόσο κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 αλλά και πριν απο αυτή,
3. Δεδομένα για τον COVID-19, σχετικά με περιπτώσεις και θύματα καθώς και εκάστοτε εθνικά μέτρα προστασίας για την μείωση της διασποράς του ιού
4. Δεδομένα ατυχημάτων

Αρχικά, για την ανάλυση της οδηγικής συμπεριφοράς (driving behavior), η OSeven παρείχε ένα δείγμα μετακινήσεων από τη βάση δεδομένων της για την Ελλάδα και τη Σαουδική Αραβία για ένα χρονικό διάστημα 4 μηνών από 29/12/2019 έως 03/05/2020. Το διάστημα αυτό περιλαμβάνει τις περιόδους πριν και μετά το lockdown. Το τελικό αποτέλεσμα της ανάλυσης και της επεξεργασίας των δεδομένων που συλλέχθηκαν για την οδηγική συμπεριφορά είναι επικίνδυνα γεγονότα οδήγησης που σχετίζονται με την επιτάχυνση, την χρήση κινητού τηλεφώνου, τις υψηλές επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις, καθώς και την οικολογική οδήγηση.

Όσον αφορά τα κυκλοφοριακά δεδομένα(traffic data), τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και για τις δύο χώρες είναι αναφορές δεδομένων κινητικότητας(mobility data reports) από την Apple για το έτος 2020.

Για την συλλογή των δεδομένων για τον COVID-19 (κρούσματα,θύματα, κτλ.), ανακτήθηκαν πληροφορίες από τα Εθνικά Υπουργεία Υγείας και διασταυρώθηκαν με τις επίσημες κυβερνητικές δημοσιεύσεις και δημοφιλείς ιστοσελίδες που μετρούν την εξάπλωση του COVID-19 (π.χ.Worldometer, 2020). Τα αποτελέσματα σχετικά με τον κυκλοφοριακό φόρτο οχημάτων και πεζών όσον αφορά την Ελλάδα, δείχνουν ότι υπάρχει σημαντική μείωση, τόσο στην κυκλοφορία οχημάτων όσο και πεζών, κατά τη διάρκεια της εξάπλωσης του COVID-19. Από τις αρχές Μαρτίου και ειδικά από την έναρξη του lockdown στα μέσα του μήνα, και έπειτα, παρατηρείται μείωση κατά 62% των ατόμων που οδηγούν και μείωση κατά 58% των ατόμων που περπατούν. Ο κυκλοφοριακός φόρτος έχει μειωθεί σχεδόν 10% την πρώτη εβδομάδα του Μαρτίου ,ενώ αγγίζει το 75% την πρώτη εβδομάδα του Απριλίου σε σύγκριση με τον κυκλοφοριακό φόρτο πριν από την πανδημία COVID-19.

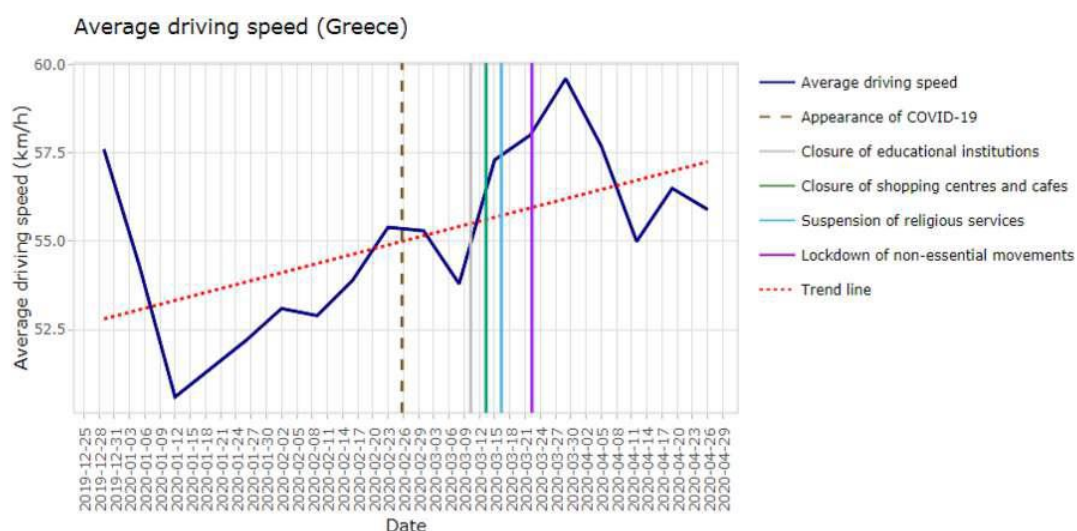
Όσον αφορά τη Σαουδική Αραβία, παρόμοια με την Ελλάδα, τόσο η οδήγηση όσο και το περπάτημα παρουσιάζουν μείωση κατά την περίοδο του COVID-19. Ωστόσο, η μείωση που παρατηρήθηκε ήταν μικρότερη από εκείνη της Ελλάδας με 56% και 47% μείωση στην οδήγηση και στο περπάτημα αντίστοιχα. Αντίστοιχα, ο κυκλοφοριακός φόρτος έχει μειωθεί κατά 20% την πρώτη εβδομάδα του Μαρτίου , ενώ μέχρι και 50% από την πρώτη εβδομάδα του Απριλίου.



Διάγραμμα 2. 20: Μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου και περπατήματος κατά την διάρκεια του πρώτου κύματος της πανδημίας (Yannis et al., 2020).

Για την ταχύτητα και την επιτάχυνση των οδηγών τα δεδομένα έδειξαν ότι με λιγότερα οχήματα στους δρόμους της πόλης, οι οδηγοί είχαν την τάση να θέλουν να φθάσουν γρηγορότερα στους προορισμούς τους, και συνεπώς υπήρξε υιοθέτηση πολύ υψηλών ταχυτήτων (speeding). Για πρώτη φορά τον Μάρτιο του 2020 υπήρξε κατά μέσο όρο αύξηση 2% στις υψηλές ταχύτητες σε σύγκριση με τον Φεβρουάριο του ίδιου έτους, ενώ παρατηρήθηκε 7% αύξηση τον Απρίλιο. Ομοίως, στην Σαουδική Αραβία παρουσιάστηκε αύξηση κατά 4% και 5 % τον Μάρτιο και Απρίλιο αντίστοιχα. Τα παραπάνω οδήγησαν όπως είναι λογικό στην αύξηση της μέσης ταχύτητας των οχημάτων. Πιο συγκεκριμένα, μια πρώτη αύξηση της τάξεως του 6% παρατηρήθηκε τον Μάρτιο, ενώ τον Απρίλιο η ταχύτητα αυξήθηκε κατά 11% στην χώρα μας σε σχέση με τον περασμένο Φεβρουάριο. Σχεδόν, αντίστοιχα νούμερα παρουσίασε και η Σαουδική Αραβία με την ταχύτητα να αυξάνεται κατά 8% τον Απρίλιο.

Στην Ελλάδα υπολογίστηκε αύξηση 4% στη μέση ταχύτητα οδήγησης (average driving speed) κατά τον Μάρτιο και κατά 6% τον Απρίλιο σε σύγκριση με τον Φεβρουάριο του 2020. Η μέγιστη τιμή της έφτασε περίπου στα 60 χλμ/ώρα στις 29 Μαρτίου. Στη Σαουδική Αραβία η αντίστοιχη αύξηση της ταχύτητας οδήγησης κυμάνθηκε από 4% τον Μάρτιο σε 7% τον Απρίλιο του 2020. Ωστόσο, μπορεί να παρατηρηθεί ότι οι ταχύτητες ήταν υψηλότερες στο Βασίλειο της Σαουδικής Αραβίας από την Ελλάδα κατά την περίοδο του lockdown.



Διάγραμμα 2. 21: Μεταβολή μέσης ταχύτητας κίνησης κατά την διάρκεια του πρώτου κύματος της πανδημίας (Yannis et al., 2020)

Όσον αφορά την απότομη επιτάχυνση και επιβράδυνση είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι γενικά έχουν μια ουδέτερη τάση στην Ελλάδα, ενώ η αύξηση των απότομων επιταχύνσεων ανά απόσταση εντοπίστηκε κατά τις πρώτες ημέρες του Ιανουαρίου. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την περίοδο των διακοπών, ο χαμηλότερος κυκλοφοροριακός φόρτος οδήγησε σε ομαλότερη συμπεριφορά οδήγησης, ενώ οι οδηγοί επέστρεψαν στις προηγούμενες οδηγικές συνήθειες και ως αποτέλεσμα παρουσίασαν υψηλότερες τιμές της επιτάχυνσης. Η αύξηση της απότομης επιτάχυνσης είναι εμφανής μετά το lockdown, όπως και στις περιόδους διακοπών. Παρόμοιες παρατηρήσεις έγιναν και για τη Σαουδική Αραβία.

Η αύξηση της απότομης επιβράδυνσης είναι πιο εμφανής για την Σαουδική Αραβία. Μπορεί να παρατηρηθεί ότι η απότομη επιβράδυνση έχει ανοδική τάση ειδικά μετά το κλείσιμο των θρησκευτικών υπηρεσιών και την έναρξη της απαγόρευσης της κυκλοφορίας.

Στο τελευταίο κομμάτι γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα που έχουν να κάνουν με τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων (trip characteristics). Σχετικά με τη διάρκεια της μετακίνησης τα αποτελέσματα έδειξαν τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Σαουδική Αραβία ότι οι χρόνοι μετακίνησης μειώθηκαν σημαντικά λόγω του lockdown. Παρατηρήθηκε μείωση κατά 29% στη συνολική διάρκεια των μετακινήσεων στην Ελλάδα τον Μάρτιο, και 65% ενώ τον Απρίλιο. Αντίστοιχα, στην Σαουδική Αραβία παρατηρήθηκε μείωση 30% και 73% για τους μήνες αυτούς.

Ακόμη, κατά την κορύφωση της απαγόρευσης κυκλοφορίας τον Απρίλιο του 2020 στην Ελλάδα, υπολογίστηκε μειωμένη οδήγηση τις επικίνδυνες ώρες (0.00-5.00π.μ) κατά 75% σε σχέση με τον Φεβρουάριο του 2020. Στην Σαουδική Αραβία τα ποσοστά ήταν ακόμη μεγαλύτερα αφού η οδήγηση εκείνες τις ώρες παρουσιάζεται μειωμένη κατά 30% τον Μάρτιο και κατά 81% τον Απρίλιο.

Σχετικά με τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα κατά την διάρκεια της πανδημίας αποδεικνύεται ότι υπήρξε μείωση κατά 41% στο συνολικό αριθμό των οδικών ατυχημάτων τον Μάρτιο του 2020, όταν και έλαβε χώρα η πλειονότητα των μέτρων αντιμετώπισης σχετικά με το COVID-19. Επιπλέον, τον ίδιο μήνα, ο αριθμός των οδικών ατυχημάτων με νεκρούς μειώθηκε κατά 41%, ενώ εκείνα με τους σοβαρά τραυματίες κατά 8%.

Οι Faber et al. (2020) διερευνήσαν την επίδραση του "έξυπνου" lockdown στις καθημερινές μετακινήσεις των πολιτών, που εφάρμοσε η Ολλανδική κυβέρνηση με σκοπό την ισορροπία μεταξύ του περιορισμού της πανδημίας Covid-19 και τη συνέχιση της οικονομικής δραστηριότητας. Ο όρος έξυπνο lockdown αναφέρεται στην περίπτωση κατά την οποία οι Ολλανδοί πολίτες παροτρύνθηκαν να εγκαταλείπουν τα σπίτια τους όσο το δυνατόν λιγότερο και να εργαστούν από το σπίτι. Επιπλέον, μπαρ, εστιατόρια, σχολεία, γυμναστήρια έκλεισαν και δεν επιτρεπόταν η επίσκεψη σε γηροκομεία. Παρόλο που οι κάτοικοι κλήθηκαν να παραμείνουν στο σπίτι, η μετακίνηση ήταν ελεύθερη αρκεί να τηρούνταν η απόσταση του 1,5 μέτρου μεταξύ των ατόμων.

Τα αποτελέσματα της έρευνας βασίζονται σε δεδομένα ερωτηματολογίων από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα περίπου 2.500 Ολλανδών πολιτών τα οποία παρέχονται από την Ολλανδική Ομάδα Κινητικότητας (MPN) για την εβδομάδα μεταξύ 27 Μαρτίου και 4 Απριλίου. Τα δεδομένα αυτά συνδυάστηκαν με πρόσθετες ερωτήσεις με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της τρέχουσας συμπεριφοράς και των μελλοντικών προσδοκιών. Έτσι, το ερωτηματολόγιο αποτελούταν από τρία βασικά τμήματα: το πρώτο που εστιάζει στην απασχόληση των ανθρώπων (εργασία ή εκπαίδευση), το δεύτερο στις υπαίθριες δραστηριότητες (outdoor activities) τους, και το τρίτο στις συνήθειες μετακινήσεις τους (travel patterns), τα αποτελέσματα των οποίων αναλύονται στην συνέχεια.

Τα πρώτα αποτελέσματα αφορούν τις υπαίθριες δραστηριότητες των Ολλανδών πολιτών. Η κρίση του κορονοϊού οδήγησε άτομα όλων των ηλικιακών ομάδων του ολλανδικού πληθυσμού να είναι λιγότερο ενεργά σε εξωτερικούς χώρους. Για παράδειγμα, το Σεπτέμβριο του 2019 το 15% των ερωτηθέντων έκανε μετακινήσεις με προορισμό τα παντοπωλεία τουλάχιστον τέσσερις φορές την εβδομάδα, το ποσοστό αυτό μειώθηκε σε περίπου 8% στα τέλη Μαρτίου / αρχές Απριλίου 2020. Γενικότερα, περίπου το 85% και το 90% των ανθρώπων δήλωσαν ότι πραγματοποιούν όλες τις δραστηριότητες (ψώνια, σωματική άσκηση, επισκέψεις) λιγότερο συχνά.

Επιπλέον, αναφέρθηκε ότι οι ερωτώμενοι αναμένουν να επιστρέψουν στη συνήθη συμπεριφορά τους, όταν η απειλή του ιού έχει υποχωρήσει σημαντικά. Η συντριπτική πλειονότητα (> 90%) δεν αναμένει ότι οι τρέχουσες αλλαγές στις υπαίθριες δραστηριότητες θα συνεχιστούν και μετά την κρίση του κοροναϊού, αφού διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι δεν βιώνουν αυτές τις δραστηριότητες ευχάριστα.

Όσον αφορά την εργασία και την εκπαίδευση, δεδομένου ότι τα σχολεία και τα πανεπιστήμια ήταν κλειστά, σχεδόν όλοι μαθητές και φοιτητές έπρεπε παρακολουθήσαν τα μαθήματα μέσω τηλεκπαίδευσης. Αυτές οι αλλαγές οδήγησαν σε σημαντική μείωση του αριθμού των μετακινήσεων, γεγονός που προκαλεί μεγάλη αλλαγή στις μετακινήσεις της Ολλανδίας. Επιπλέον, εκείνοι που συνήθως μετακινούνταν με τις δημόσιες συγκοινωνίες, αύξησαν τον αριθμό των ωρών εργασίας από το σπίτι καθώς κλήθηκαν να αποφύγουν όσο

το δυνατόν περισσότερο τις δημόσιες συγκοινωνίες, η χρήση των οποίων παρουσίασε σημαντική μείωση.

Επιπλέον, η έρευνα έδειξε ότι ενώ η συντριπτική πλειοψηφία (> 90%) των ερωτηθέντων δεν αναμένουν ότι οι τρέχουσες αλλαγές στις εξωτερικές δραστηριότητες τους θα συνεχιστούν και μετά την λήξη της πανδημίας. Το 27% των ατόμων που εργάζονταν από το σπίτι προτιμούν να συνεχίσουν να το κάνουν και στο μέλλον, καθώς επίσης για απομακρυσμένες συναντήσεις, το 36% αναμένει να το κάνει πολύ πιο συχνά και μετά. Εάν αυτές οι προσδοκίες υλοποιηθούν στην πράξη, θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μια σημαντική αλλαγή στο σύστημα μεταφορών, που θα οφείλεται στη δραστική μείωση του αριθμού των μετακινήσεων και των επαγγελματικών ταξιδιών.

Τελευταία κατηγορία αποτελούν οι προσωπικά συνήθειες μετακινήσεων (travel patterns) και πώς αυτά διαμορφώθηκαν λόγω του Covid-19. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι άνθρωποι μένουν στο σπίτι για μια ολόκληρη μέρα πολύ πιο συχνά σε σύγκριση τον Σεπτέμβριο του 2019. Συγκεκριμένα, τον Σεπτέμβριο του 2019, περίπου το 20% των ανθρώπων δεν πραγματοποίησαν καμία μετακίνηση, ενώ αντίστοιχα τον Μάρτιο και τον Απρίλιο του 2020, δεν αναφέρονται καθόλου μετακινήσεις στο 50% των ημερών.

Επιπλέον, οι Faber et al. (2020) διαπίστωσαν ότι ο συνολικός αριθμός των μετακινήσεων καθώς και της συνολικής απόστασης που διένυαν οι μετακινούμενοι είχε μειωθεί σημαντικά κατά 55% και 68% αντίστοιχα. Ο μέσος όρος των μετακινήσεων μειώθηκε από 8,0 σε 3,6 μετακινήσεις ανά τρεις ημέρες. Όλοι οι τρόποι μετακίνησης επηρεάστηκαν από τη μείωση της συνολικής κινητικότητας με μεγαλύτερη-σχεδόν ολική- μείωση παρουσιάζουν οι μετακινήσεις με τα ΜΜΜ και το ΙΧ αυτοκίνητο σε ποσοστό 90% και 80% αντίστοιχα.

Ωστόσο, το περπάτημα ήταν εκείνο που επηρεάστηκε λιγότερο με ποσοστό 14%, ενώ η συνολική διανυθείσα απόσταση μειώθηκε από 94 χλμ σε 30 χλμ για διάστημα τριών ημερών.

Σημαντικό είναι επίσης να αναφερθεί η απότομη αύξηση των αποκαλούμενων κυκλικών μετακινήσεων, μετακινήσεις δηλαδή στις οποίες ο προορισμός είναι ο ίδιος με την προέλευση, όπως για παράδειγμα η βόλτα του σκύλου ή το ποδήλατο για ψυχαγωγικούς σκοπούς, κατά την περίοδο της καραντίνας. Ενώ πριν από την κρίση του κορονοϊού, περίπου μία στις δεκαπέντε μετακινήσεις (7%) αποτελούσε μια τέτοια διαδρομή, αυτός ο τύπος μετακινήσεων αυξήθηκε σε μία στις τέσσερις (25%) το 2020. Αυτή η αύξηση, είτε με τα πόδια είτε με ποδήλατο, επηρεάζει και τη μέση απόσταση μετακίνησης. Ενώ η συνολική μέση απόσταση μειώθηκε από περίπου 12 χλμ σε 8 χλμ όπως προαναφέρθηκε, τόσο η χρήση ποδηλάτου όσο και το περπάτημα παρουσίασαν αύξηση στη μέση απόσταση μετακίνησης. Πιο συγκεκριμένα, η μέση απόσταση μετακίνησης με ποδήλατο είχε αυξηθεί κατά 30%, από 3,3 χλμ σε 4,3 χλμ, ενώ αυτή του περπατήματος αυξήθηκε ακόμη περισσότερο σε ποσοστό 83% από 1,2 χλμ σε 2,2 χλμ.

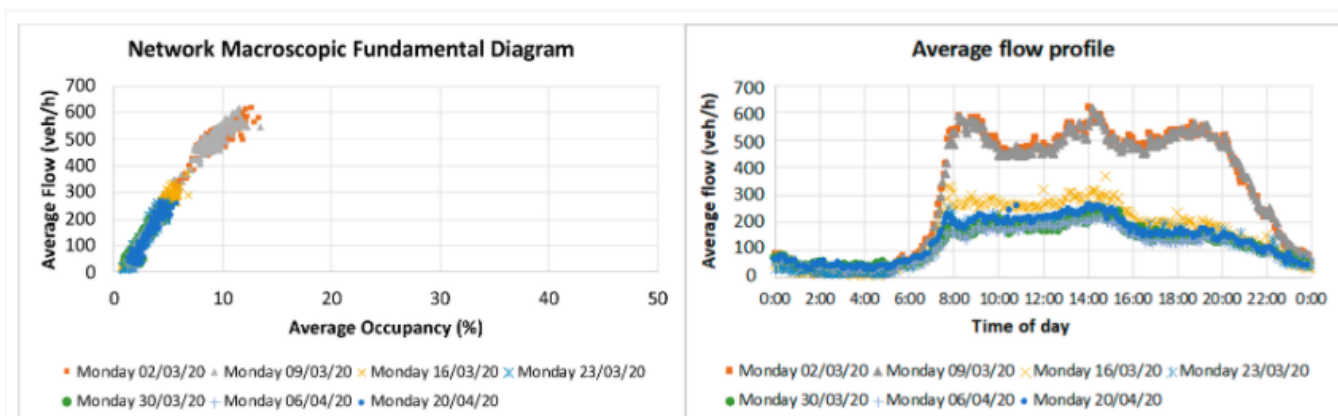
Τέλος, η έρευνα έδειξε ότι η στάση απέναντι στις δημόσιες συγκοινωνίες είχε αλλάξει σημαντικά. Οι άνθρωποι ήταν ήδη λιγότερο πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν τις δημόσιες συγκοινωνίες πριν από τον κορονοϊό, ενώ κατά τη διάρκεια της πανδημίας η χρήση τους μειώθηκε ακόμη περισσότερο, καθώς <10% των ανθρώπων παρουσίασαν θετική στάση απέναντι στο τρένο, το λεωφορείο, το τραμ ή το μετρό. Εκτός από τις δημόσιες συγκοινωνίες, καταγράφηκε αισθητή αύξηση του αριθμού των ατόμων που είναι θετικοί απέναντι στο ΙΧ αυτοκίνητο.

Οι Aloi et al.(2020) μελέτησαν τον αντίκτυπο που είχαν τα μέτρα περιορισμού που επιβλήθηκαν με σκοπό την αναχαίτηση της πανδημίας του COVID-19, σε μια πόλη της Βόρειας Ισπανίας, Σανταντέρ.

Τα νέα προφίλ κινητικότητας (mobility patterns) που προκύπτουν και αναλύονται σε αυτή την διερεύνηση υπολογίζονται από διαφορετικά δεδομένα που ελήφθησαν από το Δημαρχείο της Σανταντέρ, το οποίο παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σε εργαστήριο επεξεργασίας δεδομένων που βρίσκεται στο Πανεπιστήμιο της Κανταβρίας. Πιο συγκεκριμένα, 480 επαγωγικοί βρόγχοι καταγράφουν δεδομένα κυκλοφοριακού φόρτου για κάθε λεπτό. Τα δεδομένα από τα GPS των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς αναλύθηκαν για να παρέχουν δεδομένα σχετικά με την ταχύτητα και τον αριθμό των στάσεων από το ενσωματωμένο Ευφυές Σύστημα Μεταφορών (ITS) που διαθέτουν, και δεδομένα εισιτηρίων τα οποία παρείχαν τον αριθμό των χρηστών στο δίκτυο οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή, καθώς και σε ποια στάση, γραμμή και όχημα βρίσκονται. Επίσης, αναλύθηκαν 45 κάμερες ελέγχου κυκλοφορίας, και χρησιμοποιώντας τεχνικές επεξεργασίας εικόνας ,συλλέχθηκαν δεδομένα σχετικά με τον αριθμό των πεζών.

Όσον αφορά την κυκλοφορία των οχημάτων παρατηρήθηκε, όπως και παγκοσμίως, έντονη μείωση της σε ολόκληρη την πόλη. Πριν από την εφαρμογή των περιορισμών, η κύρια είσοδος της πόλης κατέγραψε περίπου 42.000 διερχόμενα οχήματα σε μια τυπική ημέρα, ενώ ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε κατά 64% την πρώτη εβδομάδα της απαγόρευσης και κατά 78% την τρίτη εβδομάδα.

Προκειμένου να εκτιμηθεί ένα συνολικό αποτέλεσμα για την κυκλοφορία της πόλης, σχεδιάστηκε το θεμελιώδες μακροσκοπικό διάγραμμα της κυκλοφοριακής ροής (Network Macroscopic Fundamental Diagram-NMFD) για όλες τις Δευτέρες του Μαρτίου 2020. Το διάγραμμα αυτό δείχνει πώς οι κανονικές ημέρες πριν από την καραντίνα παρουσιάζουν μια πανομοιότυπη συμπεριφορά, με μέσες μέγιστες τιμές κυκλοφοριακού φόρτου περίπου 600 οχήματα/ώρα, χωρίς ο κυκλοφοριακός φόρτος να προσεγγίζει την κυκλοφοριακή ικανότητα. Ο κυκλοφοριακός φόρτος καθώς και η κατάληψη μειώνονται δραστικά κατά τη διάρκεια της καραντίνας, με ακόμη μεγαλύτερη μείωση (μεγαλύτερη από 65%) να παρατηρείται στις 30 Μαρτίου 2020.



Διάγραμμα 2. 22: Μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου ημερών Δευτέρας για τον Μάρτιο του 2020 (Aloi et al., 2020).

Η εικόνα στα δεξιά δείχνει ότι κατά τη διάρκεια του lockdown, η πρωινή κινητικότητα είναι μεγαλύτερη από ό, τι το απόγευμα, όπου δεν παρατηρείται κάποια έντονη διαφοροποίηση στους κυκλοφοριακούς φόρτους. Επίσης, η πρωινή ώρα αιχμής εξομαλύνθηκε μετά την επιδείνωση των περιορισμών, αφού πολύ λίγα άτομα μετακινούνταν για λόγους εργασίας. Τέλος, παρατηρήθηκε αύξηση του μέσου κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη διάρκεια της νυχτερινής περιόδου (μεταξύ 1:00 π.μ. και 5:00 π.μ.), χωρίς όμως να μπορεί να εξηγηθεί το γεγονός με τα υπάρχοντα δεδομένα.

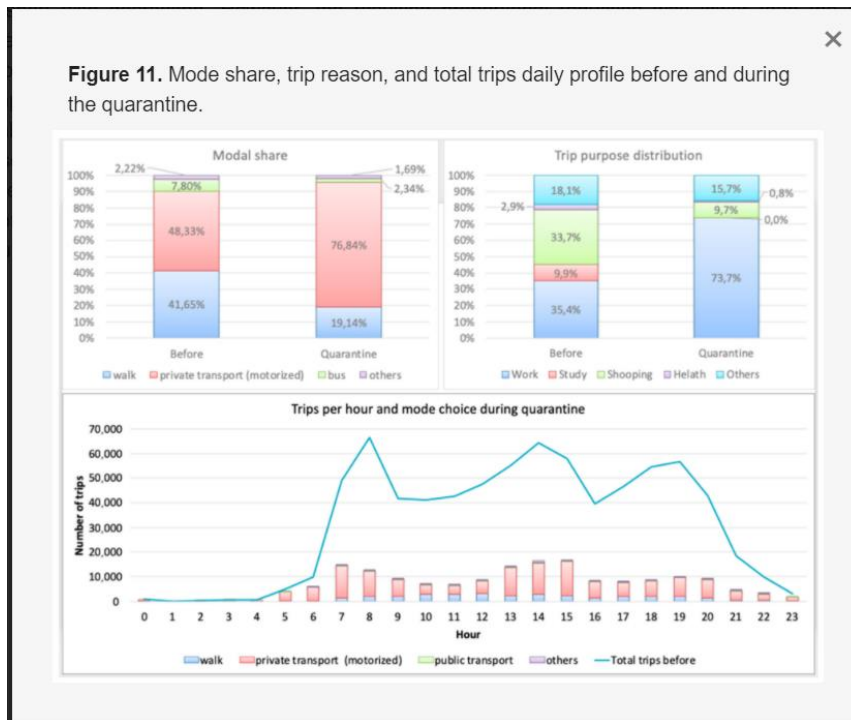
Ωστόσο, η μείωση της κινητικότητας ήταν πολύ πιο έντονη για τις δημόσιες συγκοινωνίες της πόλης, αφού εκτιμήθηκε σε ποσοστό άνω του 90%. Επιπλέον, η πρωινή αιχμή σχεδόν μηδενίστηκε, ενώ μέση αιχμή κατά τη διάρκεια της μέρας διατηρήθηκε ελαφρώς. Όπως συνέβη με την κυκλοφορία των ΙΧ αυτοκινήτων, μια μείωση κατά 35% στους χρήστες εμφανίζεται το απόγευμα σε σύγκριση με τα πρωινά δεδομένα. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι οι γραμμές εξυπηρέτησης της πανεπιστημιούπολης υπέστησαν τη μεγαλύτερη μείωση (92%), ενώ εκείνες που εξυπηρετούν την περιφέρεια της πόλης μειώθηκαν κατά 88%.

Σχετικά με τα προφίλ των μετακινούμενων, εξαιτίας των περιορισμών που επιβλήθηκαν, πραγματοποιήθηκαν λιγότερες μετακινήσεις με τη δημόσια συγκοινωνία για λόγους εργασίας σε σύγκριση με τις μετακινήσεις των ΙΧ αυτοκινήτων. Το ίδιο συνέβη και με την κινητικότητα των πεζών κατά την πρωινή ώρα αιχμής, η οποία μειώθηκε δραστικά, αφού η μόνη μετακίνηση που γινόταν με τα πόδια ήταν η μετακίνηση με προορισμό τα τοπικά καταστήματα τροφίμων ή φαρμακεία.

Προκειμένου να εκτιμηθεί το καθημερινό προφίλ των μετακινήσεων (travel pattern) για πεζούς και ποδηλάτες, συσχετίθηκαν οι ροές πεζών και ποδηλάτων που λήφθηκαν από 9 διαφορετικές κάμερες κυκλοφορίας, χρησιμοποιώντας το μοντέλο κινητικότητας που είχε βαθμονομήσει το Πανεπιστήμιο της Κανταβρίας για την πόλη. Το προφίλ τους αποκτήθηκε

από την πλέον πρόσφατη έρευνα του πίνακα Προέλευσης-Προορισμού (Origin-Destination), ενημερωμένο με μετρήσεις έως το 2018. Η ίδια συσχέτιση εφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας τις νέες μετρήσεις που λήφθηκαν από τις κάμερες κατά την περίοδο της καραντίνας, πραγματοποιώντας εκ νέου εκτίμηση μέσω του πίνακα Προέλευσης-Προορισμού και του καθημερινού προφίλ των μετακινήσεων.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η μείωση συνέπεσε με εκείνη που παρατηρήθηκε για τη γενική κυκλοφορία και τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Συγκεκριμένα, δεν παρουσιάστηκαν τόσο πρωινές όσο και βραδινές αιχμές, αλλά αντικαταστάθηκαν με την εμφάνιση μιας μόνο περιόδου αιχμής στη μέση της ημέρας μεταξύ 11:00 και 13:00, όταν πολλοί άνθρωποι μετακινούνταν για να πραγματοποιήσουν βασικές αγορές. Επιπλέον, η κινητικότητα κατά τη διάρκεια του απογεύματος μειώνεται κατά περίπου 55% σε σύγκριση με το πρωί, όπου για μια τυπική ημέρα η μείωση αυτή είναι ελαφρώς χαμηλότερη από εκείνη του κυκλοφοριακού φόρτου (70%). Όλες οι ενημερωμένες πληροφορίες εισήχθησαν στο ανανεωμένο μοντέλο κινητικότητας της πόλης, καθώς επίσης επανεκτιμήθηκαν οι πίνακες Προέλευσης-Προορισμού, παρέχοντας έτσι τους διαφορετικούς τρόπους μετακίνησης και τα προφίλ τους τα οποία αποτυπώνονται στην Εικόνα 2.4.



Εικόνα 2 4: Μεταβολή μέσου μετακίνησης και σκοπού μετακίνησης πριν και μετά την πανδημία (Aloi et., 2020).

Παρατηρείται ότι το μέσο μετακίνησης διαφέρει σημαντικά, καθώς οι μετακινήσεις με ΙΧ αυτοκίνητο αυξάνονται από 48% σε 77%, παρόλο που ο αριθμός των συνολικών μετακινήσεων με ΙΧ αυτοκίνητο είναι πολύ χαμηλότερος κατά τη διάρκεια της καραντίνας, και η χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών μειώνεται από 8% σε 2%. Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι απόρροια τόσο των συστάσεων/απαγορεύσεων των κυβερνητικών αποφάσεων όσο και του φόβου μόλυνσης των πολιτών. Οι μετακινήσεις των πεζών εμφανίζουν επίσης σημαντική πτώση από 42% σε 19%, ενώ εκτιμήσεις έδειξαν ότι η συνολική κινητικότητα μειώθηκε κατά 76%, με διακυμάνσεις καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, φτάνοντας έως και 85% σε συγκεκριμένες ώρες. Οι μετακινήσεις με ΙΧ αυτοκίνητο μειώθηκαν κατά 68% (σε ορισμένες περιόδους έως και 85%) και οι μετακινήσεις με λεωφορείο κατά 93%. Αυτά τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με τα δεδομένα που παρέχονται από το Moovit και το Ισπανικό Υπουργείο Κινητικότητας.

Τέλος, δεν παρουσιάζονται μετακινήσεις με σκοπό την εκπαίδευση, ενώ οι μετακινήσεις που αφορούν την εργασία αποτελούν πλειοψηφία και αυξήθηκαν από 35% πριν από την καραντίνα στο 74%. Οι υπόλοιπες μετακινήσεις αφορούν αγορές ειδών πρώτης ανάγκης, όπως για παράδειγμα τρόφιμα ή φάρμακα.

Τα αποτελέσματα της έρευνας, βάσει των δεδομένων κινητής τηλεφωνίας από το Ισπανικό Υπουργείο Μεταφορών, έδειξαν επίσης ότι τα μέτρα περιορισμού προκάλεσαν αλλαγές και στη διάρκεια των μετακινήσεων. Το lockdown είχε ως αποτέλεσμα οι μικρότερες μετακινήσεις μεταξύ των 0,5-2 χλμ να υπερτερήσουν έναντι των μεγάλων (πάνω από 5 χλμ). Οι μικρότερες μετακινήσεις, μέχρι και 2 χλμ, παρουσιάζουν αύξηση κυρίως τα σαββατοκύριακα για τον λόγο ότι οι μετακινήσεις αυτές αφορούν κυρίως ψώνια στα κοντινά καταστήματα.

Τέλος, αναλύθηκαν τα δεδομένα ατυχημάτων που ανέφερε η τοπική αστυνομία της πόλης, συγκρίνοντας τα ατυχήματα που συνέβησαν περίπου ενάμισι μήνα πριν από την καραντίνα με τα ατυχήματα που καταγράφηκαν κατά την διάρκεια των περιορισμών. Έτσι, παρατηρείται ότι ο απόλυτος αριθμός των ατυχημάτων μειώθηκε από την αρχή της καραντίνας από συνολικά 105 ατυχήματα σε 17 (μείωση της τάξης του 84%), ή από 17,5 ατυχήματα την εβδομάδα σε μόλις 2,83.

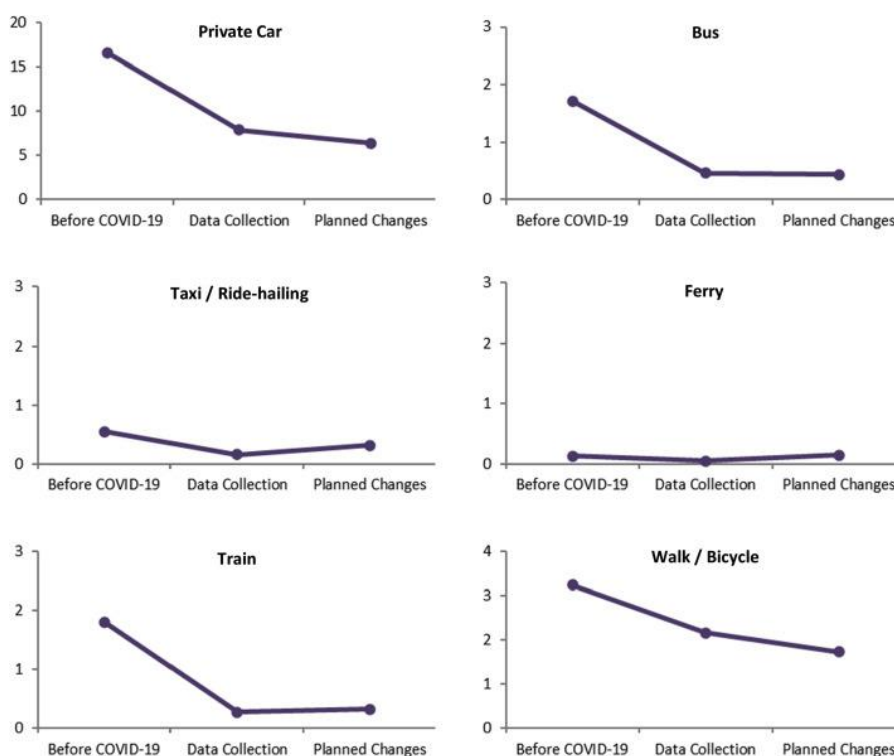
Οι Beck και Hensher (2020) διερεύνησαν την επίδραση των αυστηρότερων μέτρων κοινωνικής απόστασης που εφαρμόστηκαν λόγω της πανδημίας του Covid-19, μέσω μιας έρευνας ερωτηματολογίου που σχεδιάστηκε για να προσδιορίσει τα μεταβαλλόμενα πρότυπα των μετακινήσεων των κατοίκων της Αυστραλίας κατά την διάρκεια αυτής της κρίσης.

Η διαδικτυακή εταιρεία PureProfile χρησιμοποιήθηκε για τη δειγματοληψία των ερωτηθέντων, και το ερωτηματολόγιο ήταν διαθέσιμο σε ολόκληρη την Αυστραλία προκειμένου να εξεταστεί εκτενώς η επίδραση του COVID-19. Η συλλογή των δεδομένων ξεκίνησε στις 30 Μαρτίου 2020 και ένα δείγμα 1073 απαντήσεων συλλέχθηκε έως και τις 15 Απριλίου. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από ερωτήσεις σχετικά με την εργασία, τις εβδομαδιαίες δραστηριότητες, και τους διαφορετικούς τρόπους μετακίνησης που επιλέγουν οι ερωτώμενοι. Επιπλέον, τέθηκαν ερωτήσεις σχετικά με το επίπεδο χρήσης του ΙΧ αυτοκινήτου στο νοικοκυριό, το επίπεδο άνεσής των δημόσιων συγκοινωνιών - δεδομένης της όλης ανησυχίας σχετικά με τη μόλυνση-, καθώς και ερωτήσεις σχετικές με την συμπεριφορά των μετακινούμενων σε πιθανά αεροπορικά ταξίδια.

Από ανάλυση δεδομένων που συλλέχθηκαν από το Google Mobility Reports και το CityMapper, διαπιστώθηκε καταρχήν ότι οι αναφερόμενες μετακινήσεις έχουν μειωθεί σημαντικά από 23,9 την εβδομάδα (για διαφορετικούς σκοπούς χρησιμοποιώντας διαφορετικά μέσα μετακίνησης) σε 11,0. Δηλαδή παρατηρείται μείωση άνω του 50% στις εβδομαδιαίες μετακινήσεις ενός νοικοκυριού. Επίσης, τα νεότερα ηλικιακά νοικοκυριά πραγματοποιούσαν σημαντικά περισσότερες μετακινήσεις από αυτά της μέσης και μεγαλύτερης ηλικίας πριν την πανδημία, ενώ το συγκεκριμένο φαινόμενο παρατηρείται και κατά διάρκεια της πανδημίας. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της περιόδου συλλογής δεδομένων τα νοικοκυριά όλων των εισοδημάτων μείωσαν τον αριθμό των μετακινήσεων που πραγματοποιήθηκαν.

Επιπλέον, το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν όσον αφορά το μέσο μετακίνησης, είναι ότι η μεγαλύτερη μείωση στις μεταφορές ήταν στο ΙΧ αυτοκίνητο, αφού μειώθηκε η χρήση του από 17 κατά μέσο όρο σε μόλις 8 μετακινήσεις εβδομαδιαίως. Ομοίως, η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς επίσης ελαττώθηκε, με την υψηλότερη να καταγράφεται στη χρήση των τρένων και των λεωφορείων.

Ενδιαφέρον, αποτελεί ότι το ΙΧ αυτοκίνητο παρέμεινε σχετικά σταθερό στην προτίμηση για μετακίνηση σε ένα νοικοκυριό σε ποσοστό περίπου 70% τόσο πριν από την πανδημία όσο και κατά τη διάρκεια της. Η χρήση των δημόσιων μεταφορών μειώνεται από περίπου 15% των μετακινήσεων σε 7%.



Εικόνα 2 5: Εβδομαδιαίες μετακινήσεις ανά μέσο μεταφοράς

Η εικόνα 2.5 καταστά σαφές ότι το ΙΧ αυτοκίνητο είναι σαφώς κυρίαρχο ως προς το μέσο που ένας ερωτώμενος θα αισθανόταν πιο άνετα να μετακινηθεί. Οι αντιλήψεις για τα τρένα και τα λεωφορεία είναι αρκετά αρνητικές κατά την διάρκεια του COVID-19 με το 33% και το 42% των ερωτηθέντων να αξιολογούν αυτά τα μέσα μετακίνησης ως τα λιγότερο προσιτά αντίστοιχα, απόρροια των κυβερνητικών συστάσεων και του φόβου για μόλυνση.

Ένα ακόμη συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε η έρευνα είναι ότι η μεγαλύτερη πτώση εμφανίζεται στις μετακινήσεις μεταξύ εργασίας και κατοικίας (commuting trips), από κατά μέσο όρο επτά την εβδομάδα σε τρία. Συνολικά, παρατηρούνται επίσης σημαντικές

μειώσεις στις μετακινήσεις για τους σκοπούς της παιδικής μέριμνας και εκπαίδευσης (από 10% σε 4%), της ψυχαγωγίας από 18% σε 13%, των γενικών αγορών και για λόγους φροντίδας των ασθενών ή των ηλικιωμένων. Οι μετακινήσεις ενός νοικοκυριού προς την εργασία παραμένουν σταθερές στο 30% των περιπτώσεων, ενώ αύξηση παρουσίασαν οι μετακινήσεις που αφορούν αγορές τροφίμων από 17% σε 29%.

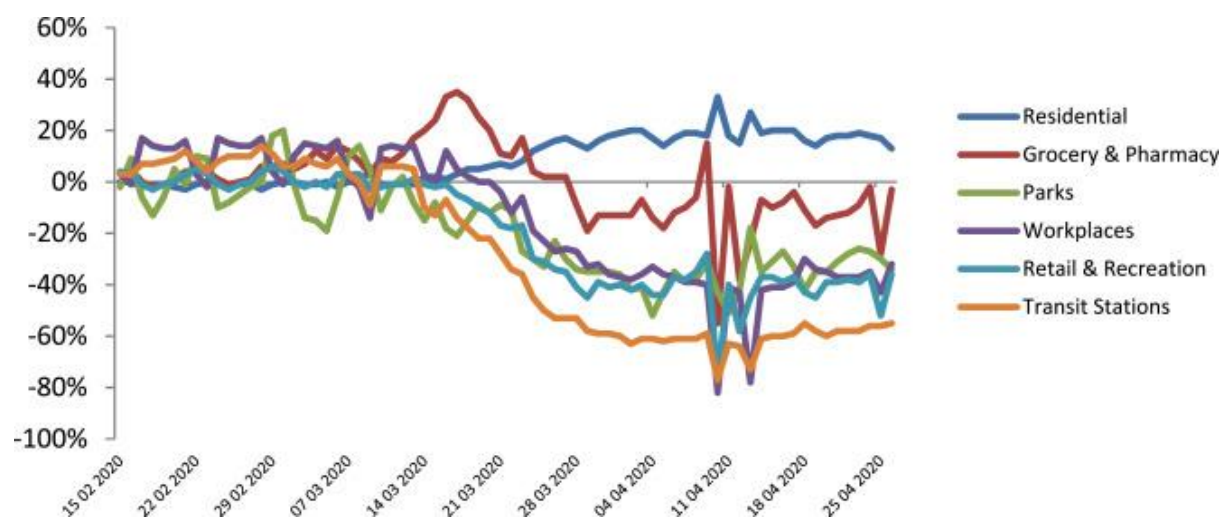
Εξετάζοντας πιο προσεκτικά τα αποτελέσματα που αφορούσαν τη χρήση του ΙΧ αυτοκινήτου, διαπιστώθηκε ότι τα δύο τρίτα των ερωτηθέντων (66%) αναφέρουν μείωση της χρήσης του ΙΧ αυτοκινήτου, ενώ για το 15% η χρήση ΙΧ αυτοκινήτου είναι περίπου η ίδια. Τέλος, το 8% των νοικοκυριών αναφέρουν ότι χρησιμοποιούν το ΙΧ αυτοκίνητό περισσότερο. Συνολικά, η χρήση ΙΧ αυτοκινήτων σε σχέση με το ποσοστό των χιλιομέτρων οδήγησης μειώθηκε κατά 35%. Τα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος αναφέρουν σημαντικά χαμηλότερη μέση μείωση, ενώ τα νοικοκυριά υψηλού εισοδήματος μειώνουν τη χρήση ΙΧ αυτοκινήτου ακόμη περισσότερο. Η μείωση αυτή ήταν ευρέως διαδεδομένη σε όλα τα δημογραφικά στοιχεία, και αυτό που έδειξε το μοντέλο είναι ότι είναι η δυνατότητα τηλεργασίας, καθορίζει τη μείωση της χρήσης ΙΧ αυτοκινήτου σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι το επάγγελμα, η ηλικία, το φύλο ή το ίδιο το εισόδημα.

Για μετακινήσεις που πραγματοποιούνταν κυρίως μέσω λεωφορείου εκτιμήθηκε ότι αυξάνεται η πιθανότητα αύξησης της χρήσης ΙΧ αυτοκινήτου. Αυτό το φαινόμενο, σε συνδυασμό με το ότι οι ερωτηθέντες θα ήταν λιγότερο άνετοι όταν ταξιδεύουν με λεωφορεία (και αμέσως μετά από τρένα), και ότι το 83% του δείγματος εκφράζει ανησυχία για την υγιεινή στις δημόσιες συγκοινωνίες, δείχνει πιθανή μεγάλη αποστροφή στις δημόσιες συγκοινωνίες ακόμη περισσότερο τουλάχιστον για το άμεσο μέλλον. Επιπλέον, το πιθανότερο σενάριο είναι ότι η χωρητικότητα στις δημόσιες συγκοινωνίες θα μειωθεί σημαντικά λόγω των μέτρων κοινωνικής απόστασης, δημιουργώντας ένα ακόμη αντικίνητρο χρήσης των ΜΜΜ. Έτσι, καθώς οι άνθρωποι επιστρέφουν στη δουλειά, και στην καθημερινότητα τους, η ελκυστικότητα του ΙΧ οχήματος μπορεί να δημιουργήσει μεγαλύτερη κυκλοφοριακή συμφόρηση από ό, τι παρατηρήθηκε πριν από την πανδημία. Συνεπώς, η κατανόηση των λόγων για τους οποίους οι άνθρωποι μειώνουν τη χρήση ΙΧ αυτοκινήτου είναι σημαντικοί, ώστε οι κυβερνήσεις να είναι σε θέση να αναπτύξουν πολιτικές για να διατηρήσουν τη χρήση του σε χαμηλά επίπεδα καθώς αίρονται σταδιακά οι περιορισμοί.

Ακόμη, ο αντίκτυπος του COVID-19 στις δραστηριότητες των πολιτών της Αυστραλίας ήταν δραματικός αφού μεγάλος αριθμός ερωτηθέντων ανέφερε ότι σταμάτησε να κινείται για να συναντηθεί με φίλους σε ποσοστό 80%, και για να επισκεφθεί εστιατόρια και καταστήματα σε ποσοστό 76%. Επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι το 34% του δείγματος δήλωσε ότι η παρακολούθηση του επαγγελματικού αθλητισμού ήταν μια τακτική δραστηριότητα που πραγματοποιούσε και διακόπηκε. Όμως τα κοινωνικό-δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων έχουν διαφορετικό βάρος στον αντίκτυπο που είχαν τα μέτρα περιορισμού.

Για παράδειγμα , παρατηρήθηκε ότι οι νεότεροι ηλικιακά ερωτηθέντες παρουσίασαν περισσότερες πιθανότητες να σταματήσουν να μετακινούνται για λόγους αναψυχής ή σωματικής άσκησης. Αντίθετα, οι ηλικιωμένοι αναφέρουν λιγότερες μεταβολές στις μετακινήσεις τους συνολικά, με εξαίρεση τα ραντεβού με γιατρούς.

Τέλος, ένα ακόμη συμπέρασμα από αυτήν την έρευνα ήταν ο αντίκτυπος του lockdown στην αεροπορική βιομηχανία. Στα τέλη της πρώτης εβδομάδας του Απριλίου, μόνο το 2% των ερωτηθέντων σχεδίαζε να πραγματοποιήσει κάποια πτήση, με το 52% να καθυστερεί το ταξίδι του εθελοντικά και το 46% να το κάνει λόγω των κυβερνητικών κανονισμών. Για εκείνους που εξακολουθούσαν να σκοπεύουν να μετακινηθούν/ταξιδέψουν με αεροπλάνο, το 63% θα το έκανε στο εσωτερικό της χώρας, ενώ οι υπόλοιποι σκόπευαν να πραγματοποιήσουν διεθνή ταξίδια κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19. Οι μετακινήσεις στην πλειονότητα τους (80%) βρέθηκε ότι θα αποσκοπούσαν σε αναψυχή ενώ το υπόλοιπο 20% σε επαγγελματικούς σκοπούς.



Διάγραμμα 2. 23: Μεταβολή κυκλοφορίας ανά σκοπό μετακίνησης πριν και κατά την διάρκεια του πρώτου κύματος της πανδημίας (Beck and Henser, 2020).

Ο Bucsky (2020) μελέτησε την επίδραση της πανδημίας του Covid-19 στο σύστημα μεταφορών της Βουδαπέστης. Η μείωση που καταγράφηκε δεν είναι πανομοιότυπη για όλους τα μέσα μετακίνησης, και κατά συνέπεια κάθε μέσο (δημόσια συγκοινωνία, ποδήλατο, περπάτημα, αυτοκίνητο) αντιμετωπίστηκε ξεχωριστά. Ερευνητική περίοδο αποτελεί ο μήνας του Μαρτίου 2020, όπου οι αλλαγές που έγιναν στα προφίλ μετακινήσεων λόγω των περιορισμών που τέθηκαν σε ισχύ μετά τις 16 Μαρτίου, αποτελούν ευκαιρία για σύγκριση των δύο μισών περιόδων του μήνα. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η περίπτωση της Βουδαπέστης είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα, αφού παρουσιάζει ένα από τα υψηλότερα ποσοστά χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς στην Ευρώπη (45%), καθώς μόνο τέσσερις ευρωπαϊκές πόλεις με πληθυσμό άνω του 1 εκατομμυρίου παρουσίασαν μεγαλύτερο ποσοστό (EPOMM, 2020).

Τα δεδομένα για τα διαφορετικά μέσα μετακίνησης στη Βουδαπέστη, ελήφθησαν από διαφορετικές πηγές το καθένα και αναλύονται στην συνέχεια. Για τις οδικές μεταφορές(κυκλοφορία οχημάτων), τα δεδομένα ελήφθησαν από την Budapest Roads LTD. , καθώς επίσης και από την εφαρμογή σχεδιασμού δρομολογίων Waze. Για τις δημόσιες συγκοινωνίες, οι ημερήσιοι αριθμοί χρηστών υπολογίστηκαν βάσει των μετρήσεων επιβατών του Budapest Center for Transport LTD. και κατανεμήθηκαν ανά ημέρα βάσει της αναφοράς για την κινητικότητα (mobility) της Google. Ο αριθμός των ποδηλατών ήταν διαθέσιμος από 5 αυτόματους σταθμούς μέτρησης, ενώ τα δεδομένα χρήσης του συστήματος κοινής χρήσης ποδηλάτων (BSS) παρέχονται από την BKK. Τέλος, επίσημη πηγή για την κυκλοφορία των πεζών ,εκτός της ετήσιας έκθεσης των μέσων μετακίνησης, δεν υφίσταται , κατά συνέπεια πραγματοποιήθηκε έγινε εκτίμηση με την βοήθεια δεδομένων τοποθεσίας της Google.

Έτσι, τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν ότι τόσο ο κυκλοφοριακός φόρτος όσο και η χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών στη Βουδαπέστη μειώθηκαν δραματικά στις 16 και 17 Μαρτίου παράλληλα με την επιβολή των κυβερνητικών περιορισμών. Τα επίπεδα κινητικότητας για αυτά τα δύο μέσα μετακίνησης ήταν ουσιαστικά αμετάβλητα για το δεύτερο μισό του μήνα. Ωστόσο, η χρήση ποδηλάτου και το σύστημα κοινής χρήσης του (BSS), ακολούθησε αντίστροφη τάση. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση ποδηλάτου παρουσίασε αύξηση μετά την εφαρμογή των περιορισμών.

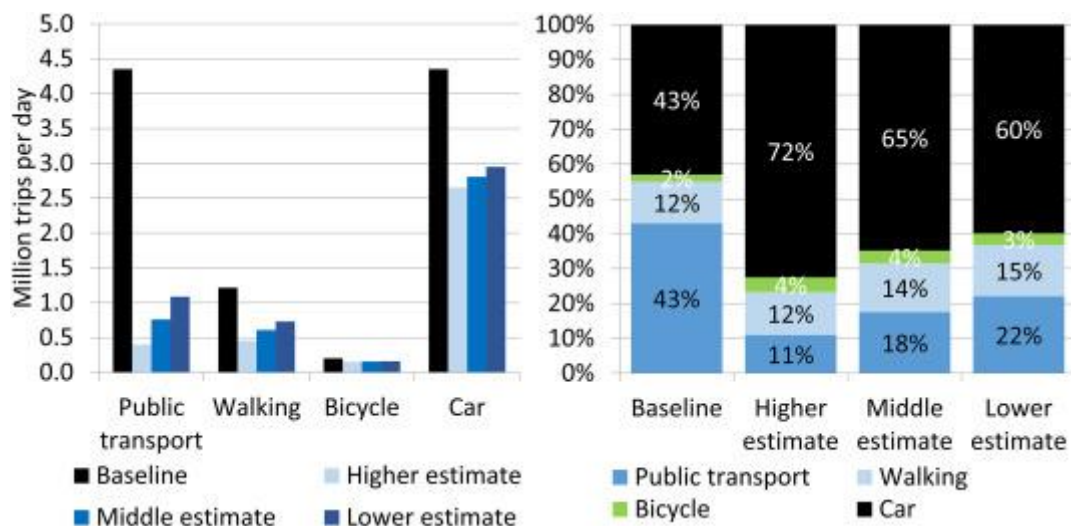
Συγκρίνοντας τη μέση κυκλοφορία των πρώτων δύο εβδομάδων του Μαρτίου με εκείνη των δύο τελευταίων , παρατηρήθηκε μείωση 37% στις γέφυρες του Δούναβη και 34% στους αυτοκινητόδρομους M1 & M7. Ο κυκλοφοριακός φόρτος σταθεροποιήθηκε σε αυτόν τον χαμηλότερο φόρτο και οι περαιτέρω περιορισμοί στην κίνηση δεν έδειξαν να έχουν κάποια επιπλέον επίδραση σε αυτόν. Επιπλέον, οι χρήστες του Waze παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερη πτώση (61%), πράγμα που εξηγείται αφού η εφαρμογή δεν χρησιμοποιούταν για τον λόγο ότι ουσιαστικά δεν υπήρχε συμφόρηση στο δίκτυο μετά τις 16 Μαρτίου, και η

χρήση εφαρμογών σχεδιασμού διαδρομών (route planning) έγινε λιγότερο σημαντική για τους οδηγούς.

Η έρευνα έδειξε επίσης ότι τα μέσα μαζικής μεταφοράς ήταν εκείνα στα οποία η πανδημία COVID-19 είχε το μεγαλύτερο αντίκτυπο, πράγμα εμφανές από την αρχή της πανδημίας στην Ουγγαρία. Συγκεκριμένα, η καταμέτρηση των επιβατών στα ΜΜΜ ξεκίνησε το Μάρτιο του 2020 και κατέγραψε πτώση κατά 90%. Για παράδειγμα, την 3^η εβδομάδα του Μαρτίου αντί για 4,3 εκατομμύρια καθημερινοί επιβάτες, υπήρξαν μόνο 430 χιλιάδες.

Όσον αφορά την κυκλοφορία των πεζών, διαπιστώθηκε σημαντική μείωση του χρόνου εκτός σπιτιού, πέφτοντας από τις 6,63 ώρες στις 23 Μαρτίου σε 2,92 στις 31 (Ρονό, 2020). Επιπλέον, διαθέσιμες πηγές δεδομένων κινητικότητας έδειξαν ότι στο δεύτερο μισό του Μαρτίου, η κυκλοφορία των πεζών στην Βουδαπέστη μειώθηκε κατά περίπου 50%. Καθώς η μέτρηση αυτού του τρόπου μετακίνησης είναι πολύ ευαίσθητη, με τις εργάσιμες ημέρες να έρχονται σε αντίθεση με τα σαββατοκύριακα, οι περίοδοι ενός μήνα σε διαφορετικά έτη δεν μπορούν να συγκριθούν με τις ακριβείς ημερομηνίες: ως εκ τούτου, συγκρίθηκε η περίοδος από την 1η Μαρτίου έως τις 31 Μαρτίου 2020 με εκείνη της 3ης Μαρτίου έως τις 2 Απριλίου 2019, με τον ίδιο αριθμό εργάσιμων και καθημερινών να εμπίπτουν και στις δύο περιόδους.

Κατά το δεύτερο μισό του Μαρτίου 2020, η μετακίνηση με ποδήλατο παρέμεινε χαμηλότερη σε σύγκριση με εκείνο των προηγούμενων ετών παρά τα μέτρα που ελήφθησαν για να ενθαρρύνουν τους κατοίκους να χρησιμοποιούν τα ποδήλατά τους. Η ΒΚΚ εισήγαγε άλλα 20 χιλιόμετρα προσωρινών λωρίδων ποδηλάτων στο κέντρο της πόλης επιπλέον των υφιστάμενων 256 χιλιομέτρων ποδηλατικών διαδρομών μειώνοντας τον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας οχημάτων (ΒΚΚ, 2020), γεγονός που δεν ενθάρρυνε όμως τους κατοίκους να χρησιμοποιούν περισσότερο το ποδήλατο για τις μετακινήσεις τους. Παρ'ολαυτά, η χρήση του ποδηλάτου παρουσίασε μείωση σχεδόν μόλις 20%.



Εικόνα 2 6: Μέσος όρος μετακινήσεων ανά μέσο μετακίνησης και ποσοστά χρήσης τους κατά το δεύτερο εξάμηνο του Μαρτίου 2020 (Bucksy, 2020).

Οι Pawar et al. (2020) διερεύνησαν μέσω μιας ανάλυσης επιλογών (decision-tree analysis) τον αντίκτυπο των μέτρων φυσικής απόστασης λόγω του νέου κορονοϊού (SARS-CoV-2), στις καθημερινές μετακινήσεις των πολιτών στην Ινδία κατά την περίοδο της μετάβασης στο lockdown. Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι αυτής της έρευνας ήταν: η διερεύνηση του αντίκτυπου της πανδημίας στην επιλογή του μέσου μετακίνησης, (μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών μέσων μεταφοράς), καθώς και ο προσδιορισμός της συσχέτισης μεταξύ του μέσου μετακίνησης για εργασία, με τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά και με την ασφάλεια που νιώθουν στο εκάστοτε μέσο οι μετακινούμενοι.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί αυτή η έρευνα, σχεδιάστηκε ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο ώστε να καταγραφούν πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά των μετακινούμενων στην εργασία τους πριν και κατά τη διάρκεια της μεταβατικής περιόδου στο lockdown. Το ερωτηματολόγιο αποτελούταν από ερωτήσεις για τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά (όπως ηλικία, εισόδημα και πόλη διαμονής), τα χαρακτηριστικά μετακίνησης που σχετίζονται με την εργασία (όπως για παράδειγμα προτιμώμενος τρόπος μεταφοράς, απόσταση από το σπίτι στην εργασία, χρόνος και συχνότητα μετακίνησης, κ.α.), καθώς επίσης και για την αίσθηση ασφάλειας στα ιδιωτικά και δημόσια μέσα μεταφοράς. Ένα δείγμα 1945 απαντήσεων συλλέχθηκε από το ηλεκτρονικό αυτό ερωτηματολόγιο.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε προκαταρκτική ανάλυση (preliminary analysis) για την επιλογή του μέσου μετακίνησης και την κατανόηση των αντιλήψεων σχετικά με την ασφάλεια σε δημόσια και ιδιωτικά μέσα μεταφοράς. Τέλος, δημιουργήθηκε το δέντρο αποφάσεων εφαρμόζοντας μια τεχνική πενταπλής επικύρωσης για τον εντοπισμό των πιθανών

αλληλεπιδράσεων παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή μέσου μετακίνησης , ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

Η προκαταρκτική ανάλυση έδειξε ότι το προτιμώμενο μέσο μετακίνησης των ερωτηθέντων μεταξύ του τόπου κατοικίας και του χώρου εργασίας τους, ήταν τα μηχανοκίνητα δίκυκλα, τα οποία και αντιπροσωπεύουν το υψηλότερο ποσοστό (32,1%), το οποίο ακολουθείται από το ΙΧ αυτοκίνητο (23%), τα λεωφορεία (16,7%) και το περπάτημα (12,8%) μεταξύ άλλων. Επιπλέον, το 41,65% δήλωσε ότι σταμάτησε να μετακινείται σχεδόν εξ' ολοκλήρου κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, το 51,31% ανέφερε ότι χρησιμοποιεί το ίδιο μέσο μεταφοράς όπως και πριν, το 5,3% άλλαξε μέσο μετακίνησης από δημόσια μέσα μεταφοράς σε ιδιωτικά, ενώ το υπόλοιπο 1,74% άλλαξε από ένα δημόσιο μέσο σε άλλο. Αυτό το ποσοστό (1,74%) αφορά κατά 44,4% τα λεωφορεία, κατά 38,9% τα τρένα και κατά 16,7% το μετρό. Οι αντιλήψεις ασφάλειας που σχετίζονται με την υγεία των μετακινούμενων σχετικά με τα ΜΜΜ έδειξαν ότι το 75,5% αισθάνεται ανασφαλές να τα χρησιμοποιήσει.

Επιπλέον, ο χρόνος μετακίνησης κρίθηκε ως το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό, σύμφωνα με το οποίο οι κάτοικοι αποφασίζουν την επιλογή του μέσου που θα χρησιμοποιήσουν για να μεταβούν στην εργασία τους. Αντίθετα, το αίσθημα ασφάλειας ως προς την υγεία τους που αισθάνονταν σε κάθε εναλλακτικό μέσο μεταφοράς, δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικά τις αποφάσεις τους σχετικά με το μέσο που τελικά θα επιλέξουν. Αυτή η συμπεριφορά πιθανότατα οφείλεται σε έλλειψη εναλλακτικών μέσων μεταφοράς από την οικία στην εργασία και το αντίστροφο (Shinde et al., 2019; Bhattacharya, 2018), καθώς και στη μικρή επίγνωση των επιπτώσεων του κορονοϊού που πιθανόν να είχαν οι κάτοικοι της Ινδίας, που μετακινούνται κατά την αρχική φάση της εξάπλωσης του COVID19 (John, 2020).

Οι Oum and Wang (2020) εξέτασαν τις βέλτιστες πολιτικές κοινωνικών περιορισμών (lockdown) και μετακινήσεων για μεταδοτικούς ιούς, συμπεριλαμβανομένου του Sars-CoV-2, χρησιμοποιώντας ένα θεωρητικό μοντέλο που ανέπτυξαν. Το μοντέλο αυτό εξετάστηκε προκειμένου να παρέχει προτάσεις σχετικά με την αυστηρότητα των περιορισμών κατά τη διάρκεια μιας πανδημίας σαν την τωρινή, προκειμένου αυτή να περιοριστεί.

Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν είναι ότι :

1. Ακόμα και χωρίς lockdown ή περιορισμούς στις μετακινήσεις, τα άτομα που ζουν σε πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές θα μειώσουν οικειοθελώς την συχνότητα με την οποία μετακινούνται περισσότερο από ό, τι σε μικρότερες πόλεις λόγω του υψηλότερου κινδύνου μόλυνσης που διατρέχουν.
2. Επίσης χωρίς τα ανάλογα μέτρα, ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού (για παράδειγμα ηλικιωμένοι) θα μειώσουν αυτοβούλως τις μετακινήσεις τους.

3. Κοινωνικά βέλτιστη επιλογή για την εκάστοτε κυβέρνηση αποτελεί ο περιορισμός στις μετακινήσεις των πολιτών, επιβάλλοντας μακροχρόνια lockdown και αυστηρούς περιορισμούς, προκειμένου να διορθωθεί το εξωτερικό κόστος του κινδύνου μόλυνσης που επιβάλλει η μετακίνηση ενός ατόμου στους άλλους και στο σύστημα υγείας.

4. Οποιαδήποτε μορφής lockdown θα πρέπει να είναι αυστηρότερη, σε πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις, πολυσύχναστες περιοχές και οικονομικά κέντρα.

5. Οι ταξιδιωτικοί περιορισμοί ή το lockdown μιας πόλης πρέπει να είναι αρκετά αυστηρότεροι, εάν το βάρος ή το ιατρικό κόστος που επιβαρύνει το σύστημα υγείας είναι υψηλότερο ή όταν ο εκάστοτε πολίτης πληρώνει μόνο ένα μικρό ποσό ιατρικών τελών. Δηλαδή, όταν μια κυβέρνηση επιδοτεί εκείνη στο μεγαλύτερο βαθμό το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης.

Συνεπώς, προκύπτει ότι είναι απαραίτητοι οι περιορισμοί, το συντομότερο δυνατόν, σε χώρες με περιορισμένους πόρους υγειονομικής περίθαλψης προκειμένου να αποφευχθεί ο συνωστισμός στα δημόσια ιδρύματα υγείας.

Επιπλέον, οι περιορισμοί στις μεταφορές ή το lockdown, πρέπει να εφαρμοστούν περιορίζοντας τον αριθμό των κοινωνικών δραστηριοτήτων ή επιτρέποντας μόνο τις αυστηρά απαραίτητες μετακινήσεις. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της πανδημίας, όλες οι κατοικημένες κοινότητες στις περισσότερες πόλεις της Κίνας έκλεισαν και όλοι οι άνθρωποι βρίσκονταν σε καραντίνα στο σπίτι. Στην Ιταλία ,τη Γαλλία και τις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, τα άτομα έπρεπε να φέρουν έντυπη άδεια για να μετακινηθούν. Για την αποτελεσματική επιβολή των μέτρων, μπορεί επίσης να επιβληθεί χρηματική ποινή (πρόστιμα). Για παράδειγμα, στο Βανκούβερ του Καναδά, σε άτομα και επιχειρήσεις που δεν συμμορφώνονται με τις οδηγίες κοινωνικής απόστασης και κλειδώματος μπορούν να επιβάλλονται πρόστιμα έως και 50.000 \$ (Mangione, 2020).

6. Μια χρηματική ποινή που επιβάλλεται από ένα lockdown πρέπει να αυξάνεται ανάλογα με τον πληθυσμό της πόλης, την πυκνότητα των ατόμων, καθώς και την οικονομία. Αλλά, πρέπει μειώνεται επίσης ανάλογα με τα ιατρικά τέλη που καταβάλλονται από τον πολίτη

Η παραπάνω πρόταση(6) βασίζεται στο ότι, όταν ένας πληθυσμός είναι μεγάλος, το εξωτερικό κόστος της μόλυνσης είναι υψηλό, έτσι μια κυβέρνηση απαιτείται να επιβάλει βαρύτερα πρόστιμα για την απαγόρευση των μετακινήσεων. Δεύτερον, όταν μια πόλη αναπτύσσεται οικονομικά, οι άνθρωποι έχουν μεγαλύτερο κίνητρο να βγουν, επομένως απαιτείται μεγαλύτερη ποινή. Τέλος, όταν οι άνθρωποι φέρουν εκείνοι το μεγαλύτερο μερίδιο των ιατρικών εξόδων, τείνουν να αυτοπειθαρχούν και συνεπώς απαιτούν χαμηλότερη ποινή.

Ο Mulley et al. (2020) διερεύνησαν την επίδραση της πανδημίας της COVID-19 στη ζήτηση της κυκλοφορίας και την οδική ασφάλεια του Κατάρ. Αρχικά, συνέκριναν την κυκλοφορία που εισέρχεται και εξέρχεται από την Πόλη της Ντόχα πριν και μετά την εφαρμογή μιας σειράς προληπτικών μέτρων, τα οποία είναι:

1. Το κλείσιμο όλων των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και ο περιορισμός των διεθνών πτήσεων από ορισμένες χώρες, καθώς και το κλείσιμο των δημοσίων χώρων όπως τα πάρκα την Τετάρτη 11 Μαρτίου 2020.
2. Το κλείσιμο όλων των εμπορικών εγκαταστάσεων (εκτός από φαρμακεία και καταστήματα τροφίμων), των υπηρεσιών ταξί και των δημοσίων συγκοινωνιών και επίσης αποφασίστηκε η απαγόρευση διεθνών πτήσεων από και προς όλες τις χώρες την Τετάρτη 18 Μαρτίου.
3. Τέλος, την Τετάρτη 14 Απριλίου, στα προηγούμενα 2 μέτρα προστέθηκε η αύξηση του ποσοστού της τηλεργασίας στο 80% τόσο στον δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα. Επιπλέον, απαγορεύτηκαν όλες οι μη απαραίτητες μετακινήσεις.

Στην συνέχεια, συνέκριναν την κυκλοφορία πριν και μετά την έναρξη της πανδημίας, ενώ σε τελικό στάδιο συνέκριναν τον αριθμό των μηνιαίων οδικών ατυχημάτων και των παραβιάσεων με εκείνων του 2019.

Τα κυκλοφοριακά δεδομένα τα οποία χρησιμοποίησαν αφορούν ωριαίους κυκλοφοριακούς φόρτους από 24 μετρητές κυκλοφορίας σε 24 σηματοδοτημένες διασταυρώσεις και ελήφθησαν από την Αρχή Δημοσίων Έργων (ASHGHAL). Όσον αφορά τα δεδομένα για την οδική ασφάλεια, αυτά συλλέχθηκαν από την Αρχή Προγραμματισμού και Στατιστικής της Πολιτείας του Κατάρ (Planning and Statistics Authority, 2020) και αφορούν στοιχεία για τους μήνες Ιανουάριο μέχρι και Μάιο για τα έτη 2019 και 2020.

Ένα πρώτο συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν είναι ότι η διακύμανση της κυκλοφορίας ήταν παρόμοια πριν και μετά την εφαρμογή των μέτρων, αν και οι κυκλοφοριακοί φόρτοι παρουσιάστηκαν μειωμένοι σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30% κατά την περίοδο που βρισκόνταν σε ισχύ τα περιοριστικά μέτρα λόγω της πανδημίας. Πιο συγκεκριμένα, ο συνδιασμός των πρώτων δύο μέτρων (Μέτρο 1 και 2) μείωσαν την κυκλοφορία κατά 22,6%,

ενώ μετά την εφαρμογή του Μέτρου 3 μειώθηκε κατά 10,1% επιπλέον. Συνεπώς, τα τρία μέτρα μαζί συνέβαλαν στη μείωση της κυκλοφορίας κατά 30,4%. Ακόμη όπως παρατηρείται, ο μέγιστος ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος της πρωινής και απογευματινής αιχμής μειώθηκε μετά την εφαρμογή κάθε μέτρου. Για την πρωινή αιχμή υπολογίστηκε μία μείωση κατά 44%, ενώ για την απογευματινή 27% έπειτα από την επιβολή και των τριών Μέτρων περιορισμού.

Όσον αφορά την οδική ασφάλεια, τα μηνιαία τροχαία ατυχήματα και οι παραβιάσεις συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες τιμές του 2019, για τον μήνα Ιανουάριο έως τον Ιούνιο. Τα οδικά ατυχήματα παρουσίασαν μείωση 16%, 35%, 39% και 38% για τους μήνες από Μάρτιο έως και Ιούνιο αντίστοιχα. Τον Μάρτιο, οι μερικοί περιορισμοί (Μέτρα 1 και 2) δεν έδειξαν καμία αλλαγή στα τροχαία ατυχήματα με θανάτους, ενώ τον Απρίλιο και τον Μάιο η εφαρμογή και των τριών μέτρων (δηλαδή, πλήρεις περιορισμοί) μείωσε δραστικά τα θανατηφόρα ατυχήματα κατά 54% και 42% αντίστοιχα.

Οι Nunez et al. (2021) διερεύνησαν την αποδοχή ενός συνόλου γενικών μέτρων που σχετίζονται με την αστική κινητικότητα στην Ισπανία, μία από τις χώρες που έχουν πληγεί αρκετά από την πανδημία της COVID-19.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήσαν συλλέχθηκαν μέσω μιας διαδικτυακής έρευνας που ξεκίνησε στις 28 Απριλίου 2020, έως τις 12 Μαΐου 2020, κατά την περίοδο του lockdown της Ισπανίας. Η πρόσκληση για συμμετοχή σε αυτήν την έρευνα δημοσιεύτηκε μόνο σε κοινωνικά δίκτυα, όπως το Twitter, το Facebook ή το LinkedIn, καθώς οι καθολικοί περιορισμοί ήταν δύσκολο να επιτρέψουν την διαπροσωπική επαφή μεταξύ ερευνητών και ερωτηθέντων. Το ερωτηματολόγιο δομήθηκε σε τρεις ενότητες, με ερωτήματα που αφορούν: (1) κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά, (2) συμπεριφορά της κινητικότητας υπό κανονικές συνθήκες, πριν από την πανδημία COVID-19 και (3) προφίλ κινητικότητας μετά το lockdown, με τον κίνδυνο μόλυνσης από την COVID-19 ως καθοριστικό παράγοντα για την επιλογή μέσου μεταφοράς, καθώς και για την αποδοχή διαφόρων μέτρων. Συνολικά έλαβαν 984 πλήρεις/ολοκληρωμένες απαντήσεις.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι καθημερινές μετακινήσεις στο χώρο εργασίας μειώνονται κατά 30%, ενώ για κάποιες μέρες την εβδομάδα αυξάνεται κατά 16%. Επιπλέον, οι μετακινήσεις για ψώνια και αναψυχή μετατρέπονται από συχνή δραστηριότητα (κάθε μέρα ή μερικές φορές την εβδομάδα) σε σπάνια. Όσον αφορά την επιλογή του μέσου

μεταφοράς, οι ερωτηθέντες αρχικά ανέφεραν ότι θα μειώσουν τις μετακινήσεις τους χρησιμοποιώντας τις δημόσιες συγκοινωνίες, για εργασία ή μελέτη κατά 11,6%, για ψυχαγωγία κατά 8,8% και για τα ψώνια 4,54%. Αντίθετα, οι μετακινήσεις με τα πόδια για σκοπούς αναψυχής αναμένεται να αυξηθούν κατά 4,5%, όπως επίσης και οι μετακινήσεις

με σκούτερ προς την εργασία κατά 5%. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι 20% των ερωτηθέντων ανέφεραν ότι θα άλλαζαν τον τρόπο μεταφοράς λόγω του κινδύνου μόλυνσης από COVID-19, ενώ 14% επειδή αναμένουν λιγότερη κυκλοφοριακή συμφόρηση από την αλλαγή του μέσου μετακίνησής τους.

Κεφάλαιο 3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

3.1 Η πορεία της πανδημίας του νέου κορωνοϊού στην Ελλάδα

3.1.1 Μέτρα αντιμετώπισης

Η εμφάνιση της πανδημίας του νέου κορωνοϊού επιβεβαιώθηκε στην Ελλάδα στα τέλη Φεβρουαρίου 2020. Από εκεί και έπειτα ακολούθησαν 2 επιδημικά κύματα, το πρώτο από τον Μάρτιο του 2020 μέχρι και τον αντίστοιχο Μάιο, ενώ το δεύτερο και ισχυρότερο κύμα, ξεκίνησε στις αρχές του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος 2020) και κορυφώθηκε στα τέλη του Νοεμβρίου. Στα χρονικά αυτά διαστήματα, η κυβέρνηση υιοθετούσε είτε προληπτικά μέτρα όπως για παράδειγμα περιορισμό διαφόρων δραστηριοτήτων (π.χ εκπαίδευση, καταστήματα λιανικής, ταξίδια αναψυχής, εστίαση), είτε πολύ αυστηρότερα όπως για παράδειγμα την καθολική απαγόρευση κυκλοφορίας και περιορισμό των πολιτών αποκλειστικά στην κατοικία τους (lockdown).

Τα πρώτα μέτρα που υιοθέτησε η ελληνική κυβέρνηση έναντι της εξάπλωσης του κορωνοϊού ξεκίνησαν στις 24 Φεβρουαρίου, όπου και με εγκυκλίους του Υπουργείου Παιδείας, ανεστάλησαν όλες οι εκπαιδευτικές εκδρομές και μετακινήσεις μαθητών, σπουδαστών και καθηγητών προς την Ιταλία.

Στις 27 Φεβρουαρίου, με 3 επιβεβαιωμένα κρούσματα στη χώρα, αποφασίστηκε η ακύρωση όλων των καρναβαλικών και αποκριάτικων εκδηλώσεων και την επόμενη ημέρα απαγορεύτηκαν όλες οι οργανωμένες εκπαιδευτικές εκδρομές εκτός Ελλάδας. (ΦΕΚ 648 Β' – 27.02.2020)

Από τις 11 Μαρτίου έκλεισαν τα εκπαιδευτικά ιδρύματα όλων των βαθμίδων, τα φροντιστήρια και οι βρεφονηπιακοί σταθμοί σε ολόκληρη την επικράτεια για δεκατέσσερις ημέρες αρχικά, ενώ δέκα ημέρες αργότερα ανακοινώθηκε η παράταση του κλεισίματος όλων των εκπαιδευτικών δομών μέχρι τις 10 Απριλίου 2020.

Την ίδια μέρα εκδίδεται Πράξη Νομοθετικού Περιεχομένου (ΠΝΠ) από την κυβέρνηση η οποία προβλέπει την χορήγηση άδειας ειδικού σκοπού για τους εργαζομένους από την επόμενη μέρα (12 Μαρτίου). Η άδεια ειδικού σκοπού αποτελεί μια ειδική άδεια που στοχεύει στην διευκόλυνση των γονέων εργαζόμενων λόγω αναστολής της λειτουργίας των βρεφικών, βρεφονηπιακών, παιδικών σταθμών, σχολικών μονάδων, ειδικών σχολείων ή σχολικών μονάδων ειδικής αγωγής και εκπαίδευσης, δομών παροχής υπηρεσιών ανοικτής φροντίδας ατόμων με αναπηρία. , στο πλαίσιο προληπτικών μέτρων για την αντιμετώπιση και τον περιορισμό διάδοσης του κορωνοϊού. Η διάρκεια της παραπάνω αδείας

προσδιορίστηκε για όσο χρονικό διάστημα παραμείνουν κλειστές οι παραπάνω εκπαιδευτικές μονάδες. Ακόμη, εφαρμόστηκε το σύστημα της εξ-απόστάσεως εργασίας (τηλεργασία), εφόσον είναι εφικτό, και το ποσοστό της καθορίστηκε από τον εκάστοτε εργοδότη.

Στις 13 Μαρτίου το Υπουργείο Υγείας ανακοίνωσε το κλείσιμο, από την επόμενη μέρα και για 15 ημέρες, όλων των εμπορικών κέντρων, καφετεριών, μπαρ, μουσείων, αθλητικών εγκαταστάσεων και εστιατορίων.

Στις 17 Μαρτίου η Ελλάδα και τα υπόλοιπα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε) απόφασισαν το κλείσιμο των εξωτερικών συνόρων της Ε.Ε και την απαγόρευση εισόδου στην Ε.Ε. σε πολίτες τρίτων χωρών, ενώ στις 18 Μαρτίου έκλεισαν και όλα τα εμπορικά καταστήματα.

Σε τελικό στάδιο, στις 22 Μαρτίου 2020 ανακοινώθηκε ότι από τις 6 το πρωί της 23ης Μαρτίου μέχρι τις 6 Απριλίου θα επιβάλλονταν σημαντικοί περιορισμοί στην κυκλοφορία και μετακίνηση των πολιτών σε ολόκληρη την επικράτεια (lockdown), πλην εξαιρέσεων, οι οποίες πραγματοποιούνταν με γραπτή βεβαίωση ή με αποστολή SMS, που αφορούσαν σε όσους κινούνταν προς και από την εργασία τους, μετακινούνταν για να προμηθευτούν αγαθά πρώτης ανάγκης ή φάρμακα, επισκέπτονταν γιατρό ή άτομο το οποίο έχει ανάγκη για βοήθεια, μετέβαιναν στην τράπεζα εάν δεν είναι δυνατή η ηλεκτρονική συναλλαγή, μετέβαιναν σε τελετή (κηδεία, γάμο ή βάφτιση), ασκούσαν ατομικά ή ανά δύο ή συνόδευαν το κατοικίδιό τους και, τέλος, σε περιπτώσεις διαζευγμένων γονέων που κινούνταν για να εξασφαλίσουν την επικοινωνία με τα παιδιά τους. Επιτρεπτή ήταν επίσης και η μετακίνηση για την εφάπαξ μετάβαση στον τόπο της μόνιμης κατοικίας. Στις 4 Απριλίου αποφασίστηκε η παράταση του μέτρου μέχρι και τις 27 Απριλίου και στις 23 Απριλίου δόθηκε εκ νέου παράταση μέχρι τις 4 Μαΐου, όπου και έληξαν οι περιορισμοί.

Επιπλέον, από τις 23 Μαρτίου η Ελλάδα ανέστειλε όλες τις επιβατικές πτήσεις από τη Μεγάλη Βρετανία, την Ιταλία, την Γερμανία, την Ολλανδία και την Ισπανία με εξαίρεση τους Έλληνες πολίτες, κατόχους άδειας παραμονής, μόνιμους κατοίκους καθώς και για τη μεταφορά εμπορευμάτων.

3.1.2 Άρση περιοριστικών μέτρων

Στις 28 Απριλίου 2020 ανακοινώθηκε το σχέδιο της κυβέρνησης για τη σταδιακή άρση των περιοριστικών μέτρων μετακίνησης και για την επανέναρξη λειτουργίας των επιχειρήσεων. Το χρονοδιάγραμμα αποκλιμάκωσης των περιορισμών και επανέναρξης της επιχειρηματικής δραστηριότητας αποτελείται από συγκεκριμένες ημερομηνίες-ορόσημα και εκτείνεται καθ'όλη τη διάρκεια του Μαΐου και του Ιουνίου 2020.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το χρονοδιάγραμμα της άρσης των περιοριστικών μέτρων και των βασικών δραστηριοτήτων που ξεκίνησαν να επαναλειτουργούν σταδιακά: Συγκεκριμένα στις 4 Μαΐου 2020 καταργήθηκε η απόστολή των SMS - συμπλήρωση γραπτής βεβαίωσης για την έξοδο από το σπίτι. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε επανέναρξη λειτουργίας των επιχειρήσεων λιανικού εμπορίου χαμηλής όχλησης (βιβλία/χαρτικά, οπτικά, αθλητικός εξοπλισμός, φυτά/λιπάσματα), καθώς και ορισμένων υπηρεσιών όπως για παράδειγμα τα κομμωτήρια, τα κουρεία και τα κέντρα αισθητικής, οι υπηρεσίες ατομικής άθλησης σε ανοιχτούς χώρους, οι επιδιορθώσεις ρούχων/υποδημάτων καθώς και το ΚΤΕΟ.

Είναι σημαντικό επίσης να αναφερθεί ότι τα ωράρια των ΜΜΜ διαφοροποιήθηκαν με αύξηση συχνότητας των δρομολογίων κατά τις ώρες αιχμής και μείωση τους τα ενδιάμεσα διαστήματα και τα απόγεύματα. Η προσέλευση των δημοσίων υπαλλήλων στην εργασία τους έγινε σε τρεις ζώνες, στις 7, 8 και 9 το πρωί και αντίστοιχη προσαρμογή ίσχυσε και για τις ώρες αναχώρησης από την εργασία.

Τη Δευτέρα 11 Μαΐου 2020 πραγματοποιήθηκε επαναλειτουργία όλων των Λυκείων και φροντιστηρίων της χώρας, με μαθήματα μόνο για τους μαθητές της Γ' Λυκείου, καθώς και επανέναρξη λειτουργίας σχεδόν όλων εμπορικών καταστημάτων, εκτός των εμπορικών κέντρων (malls), καθώς και των υπηρεσιών.

Τη Δευτέρα 18 Μαΐου πραγματοποιήθηκε η επανέναρξη των μαθημάτων για τους μαθητές των υπόλοιπων τάξεων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επιπλέον, ξεκίνησε και η λειτουργία όλων των φροντιστηρίων μέσης εκπαίδευσης και ξένων γλωσσών, καθώς και των ΙΕΚ. Επαναλειτούργησαν οι αρχαιολογικοί χώροι, τα ζωολογικά πάρκα και οι βοτανικοί κήποι, καθώς και όλα τα εμπορικά κέντρα (mall), εκπαιδευτικά χωριά και εκπαιδευτικά καταστήματα. Ακόμη, ήρθαν όλοι οι περιορισμοί κυκλοφορίας, με την απελευθέρωση της δυνατότητας μετακίνησης και εκτός της οικείας περιφερειακής ενότητας στην ηπειρωτική χώρα,.

Τη Δευτέρα 25 Μαΐου επαναλειτούργησαν οι επιχειρήσεις εστίασης (καφετέριες και εστιατόρια), καθώς επίσης δόθηκε η δυνατότητα πραγματοποίησης εργαστηριακών και κλινικών ασκήσεων στα Πανεπιστήμια της χώρας.

Τη Δευτέρα 1 Ιουνίου 2020 άνοιξαν και τα ξενοδοχεία 12μηνος λειτουργίας και οι θερινοί κινηματογράφοι, ενώ επίσης επαναλειτούργησαν τα δημόσια σχολεία και τα νηπιαγωγεία.

Όσον αφορά τον τομέα του τουρισμού, την Δευτέρα 15 Ιουνίου 2020 άρθηκε η απόγoreυση για τις πτήσεις από την Ιταλία, την Ισπανία και την Ολλανδία από και προς το «Αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος» στην Αθήνα. Όμως, διατηρήθηκε η απαγόρευση για τη Μεγάλη Βρετανία και την Τουρκία, ανεξαρτήτως της λίστας της EASA, η οποία περιελάμβανε 29 χώρες με καλά επιδημιολογικά δεδομένα που είχαν πάρει το «πράσινο φως» για να

ταξιδεύουν. Επιπλέον, το αεροδρόμιο «Μακεδονία», μετά από τρεις μήνες μέτρων περιορισμού, υποδέχθηκε απευθείας πτήσεις από τις 29 χώρες της EASA και επιτράπηκαν όλες οι διεθνείς πτήσεις με εξαίρεση αυτές από Ιταλία, Ισπανία, Ολλανδία, Μ. Βρετανία, Τουρκία, Αλβανία και Βόρεια Μακεδονία.

Τέλος, την Τετάρτη 1 Ιουλίου 2020 πραγματοποιήθηκε ολική σχεδόν επανεκκίνηση του τουρισμού στη χώρα, καθώς επιτράπηκαν οι διεθνείς αφίξεις σε όλα τα αεροδρόμια της χώρας. Παρόλαυτα, για 9 χώρες (Σουηδία, ΗΠΑ, Ρωσία, Ισραήλ, Κατάρ, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, Σαουδική Αραβία και Βόρεια Μακεδονία) συνεχίστηκε η απαγόρευση πτήσεων, η οποία για την πλειονότητα τους άρθηκε στις 15 Ιουλίου.

3.1.3 Επαναφορά των μέτρων

Στις 25 Σεπτεμβρίου 2020 ημέρα Παρασκευή, εκδίδεται ΦΕΚ όπου με σκοπό την αναχαίτιση της εξάπλωσης του νέου κορωνοϊού και την αποσυμφόρηση των μέσων μαζικής μεταφοράς (ΜΜΜ), εφαρμόστηκε σύστημα τηλεργασίας στον ιδιωτικό τομέα σε ποσοστό 40% επί του συνολικού αριθμού των εργαζομένων, ενώ από την Δευτέρα 2 Νοεμβρίου 2020 το ποσοστό αυτό αυξήθηκε στο 50%.

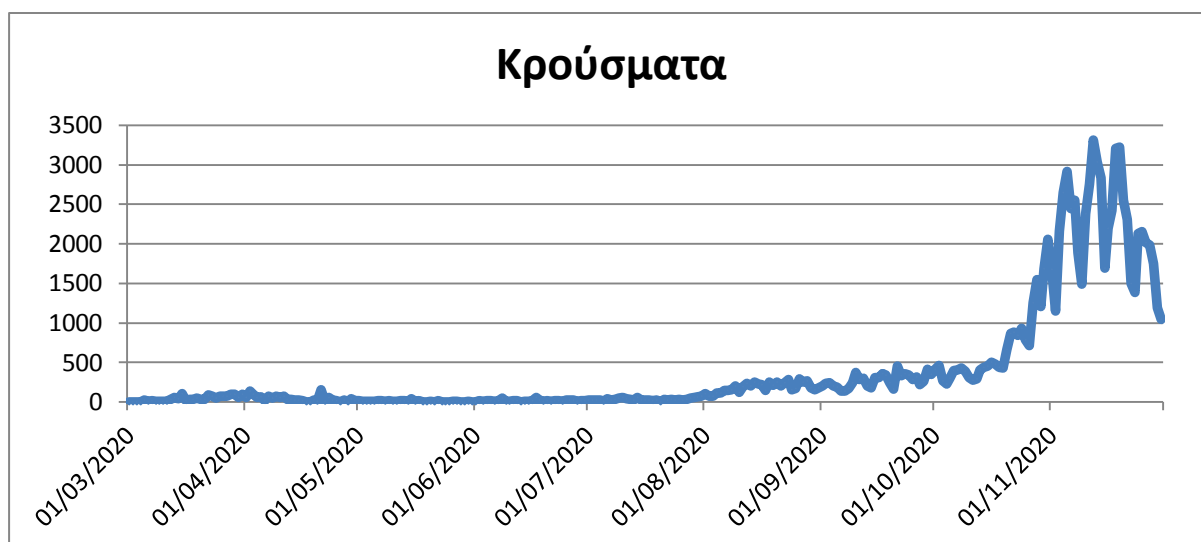
Την Τρίτη 3 Νοεμβρίου ανακοινώθηκε το κλείσιμο των εστιατορίων, μπαρ, καφέ, θεάτρων, σινεμά και γυμναστηρίων, και εφαρμόστηκε αποκλειστικά η τηλεκπαίδευση σε όλα τα πανεπιστήμια της χώρας.

Στις 5 Νοεμβρίου 2020 ανακοινώθηκε νέος καθολικός περιορισμός μετακινήσεων για όλη τη χώρα, που τέθηκε σε ισχύ από το Σάββατο 7 Νοεμβρίου 2020 και για 21 ημέρες. Η εκ νέου επιβολή υποχρεωτικής καραντίνας ήταν αποτέλεσμα της αύξησης των κρουσμάτων σε διάφορες περιοχές της χώρας, ενώ προηγουμένως είχαν ήδη τεθεί σε περιορισμό συγκεκριμένες πόλεις, όπως η Θεσσαλονίκη, οι Σέρρες, η Κοζάνη κ.α. Ο καθολικός περιορισμός περιελάμβανε την επιστροφή της χρήσης των SMS (κατ' εξαίρεση μετακίνηση) καθώς και το κλείσιμο της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, η οποία τέθηκε σε καθεστώς τηλεκπαίδευσης.

Τέλος, από τη Δευτέρα 16 Νοεμβρίου και για δύο εβδομάδες αναστάλλει η δια ζώσης λειτουργία των δομών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε όλη τη χώρα.

3.1.4 Καταγραφή πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα

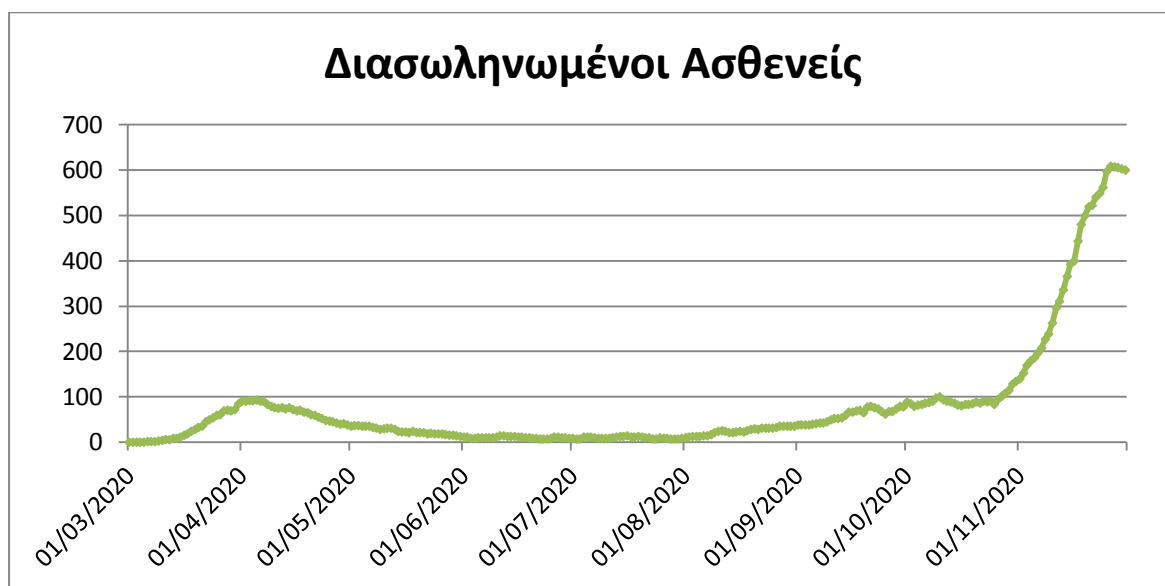
Όπως παρατηρείται από το Διάγραμμα 3.1, η έγκαιρη λήψη μέτρων στην πρώτη φάση της πανδημίας, όταν ακόμη δεν υπήρχαν πολλά κρούσματα στην Ελλάδα, βοήθησε ώστε η πανδημία να μην πάρει ανεξέλεγκτες διαστάσεις όπως σε άλλες χώρες.



Διάγραμμα 3.1: Κρούσματα της COVID-19 στην Ελλάδα.

Συγκεκριμένα, παρατηρείται ένα πρώτο επιδημικό κύμα το οποίο ξεκινάει από τα τέλη του Μαρτίου μέχρι και τις 21 Απριλίου 2020 όπου και παρατηρείται κορύφωση των νέων κρουσμάτων με 156 νέα, και μετά αρχίζει και φθίνει σταδιακά. Το δεύτερο επιδημικό κύμα δείχνει να ξεκινάει από τις αρχές του Οκτώβρη 2020 στην Ελλάδα και κορυφώνεται περίπου στα μέσα Νοέμβρη, όταν και καταγράφεται ο υψηλότερος αριθμός νέων κρουσμάτων από την αρχή της πανδημίας, με σχεδόν 3500 νέα κρούσματα. Από εκεί και έπειτα, τα περιοριστικά μέτρα που ελήφθησαν από την κυβέρνηση δείχνουν να περιορίζουν τη διασπορά, οπότε ο αριθμός των ημερήσιων νέων κρουσμάτων μειώνεται.

Για να μπορέσουν να διακριθούν καλύτερα τα δύο επιδημικά κύματα που προαναφέρθηκαν και να μπορέσει να προσδιοριστεί καλύτερα το χρονικό διάστημα στο οποία η πανδημία είχε τη μεγαλύτερη επίπτωση, είναι σημαντικό να καταγραφεί ο αριθμός των νοσούντων που χρειάστηκε να εισαχθούν σε Μονάδες Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ). Σύμφωνα με τα διαθέσιμα επιστημονικά δεδομένα για τη λοίμωξη από το νέο κορωνοϊό SARS-CoV-2, τα ηλικιωμένα άτομα καθώς και άτομα οποιασδήποτε ηλικίας με χρόνια υποκείμενα νοσήματα (π.χ. χρόνια αναπνευστικά νοσήματα, κακοήθειες κτλ), ανήκουν στις ομάδες υψηλού κινδύνου για εμφάνιση σοβαρής νόσου και επιπλοκών.

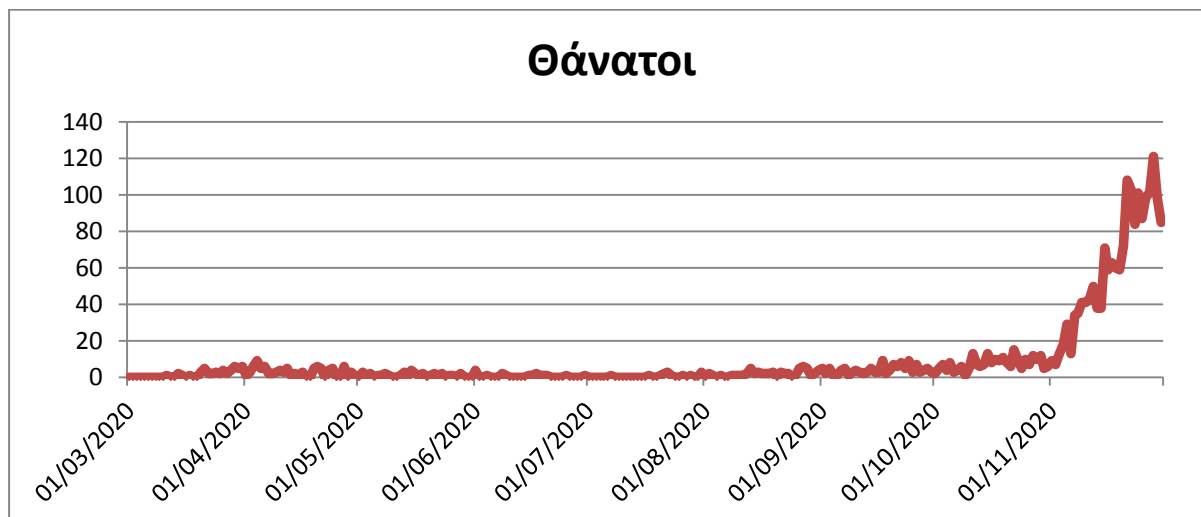


Διάγραμμα 3.2: Διασωληνωμένοι ασθενείς από την COVID-19 στην Ελλάδα.

Όπως παρατηρείται από το Διάγραμμα 3.2, υπάρχει αύξηση του αριθμού των ατόμων που διασωληνώνονται από τα τέλη Μαρτίου 2020. Ο αριθμός αυτός λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του την πρώτη εβδομάδα του Απριλίου με μέσο όρο τα 90 άτομα σε ΜΕΘ λόγω του COVID-19. Από εκεί και έπειτα ο αριθμός των διασωληνωμένων αρχίζει και φθίνει, πράγμα που υποδηλώνει ότι το πρώτο επιδημικό κύμα υποχώρησε.

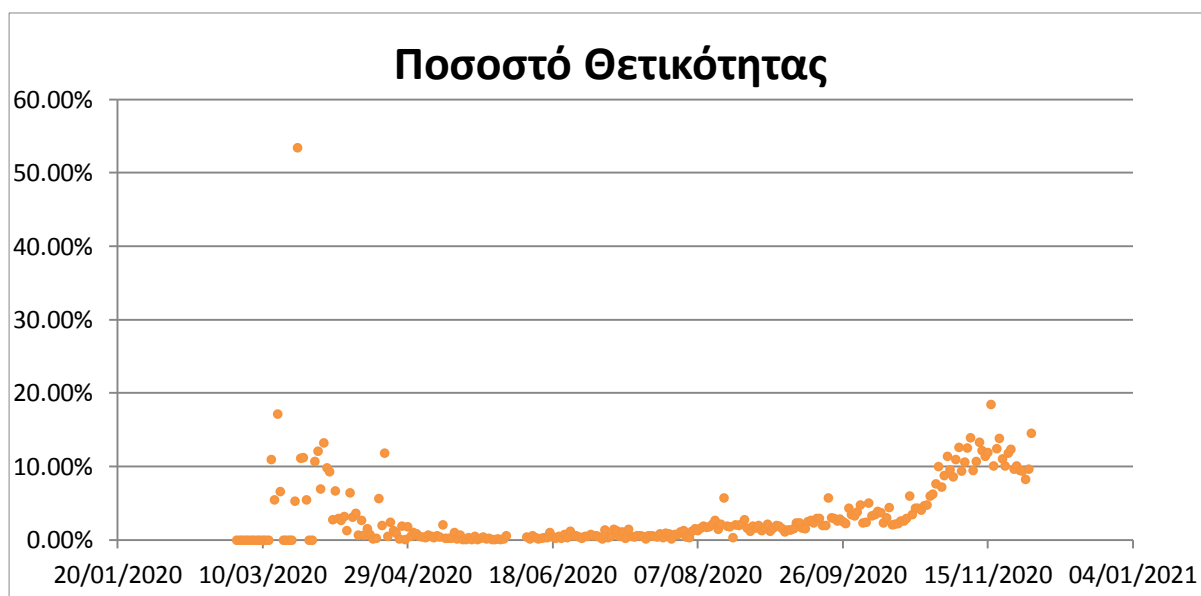
Όμως, από τις αρχές του Σεπτεμβρίου μέχρι και τις αρχές του Οκτωβρίου παρατηρείται μία αύξηση στον αριθμό των ατόμων που νοσηλεύονται σε ΜΕΘ, η οποία από τις 15 Οκτωβρίου και έπειτα παρουσιάζει εκθετική αύξηση μέχρι και τις αρχές του Δεκέμβρη. Συγκεκριμένα, από 40 περίπου διασωληνωμένους ασθενείς την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου, παρατηρούνται περίπου 100 στις αρχές του επόμενου μήνα, ενώ πάνω από 600 στις 30 Νοεμβρίου στο σύνολο των νοσοκομείων αναφοράς της χώρας. Η μεγάλη πίεση που δημιουργήθηκε στο Εθνικό Σύστημα Υγείας (ΕΣΥ) λόγω των υπεράριθμων νοσηλειών, ανάγκασε την κυβέρνηση να επιβάλει νέο καθολικό περιορισμό μετακινήσεων σε όλη την επικράτεια τη 5η Νοεμβρίου 2020.

Όσον αφορά τους θανάτους, όπως παρατηρείται στο Διάγραμμα 3.3, ο αριθμός τους κυμαίνεται σε ένα αρκετά χαμηλό επίπεδο, αφού μέχρι και τα μέσα του Οκτωβρίου 2020 οι ημερήσιοι θάνατοι δεν ξεπερνούσαν τους 10, ενώ στο μεγαλύτερο μέρος του καλοκαιριού ήταν μηδενικοί. Αντίθετα, από τις αρχές Νοεμβρίου 2020 οι θάνατοι δείχνουν να αυξάνονται συνεχώς, ξεπερνώντας τους 100 την ημέρα από τα μέσα του μήνα και έπειτα.



Διάγραμμα 3.3: Θάνατοι από την Covid-19 στην Ελλάδα.

Τέλος, στο Διάγραμμα 3.4 που ακολουθεί, παρουσιάζεται το ποσοστό θετικότητας – λόγος του ημερήσιου αριθμού κρουσμάτων προς τον ημερήσιο αριθμό τέστ- για την χρονική περίοδο μεταξύ Μαρτίου και Νοεμβρίου 2020. Πρέπει να αναφερθεί πώς δεν υπάρχουν δεδομένα για τον αριθμό των τέστ που διενεργήθηκαν από την 1^η Μαρτίου έως 12 Μαρτίου, 17 Μαρτίου έως 20, 26 και 27 Μαρτίου, καθώς και 3 έως 8 Ιουνίου, οπότε δεν προσδιορίστηκε το ποσοστό θετικότητας για εκείνες τις ημέρες.



Διάγραμμα 3.4: Ποσοστά θετικότητας των τεστ ανίχνευσης του SARS-CoV-2 στην Ελλάδα.

Αρχικά, είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι το ποσοστό θετικότητας δεν αντικατοπτρίζει σε απόλυτο βαθμό την πραγματική διασπορά του ιού στην κοινότητα οποιαδήποτε χρονική στιγμή, αφού εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των τέστ που διενεργούνται, καθώς και από τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού που συμμετέχει. Για παράδειγμα, τα Σαββατοκύριακα καθώς και οι αργίες/γιορτές εμφανίζουν υψηλά ποσοστά θετικότητας, για τον λόγο ότι αυτοί που πηγαίνουν για τέστ είτε εμφανίζουν βαριά συμπτώματα της νόσου, είτε γνωρίζουν ότι έχουν έρθει σε επαφή με επιβεβαιωμένο κρούσμα. Αντίθετα, τις καθημερινές ημέρες πραγματοποιείται ένας πολύ μεγαλύτερος αριθμός τέστ, σε ευρύτερο δείγμα του πληθυσμού, το οποίο περιλαμβάνει τόσο υποχρεωτικά τέστ σε εργαζομένους όσο και δειγματοληπτικά τεστ σε διάφορα σημεία της χώρας, πράγμα το οποίο οδηγεί στην ανίχνευση πολλών περισσότερων κρουσμάτων, με χαμηλότερο όμως ποσοστό θετικότητας.

Παρόλαυτα, όπως παρατηρείται από το Διάγραμμα 3.4, το ποσοστό θετικότητας ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό την πορεία της πανδημίας στην χώρα. Πιο συγκεκριμένα, για την περίοδο από τα μέσα Μαρτίου μέχρι και τα μέσα του Απριλίου 2020 (περίοδος πρώτου επιδημικού κύματος) το ποσοστό θετικότητας κυμαίνεται πάνω από 10%, ενώ μετά από αυτή ακολουθεί πτωτική πορεία και κυμαίνεται σε τιμές κοντά στο 0, το οποίο είναι απόρροια των μέτρων φυσικής απόστασης, τα οποία και περιόρισαν σημαντικά τον ρυθμό μετάδοσης του SARS-CoV-2.

Τα υψηλά ποσοστά θετικότητας παρατηρείται ότι επανέρχονται σε τιμές άνω του 10% σταδιακά από τα μέσα Οκτωβρίου 2020, περίοδος η οποία συμπίπτει με την έλευση του δεύτερου επιδημικού κύματος, και την εισήγηση για νέα περιοριστικά μέτρα.

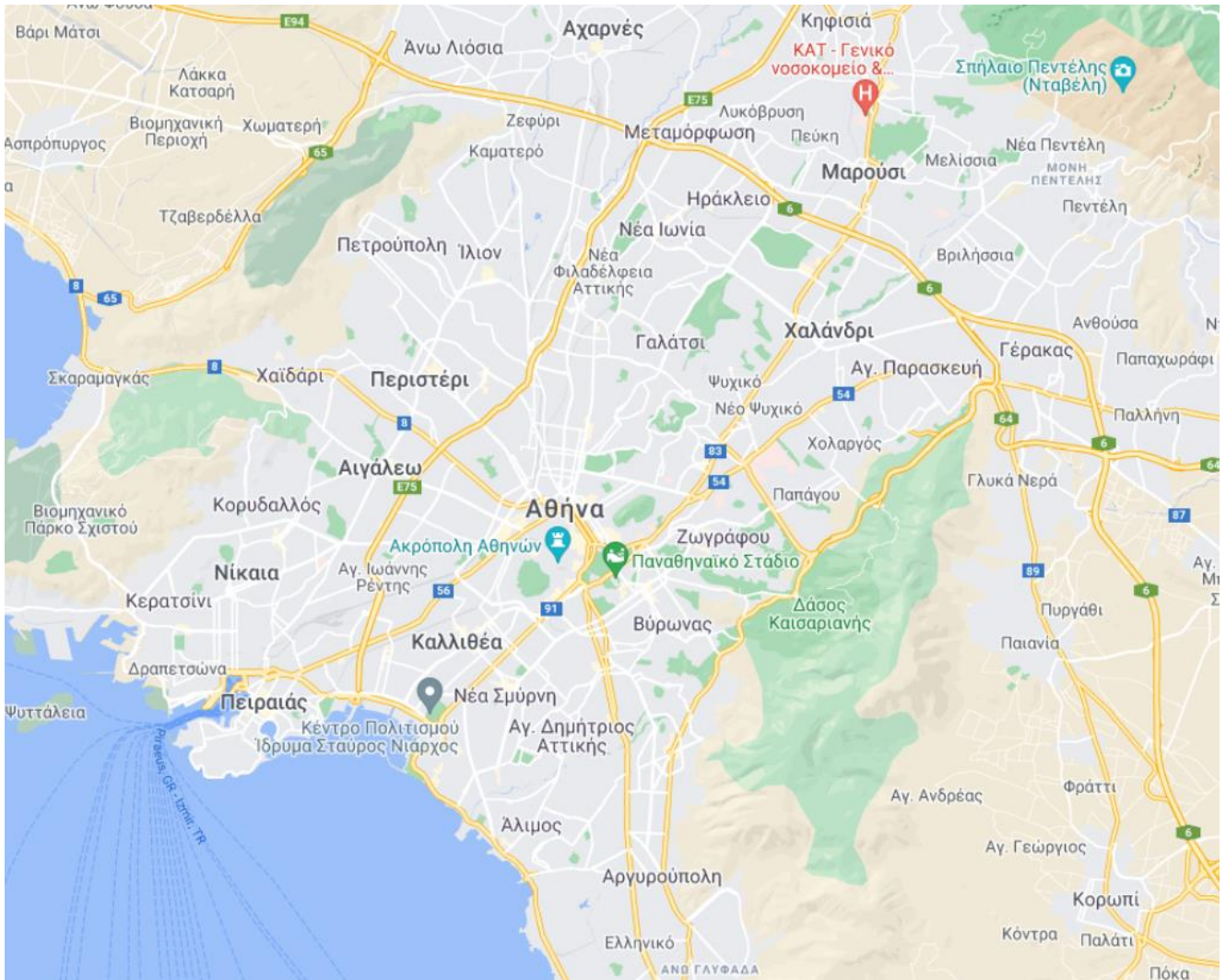
3.2 Περιοχή μελέτης

Περιοχή μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί το οδικό δίκτυο της Αθήνας, καθώς επίσης και ο Αυτοκινητόδρομος της Αττικής Οδού. Πρώτα θα γίνει ανάλυση για το οδικό δίκτυο της Περιφέρειας, ενώ ακολουθεί η περιγραφή για την Αττική Οδό.

Το πολεοδομικό συγκρότημα Αθηνών - Πειραιώς, δηλαδή η περιοχή της Αθήνας, του Πειραιά και των προαστίων τους, έχει πληθυσμό 3.218.218 κατοίκων, και συνολική έκταση 412 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Η περιοχή χωρίζεται σε πέντε Περιφερειακές Ενότητες: του Κεντρικού Τομέα Αθηνών, του Βόρειου, του Νότιου, του Δυτικού καθώς και την Περιφερειακή Ενότητα Πειραιώς. Κάθε μία υποπεριοχή από αυτές διαθέτει πλήθος σημαντικών οδικών αρτηριών, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν το οδικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών. Στην συνέχεια, ακολουθεί μία σύντομη

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.

περιγραφή των σημαντικότερων οδικών αρτηριών και λεωφόρων της πόλης των Αθηνών, ενώ ακολουθεί η ανάλυση και περιγραφή του κλειστού αυτοκινητόδρομου της Αττικής Οδού.



Εικόνα 3.1: Οδικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής Αθηνών (Πηγή: Google Maps).

Στο κέντρο της πόλης των Αθηνών οι αρτηρίες που εμφανίζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας, η Λεωφόρος Αλεξάνδρας, καθώς και οι οδοί Σταδίου, Πανεπιστημίου, Ακαδημίας, Πειραιώς και Πατησίων.

Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας

Η Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας είναι από τις κεντρικότερες και σημαντικότερες λεωφόρους της Αθήνας με μήκος 2,8 χιλιόμετρα. Ξεκινάει από την πλατεία Συντάγματος και καταλήγει στους Αμπελοκήπους στην διασταύρωση με την Λεωφόρο Αλεξάνδρας, ενώ η συνέχεια της ονομάστηκε Λεωφόρος Κηφισίας. Επίσης, η Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας διασταυρώνεται με πολλές σημαντικές οδικές αρτηρίες στο κέντρο της Αθήνας, όπως η Ακαδημίας, η Σέκερη, η Λεωφόρος Βασιλέως Κωνσταντίνου, η Σούτσου, και η Λεωφόρος Μεσογείων.

Λεωφόρος Αλεξάνδρας

Η Λεωφόρος Αλεξάνδρας είναι κεντρικός οδικός άξονας του Δήμου Αθηναίων με μήκος 2,7 χιλιόμετρα, ο οποίος ενώνει τη λεωφόρο Πατησίων με τη λεωφόρο Κηφισίας. Τοποθετείται ανάμεσα στον Λυκαβηττό και τα Τουρκοβούνια, και διασχίζει ένα μεγάλο αριθμό συνοικιών της Αθήνας, όπως οι Αμπελόκηποι, το Γκύζη, τα Κουντουριώτικα, η Νεάπολη, το Μουσείο, καθώς και το Πεδίο του Άρεως. Η λεωφόρος Αλεξάνδρας συνδέεται με πολλές κύριες οδούς, όπως οι οδοί Ιπποκράτους, Χαριλάου Τρικούπη και Πανόρμου, ενώ σε αυτή λίγο πριν την διασταύρωση με την Λεωφόρο Κηφισίας βρίσκεται και ο σταθμός του μετρό Αμπελόκηποι.

Οδός Σταδίου

Η οδός Σταδίου είναι ιστορικός δρόμος στο κέντρο της Αθήνας με συνολικό μήκος 980 μέτρα. Σημείο αφετηρίας είναι η πλατεία Ομόνοιας, ενώ αφού διέρχεται μπροστά από την Παλαιά Βουλή και την Πλατεία Κλαυθμώνος, καταλήγει στη πλατεία Συντάγματος. Η κατεύθυνση της είναι βορειοδυτική-νοτιοανατολική, ενώ είναι παράλληλη των οδών Πανεπιστημίου και Ακαδημίας.

Οδός Πανεπιστημίου

Η οδός Πανεπιστημίου είναι επίσης ένας ιστορικός δρόμος στην πόλη της Αθήνας, με το συνολικό της μήκος ανέρχεται στα 1,2 χιλιόμετρα. Είναι μονής κατεύθυνσης από το 2002, με διεύθυνση από νότο προς βορρά. Διαθέτει 4 λωρίδες κυκλοφορίας, 3 για την κίνηση των οχημάτων και μία για τα μέσα μεταφοράς, ενώ όπως και η οδός Σταδίου συνδέει την Ομόνοια με το Σύνταγμα.

Οδός Ακαδημίας

Η οδός Ακαδημίας ξεκινά από την Βασιλίσσης Σοφίας στο Σύνταγμα και διασχίζει το Κολωνάκι, τη Πλατεία Κάνιγγος και τα Εξάρχεια προτού καταλήξει στην Ομόνοια. Έχει μήκος περίπου 1 χιλιομέτρου με φορά νοτιοδυτική – βορειοανατολική, και είναι μονής κατεύθυνσης με τρεις λωρίδες κυκλοφορίας.

Οδός Πειραιώς

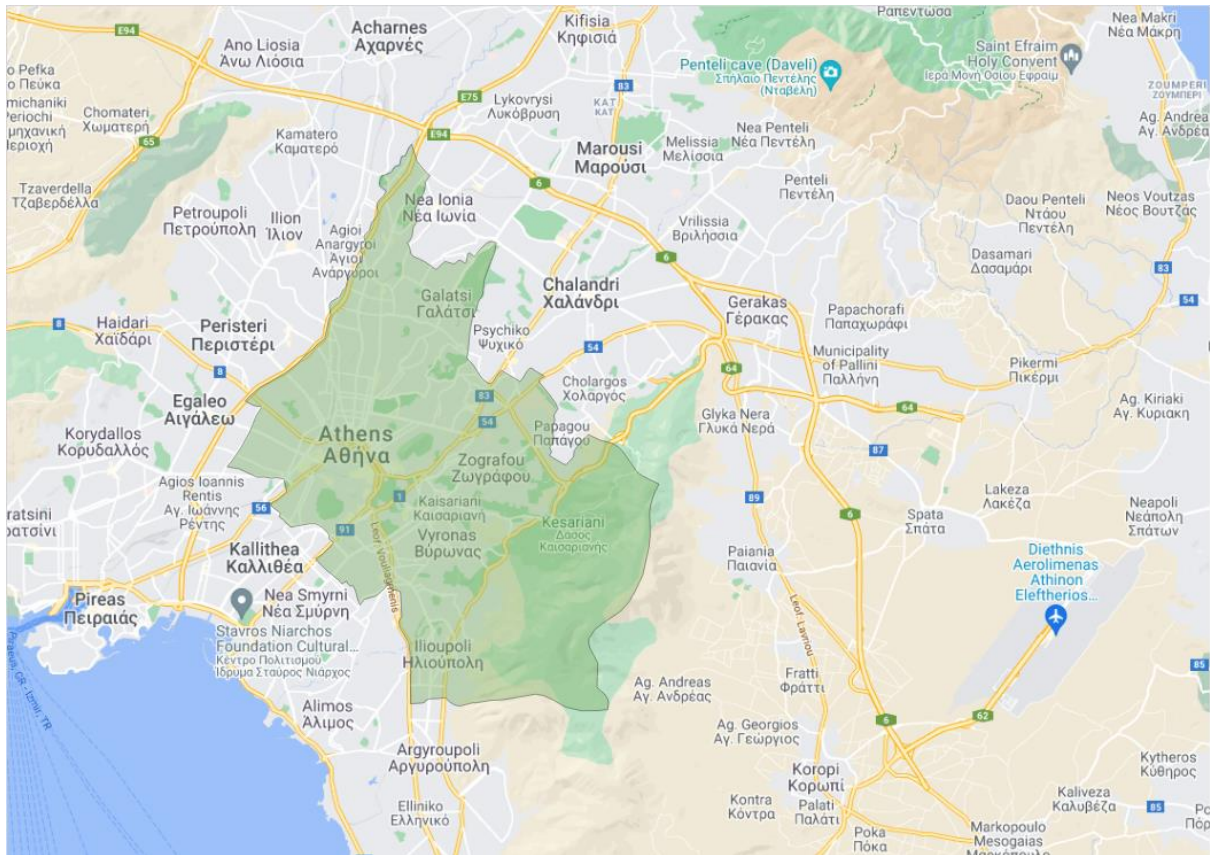
Η οδός Πειραιώς είναι μεγάλος κεντρικός οδικός άξονας που εκτείνεται σε μήκος 10 χιλιομέτρων και συνδέει το κέντρο της Αθήνας με τον Πειραιά. Ξεκινάει από την Ιερά οδό, όπου συνεχίζει ως οδός Παναγή Τσαλδάρη ως την πλατεία Ομονοίας, διασχίζει παράλληλα τις εισόδους των δήμων Ταύρου, Μοσχάτου και Ρέντη, διασταυρώνεται με τη λεωφόρο Κηφισού και συνεχίζει ως λεωφόρος Αθηνών-Πειραιώς, όπου καταλήγει στο κέντρο του Πειραιά μετά από περίπου 2 χιλιόμετρα. Διαθέτει ως επί το πλείστον 2 λωρίδες κυκλοφορίας, ενώ σε κάποια τμήματα 3.

Οδός Πατησίων

Η Οδός Πατησίων είναι από τους κυριότερους οδικούς άξονες της Αθήνας, με μήκος 4,5 χιλιόμετρα. Ξεκινά από την οδό Πανεπιστημίου στο κέντρο της Αθήνας, από την πλατεία Ομονοίας, και με κατεύθυνση προς βορρά, οδηγεί στα Πατήσια, συνοικία της Αθήνας από την οποία έλαβε το όνομά της. Με κατεύθυνση από τα νότια προς τα βόρεια, συναντά αρκετούς μεγάλους οδικούς άξονες της Αθήνας, όπως τη λεωφόρο Αλεξάνδρας, και τη Λεωφόρο Γαλατσίου. Η Πατησίων εξυπηρετείται από το Μετρό Αθήνας και συγκεκριμένα από τους σταθμούς «Ομόνοια», «Βικτώρια», και «Άνω Πατήσια», καθώς και από πολλά τρόλλεϋ και λεωφορεία.

Λεωφόρος Κατεχάκη

Η Λεωφόρος Κατεχάκη είναι σημαντική λεωφόρος της Αθήνας η οποία ξεκινάει απ' τη Λεωφόρο Κηφισίας και οδηγεί προς την Λεωφόρο Μεσογείων, την περιοχή Παπάγου, την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου και καταλήγει στην Περιφερειακή Οδό Υμηττού. Έχει συνολικό μήκος 9 χιλιομέτρων, ενώ στη συμβολή της με τη Μεσογείων έχει κατασκευαστεί ο ομώνυμος σταθμός του Μετρό,



Εικόνα 3.2: Κεντρικός Τομέας Αθηνών.

3.2.2 Δυτικός Τομέας

Λεωφόρος Κηφισού

Η Λεωφόρος Κηφισού είναι κεντρικός οδικός άξονας των Αθηνών, ο οποίος έχει κατασκευαστεί επί του ποταμού Κηφισού. Το συνολικό μήκος της είναι 14 χιλιόμετρα και ξεκινά από την περιοχή της Κηφισιάς και καταλήγει στο Φάληρο, όπου και συνδέεται με τη Λεωφόρο Ποσειδώνος. Είναι μέρος της ευρωπαϊκής οδού 75 (E75) καθώς και του Εθνικού Αυτοκινητοδρόμου 1. Επίσης, είναι σε όλο το μήκος της αυτοκινητόδρομος τριών λωρίδων κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, ενώ διαθέτει παράδρομους, γέφυρες και πλήθος εξόδων, εξυπηρετώντας τις πολυάριθμες επιχειρήσεις που εδρεύουν κατά μήκος της. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι διασταυρώνεται με πολλούς σημαντικούς οδικούς άξονες των Αθηνών όπως την Λεωφόρο Ποσειδώνος, την Οδό Πειραιώς, την Πέτρου Ράλλη, την Ιερά Οδό, τη Λεωφόρος Αθηνών, τη Λεωφόρος Κωνσταντινουπόλεως, και την Λεωφόρο Δημοκρατίας.

Πέτρου Ράλλη

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

Ιερά οδός

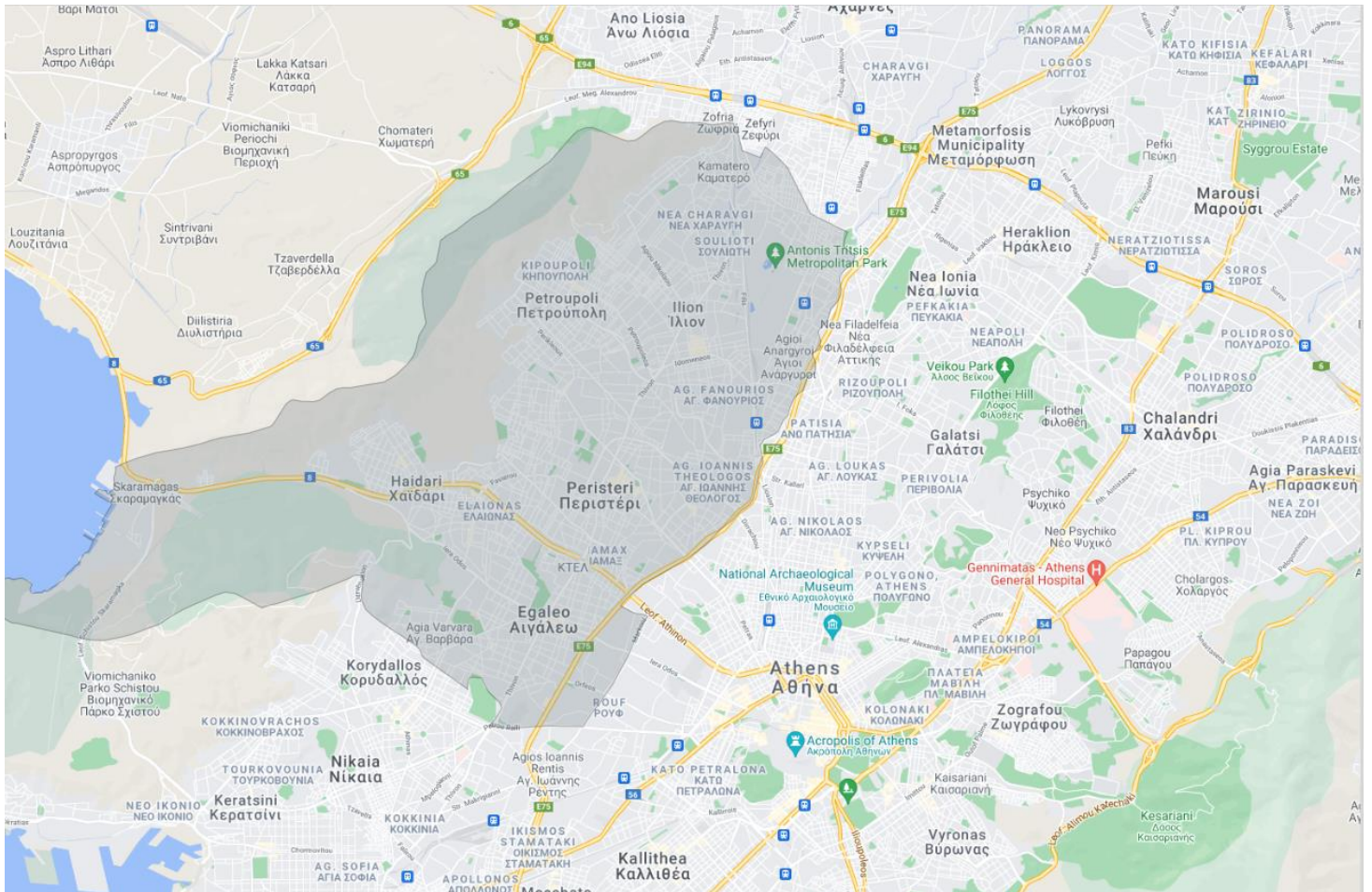
Η Ιερά οδός είναι ο αρχαιότερος δρόμος της Ελλάδας. Ξεκινά από την Πειραιώς στο Γκάζι, και καταλήγει στη Λεωφόρο Αθηνών στην περιοχή του Χαϊδαρίου, ενώ διασταυρώνεται με σημαντικούς οδικούς άξονες, όπως τη Λεωφόρο Κωνσταντινουπόλεως, τη Λεωφόρο Κηφισού, και τη Θηβών. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως η Ιερά οδός έχει συνολικό μήκος 7,8 χιλιόμετρα και διασχίζει περιοχές όπως ο Κεραμεικός, ο Ελαιώνας, το Αιγάλεω, η Αγία Βαρβάρα, και το Χαϊδάρι.

Λεωφόρος Αθηνών

Η Λεωφόρος Αθηνών είναι κύρια οδική αρτηρία που ξεκινά από το κέντρο της Αθήνας και κατευθύνεται δυτικά, ως την εθνική Οδό Αθηνών-Κορίνθου. Πιο συγκεκριμένα ως αφετηρία της ορίζεται η Λεωφόρος Κωνσταντινουπόλεως και ως τερματισμός η Λεωφόρος Σχιστού- Σκαραμαγκά, στο Σκαραμαγκά, απ' όπου και ξεκινά η εθνική οδός Αθηνών-Κορίνθου. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως η Λεωφόρος Αθηνών αποτελεί μέρος των εθνικών οδών 8 και 8α.

Λεωφόρος Θηβών

Η Λεωφόρος Θηβών είναι σημαντικός οδικός άξονας της Αθήνας και συνδέει τον Πειραιά με τα δυτικά και βορειοδυτικά προάστια. Αφετηρία της είναι ο Δήμος Πειραιά και συγκεκριμένα η οδός Ρετσίνας και τέρμα η οδός Φυλής στο Καματερό. Διασχίζει πολλές περιοχές, όπως, τη Νίκαια, τον Αγίου Ιωάννη Ρέντη, το Αιγάλεω, το Περιστερι και το Ίλιον. Το συνολικό της μήκος είναι 10,8 χιλιόμετρα.



Εικόνα 3.3: Δυτικός Τομέας Αθηνών.

3.2.3 Νότιος Τομέας

Λεωφόρος Ποσειδώνος

Η Λεωφόρος Ποσειδώνος είναι παραθαλάσσια λεωφόρος μήκους 15,4 χιλιομέτρων στα νότια προάστια της Αθήνας. Ξεκινάει από τον Πειραιά και διέρχεται από το Παλιό Φάληρο, την Καλλιθέα, τον Άλιμο, το Ελληνικό, τη Γλυφάδα και καταλήγει στη Βούλα, όπου μετονομάζεται σε Λεωφόρος Κωνσταντίνου Καραμανλή. Από τον Πειραιά έως τη Λεωφόρο Συγγρού, αποτελεί τμήμα της Εθνικής Οδού 56α, ενώ από τη Λεωφόρο Συγγρού έως τη Γλυφάδα και τη Βούλα, της Εθνικής Οδού Ε91. Είναι από τους σημαντικότερους οδικούς άξονες αφού χρησιμοποιείται τόσο καθημερινά για μετακινήσεις με σκοπό την εργασία, όσο και σε μετακινήσεις που σχετίζονται με αναψυχή ή/και τις διακοπές.

Λεωφόρος Συγγρού

Η λεωφόρος Ανδρέα Συγγρού συνδέει το κέντρο των Αθηνών με το Φάληρο και την Καλλιθέα στην περιοχή Τζιτζιφιές. Έχει μήκος 5 χιλιομέτρων και ξεκινά από την οδό Αθανασίου Διάκου του Δήμου της Αθήνας και καταλήγει στη λεωφόρο Ποσειδώνος (Παραλιακή) στο Δήμο Παλαιού Φαλήρου. Αξίζει να αναφερθεί πως η λεωφόρος Συγγρού διασταυρώνεται με σημαντικές οδικές αρτηρίες, όπως τις οδούς Καλλιρρόης, Λαγουμιτζή, Λάμπρου Κατσώνη και τη Λεωφόρο Αμφιθέας. Τέλος, είναι από τις πιο πολυσύχναστες λεωφόρους των Αθηνών, πράγμα το οποίο συμπαιρένεται από τον αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο που παρουσιάζει καθημερινά τις ώρες αιχμής, καθώς πολλοί χρησιμοποιούν την Λ. Συγγρού για να μετακινηθούν από και προς την εργασία τους

Λεωφόρος Βουλιαγμένης

Η λεωφόρος Βουλιαγμένης είναι ο κύριος οδικός άξονας των νοτίων προαστίων. Διαθέτει τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και το συνολικό μήκος της είναι 15,3 χιλιόμετρα. Ξεκινά από το κέντρο, σχεδόν, της Αθήνας και καταλήγει στο Δήμο Βουλιαγμένης, όπου και συνδέεται με τη λεωφόρο Ποσειδώνος. Η λεωφόρος Βουλιαγμένης δεν έχει ενιαίο σχεδιασμό καθώς ξεκινά με δύο διαφορετικούς δρόμους στο ύψος του Παγκρατίου, για να γίνει ενιαία λεωφόρος στο ύψος του Αγίου Δημητρίου. Παρόλαυτα, το μεγάλο μειονέκτημα της βρίσκεται στην παρουσία δεκάδων φωτεινών σηματοδοτών ενώ υπάρχουν μόλις δυο ανισόπεδοι κόμβοι σε όλο το μήκος της, στο ύψος της Αργυρούπολης και στην είσοδο του ανατολικού αεροσταθμού του πρώην αεροδρομίου του Ελληνικού.

Λεωφόρος Αλίμου

Η Λεωφόρος Αλίμου είναι λεωφόρος η οποία συνδέει τη λεωφόρο Ποσειδώνος με τη λεωφόρο Βουλιαγμένης. Έχει μήκος 2,5 χιλιόμετρα και αποτελεί όριο του μεγάλου δακτυλίου της Αθήνας.



Εικόνα 3.4: Νότιος Τομέας Αθηνών.

3.2.4 Βόρειος Τομέας

Λεωφόρος Μεσογείων

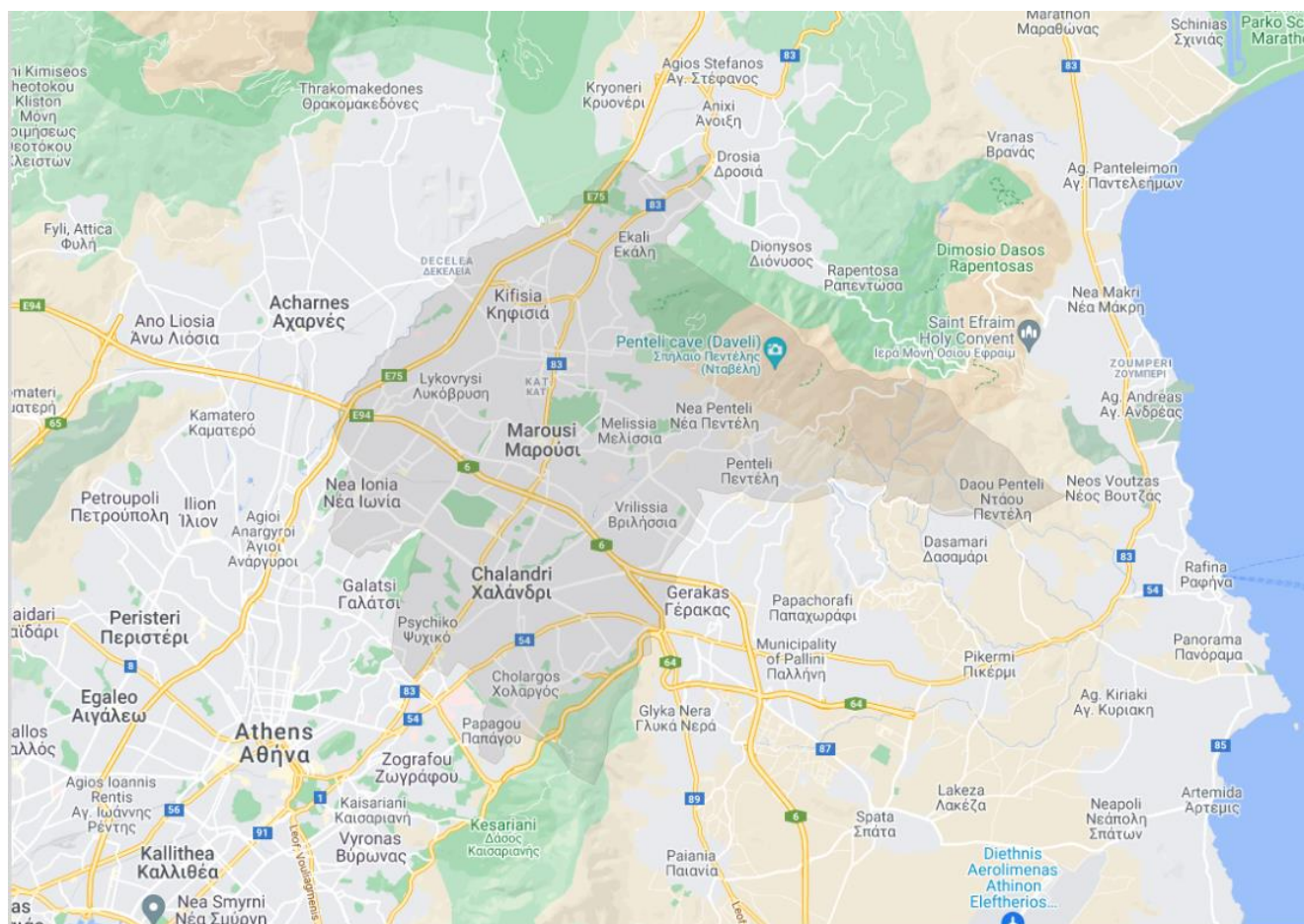
Η λεωφόρος Μεσογείων είναι κύριος οδικός άξονας της Αθήνας με μήκος 8,3 χιλιόμετρα, ο οποίος συνδέει το κέντρο της πρωτεύουσας με τα Μεσόγεια. Η λεωφόρος Μεσογείων εξυπηρετείται από μέσα μαζικής μεταφοράς, με πιο χαρακτηριστικό τη Γραμμή 3 του μετρό, η οποία διαθέτει 4 σταθμούς επί της λεωφόρου. Με 3 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, εξυπηρετεί πάνω από 100.000 οχήματα καθημερινά, ενώ συνδέεται με πολλούς κεντρικούς άξονες, όπως η Λεωφόρος Αλεξάνδρας, η Μιχαλακοπούλου, η Λεωφόρος Κανελλοπούλου, η Γρηγορίου Ξενοπούλου, η Χαλανδρίου, και η Χλόης, ενώ μερικές από τις περιοχές που διασχίζει είναι οι Αμπελόκηποι, των Ελληνορώσων, του Παπάγου, ο Χολαργός, το Νέο Ψυχικό, το Χαλάνδρι και η Αγία Παρασκευή.

Λεωφόρος Κηφισίας

Η λεωφόρος Κηφισίας αποτελεί κομβικό άξονα μήκους 19 περίπου χιλιομέτρων, ο οποίος ενώνει το κέντρο της Αθήνας με τα Βόρεια Προάστια. Συγκεκριμένα ξεκινά από τη διασταύρωση των Λεωφόρων Αλεξάνδρας, Βασιλίσσης Σοφίας και Μεσογείων, στην πλατεία Ευαγγελικής Σχολής και καταλήγει στην Κηφισιά στην περιοχή της Νέας Ερυθραίας. Συμπεριλαμβάνει πλήθος ανισόπεδων κόμβων όπως, τον κόμβο των Αμπελοκήπων, του Ψυχικού και του Χαλανδρίου, διακλαδίζεται με τη λεωφόρο Σπύρου Λούη στον κόμβο του Πολύδροσου και διέρχεται από τον κυκλικό κόμβο στον Παράδεισο Αμαρουσίου, όπου συνδέεται με την Αττική Οδό. Ο οδικός άξονας στην Κηφισιά περιορίζεται σε πρωτεύοντα αστικό δρόμο του οδικού δικτύου της Κηφισιάς και διαχωρίζεται σε δύο οδικούς άξονες, τη λεωφόρο Τατοΐου και τη λεωφόρο Ελευθερίου Βενιζέλου, οι οποίες καταλήγουν στην εθνική οδό Αθηνών-Λαμίας και στη λεωφόρο Θησέως αντίστοιχα.

Λεωφόρος Δουκίσσης Πλακεντίας

Η Λεωφόρος Δουκίσσης Πλακεντίας είναι λεωφόρος 2,5 περίπου χιλιομέτρων στο Χαλάνδρι η οποία συνδέει τις οδούς Παπανικολή, Κωνσταντίνου Παλαιολόγου και Αγίας Παρασκευής με την Αττική Οδό και την Περιφερειακή Υμηττού. Είναι ένας σημαντικός δρόμος του Χαλανδρίου, καθώς αποτελεί όριο του μεγάλου δακτυλίου Αθηνών και αποτελεί επέκταση της Οδού Χαλανδρίου στην Αγία Παρασκευή. Επί της λεωφόρου βρίσκονται ο Σταθμός Χαλάνδρι του Μετρό Αθήνας και στο τέρμα της ο ομώνυμος σταθμός του Μετρό και του Προαστιακού.



Εικόνα 3.5: Βόρειος Τομέας Αθηνών.

3.2.5 Ευρύτερη περιοχή Αττικής

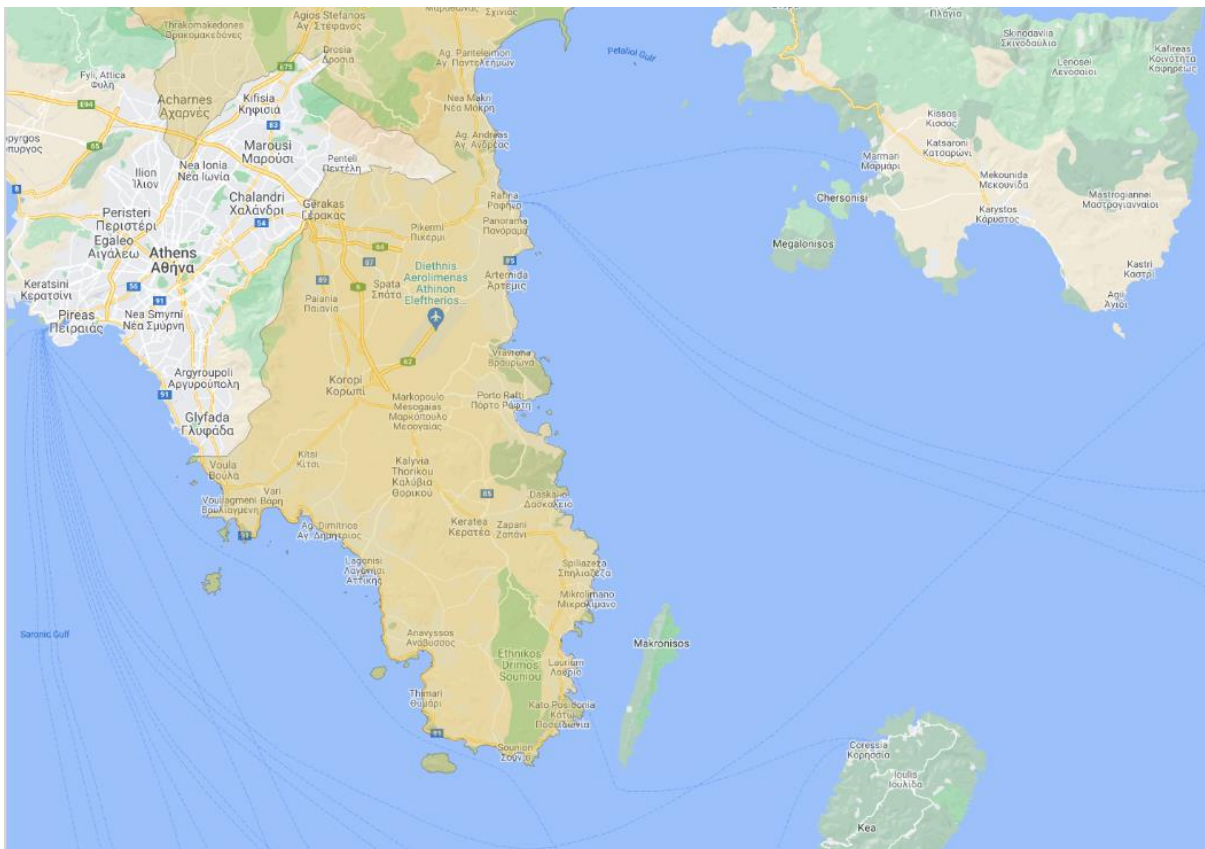
Λεωφόρος Μαραθώνος

Η λεωφόρος Μαραθώνος είναι οδικός άξονας ο οποίος διατρέχει την Ανατολική Αττική. Ξεκινάει από τη λεωφόρο Μεσογείων, στον Σταυρό του Δήμου Αγίας Παρασκευής και καταλήγει στη Δροσιά Αττικής. Περνάει διαδοχικά από τον Γέρακα, την Παλλήνη, το Πικέρμι, τη Ραφήνα, τη Νέα Μάκρη, το Μαραθώνα, τον Άγιο Στέφανο και την Άνοιξη. Ο δρόμος από τον Σταυρό μέχρι την Νέα Μάκρη έχει δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και τα δύο ρεύματα κυκλοφορίας είναι χωρισμένα, ενώ στον Άγιο Στέφανο, στην Άνοιξη και στην Δροσιά έχει μία λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και τα δύο ρεύματα κυκλοφορίας είναι συνενωμένα. Δεν είναι κλειστός δρόμος, έχοντας πολλές εισόδους και εξόδους καταστημάτων και ισόπεδες διαβάσεις, με σηματοδότες και χωρίς. Ο

οδικός αυτός άξονας συνδέει ουσιαστικά την ευρύτερη περιοχή των Αθηνών με την υπόλοιπη Αττική, και έχει συνολικό μήκος περίπου 45 χιλιομέτρων.

Λεωφόρος Λαυρίου

Η Λεωφόρος Λαυρίου είναι λεωφόρος 24 χιλιομέτρων η οποία διατρέχει τα νότια Μεσόγεια στην Ανατολική Αττική. Ξεκινάει από τη λεωφόρο Μαρκοπούλου, έξω από το Μαρκόπουλο και καταλήγει στο Άνω Θορικό, έξω από το Λαύριο. Περνάει διαδοχικά από τα Καλύβια Θορικού, τον Κουβαρά, το Νέο Κουβαρά, την Κερατέα και το Θορικό. Στο μέλλον, πρόκειται να αναβαθμιστεί στον αυτοκινητόδρομο 61, ο οποίος θα αποτελέσει προέκταση της Αττικής Οδού.



Εικόνα 3.6: Ανατολικός Τομέας και ευρύτερη περιοχή Αθηνών.

3.2.6 Αττική Οδός

Όσον αφορά την Αττική οδό, πρόκειται ουσιαστικά για ένα σύστημα αυτοκινητοδρόμων, οι οποίοι αποτελούν τον περιφερειακό δακτύλιο της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας. Η Αττική Οδός είναι ένας κλειστός αστικός αυτοκινητόδρομος, με τρεις λωρίδες κυκλοφορίας και μία λωρίδα έκτακτης ανάγκης (Λ.Ε.Α) ανά κατεύθυνση στον κύριο άξονα (τμήμα Ελευσίνα-Σπάτα), συνολικού μήκους περίπου 70 χλμ.

Ο αυτοκινητόδρομος της Αττικής Οδού αποτελεί τον συνδετικό κρίκο του οδικού άξονα ΠΑΘΕ (Πάτρα-Αθήνα-Θεσσαλονίκη-Εύζωνοι), αφού συνδέει την Εθνική Οδό Αθηνών-Λαμίας με την Εθνική Οδό Αθηνών-Κορίνθου, παρακάμπτοντας το κέντρο της Αθήνας. Ως κλειστός αυτοκινητόδρομος έχει ελεγχόμενες προσβάσεις και αποτελείται από δύο κάθετα, διασταυρούμενα μεταξύ τους, τμήματα: Την Ελεύθερη Λεωφόρο Ελευσίνας-Σταυρού - Σπάτων (Ε.Λ.Ε-Σ-Σ), μήκους περίπου 52 χλμ. (Αυτοκινητόδρομος Α6), και τη Δυτική Περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού (Δ.Π.Λ.Υ), μήκους περίπου 13 χλμ. (Αυτοκινητόδρομος Α62). Επιπλέον, στην Αττική Οδό εντάσσεται και τμήμα της Δυτικής Περιφερειακής Λεωφόρου Αιγάλεω (Αυτοκινητόδρομος Α65), μήκους περίπου 5χλμ, καθώς και ο τριτεύων αυτοκινητόδρομος Α621, κλάδος του Α62, ο οποίος συνδέει τη Λεωφόρο Δουκίσσης Πλακεντίας με την Αγία Παρασκευή.

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.



Χάρτης 3. 1: Χάρτης θέσης της Αττικής Οδού στο Λεκανοπέδιο Αττικής.

Η πρόσβαση στον αυτοκινητόδρομο γίνεται μέσω των 29 συνολικά ανισόπεδων προσβάσεων που βρίσκονται κατά μήκος του οδικού άξονα. Πιο συγκεκριμένα, στο κύριο τμήμα της Αττικής Οδού (Αυτοκινητόδρομος Α6), λειτουργούν αυτή την στιγμή 22 ανισόπεδοι κόμβοι με πρώτο εκείνον της Μάνδρας και τελευταίο τον κόμβο του Αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος, ενώ 7 από αυτούς βρίσκονται στην Περιφερειακή Λεωφόρο του Υμηττού (Αυτοκινητόδρομος Α62) με αρχή την Λεωφόρο Κατέχακη και τέλος τον Α/Κ Παλλήνης.

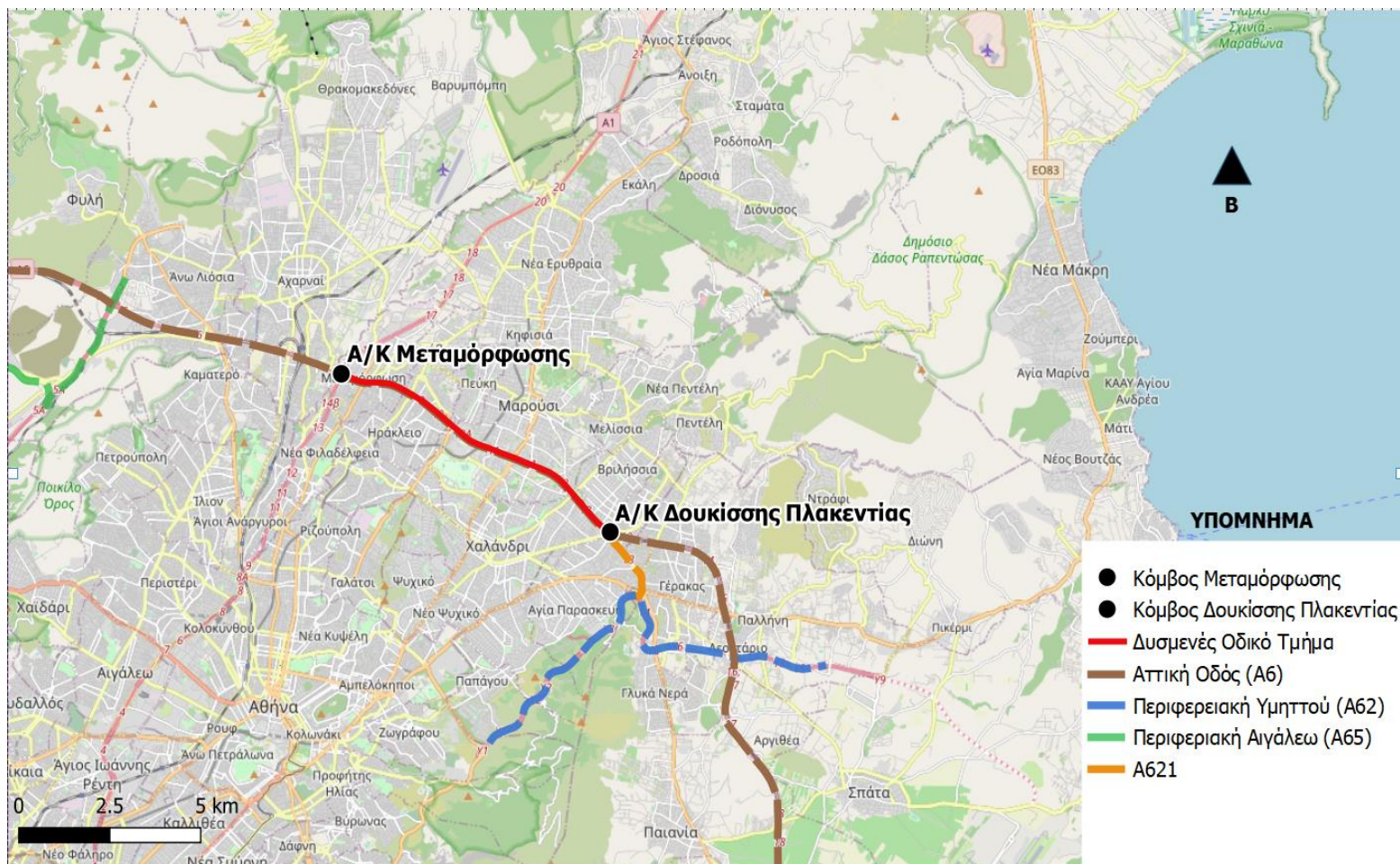
Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι παρόλο το αυξημένο κόστος κατασκευής και διαμόρφωσης, οι ανισόπεδοι κόμβοι προσφέρουν βελτίωση της κυκλοφοριακής ικανότητας και της οδικής ασφάλειας. (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.



Χάρτης 3. 2: Θέσεις των 29 ανισόπεδων κόμβων της Αττικής Οδού.

Σύμφωνα με στοιχεία τα οποία εκδίδονται από την Αττική Οδό, το 2019 ο υψηλότερος κυκλοφοριακός φόρτος παρατηρήθηκε μεταξύ του Α/Κ Μεταμόρφωσης και του Α/Κ της Δουκ. Πλακεντίας, καθώς το συγκεκριμένο οδικό τμήμα χρησιμοποιείται ευρέως κατά την ώρα αιχμής (8π.μ με 9π.μ) τις εργάσιμες ημέρες, από μετακινούμενους που θέλουν να μετακινηθούν προς την εργασία τους.



Χάρτης 3. 3: Δυσμενέστερο οδικό τμήμα Αττικής Οδού για το 2019.

3.3 Επιλογή Διατομών

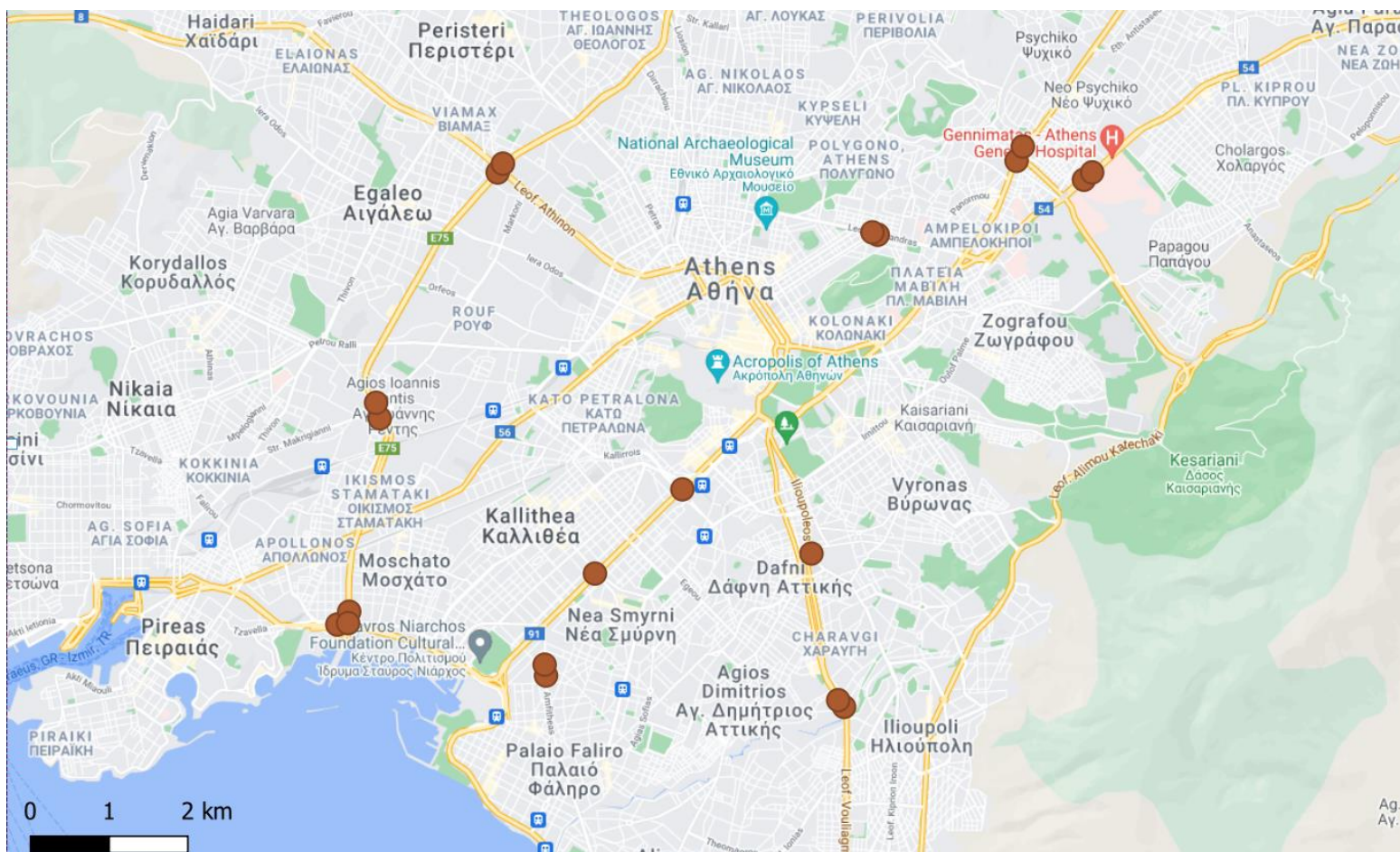
Σε αυτή την υπό-ενότητα παρουσιάζονται οι διατομές που επιλέχθηκαν με σκοπό να καλύψουν το μεγαλύτερο μέρος των μετακινήσεων που αφορούν την εργασία, την ψυχαγωγία και τις διακοπές των μετακινούμενων. Η επιλογή των διατομών παρουσιάζεται ξεχωριστά αρχικά για το οδικό δίκτυο της Περιφέρειας και μετά για την Αττική Οδό, ενώ στο τέλος παρουσιάζονται 3 χάρτες που απεικονίζουν το σύνολο των διατομών που επιλέχθηκαν σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης για τους παραπάνω σκοπούς μετακίνησης.

Η επιλογή των διατομών πραγματοποιήθηκε με βάση τις διαθέσιμες διατομές και τις μετακινήσεις που πραγματοποιούνται ανά διακριτό σκοπό μετακίνησης στο οδικό δίκτυο του Λεκανοπεδίου Αττικής. Επιπλέον, οι περισσότερες διατομές που επιλέχθηκαν αφορούν

ανιχνευτές μέτρησης που είναι τοποθετημένοι και στις δύο κατευθύνσεις μίας οδού, ώστε να συλλεχθούν στοιχεία που αφορούν τόσο τις inbound όσο και τις outbound μετακινήσεις.

3.3.1 Διατομές εργασίας στο οδικό δίκτυο της περιφέρειας

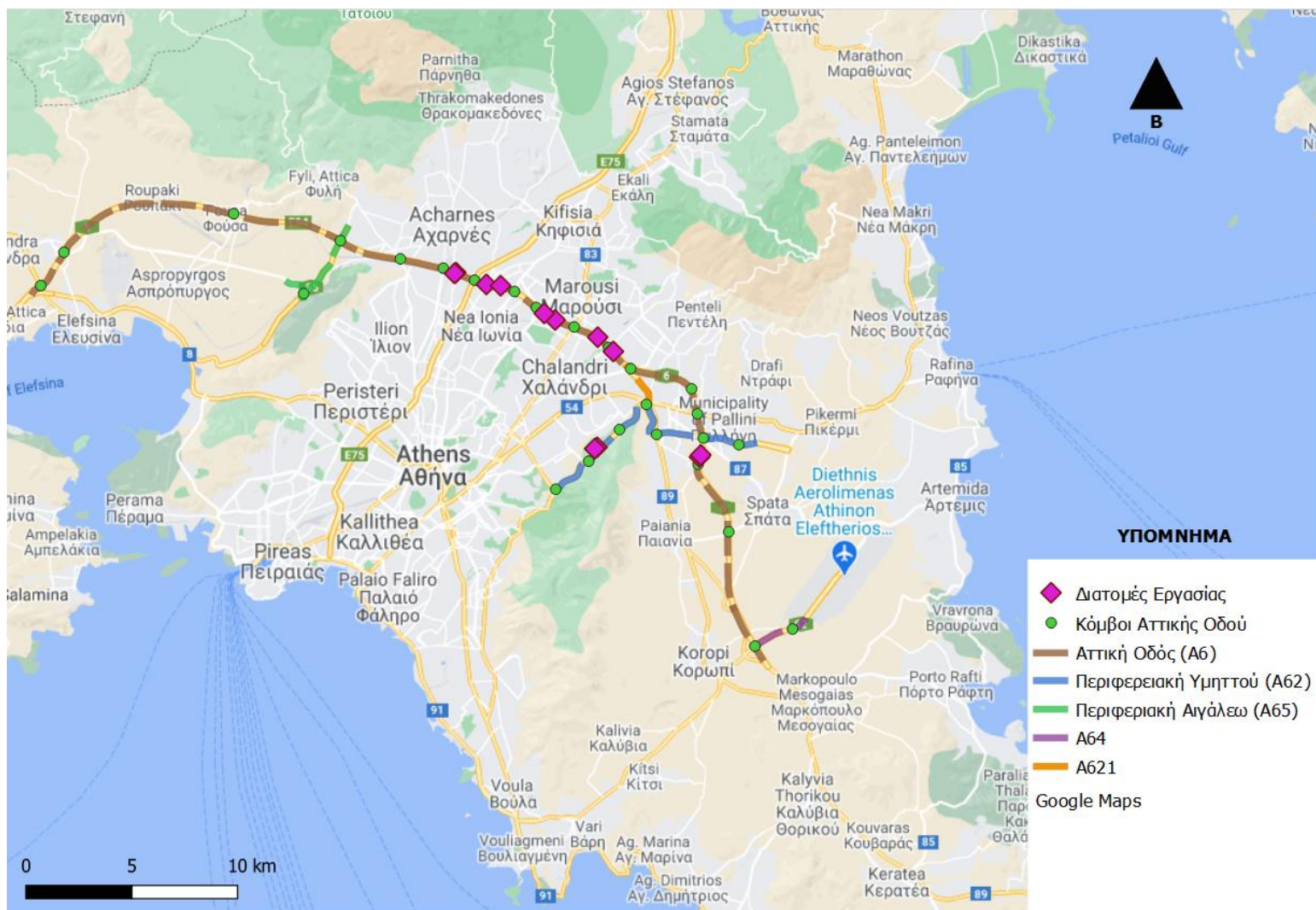
Ξεκινώντας με τις διατομές που αφορούν τις μετακινήσεις από και προς την εργασία, έχουν επιλεγεί διατομές σε σημεία που κατά τις ώρες αιχμής χρησιμοποιούνται από τους εργαζόμενους και παρουσιάζεται αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος. Οι διατομές όπως διακρίνεται και στον χάρτη 3.4 που ακολουθεί, βρίσκονται σε κεντρικούς οδικούς άξονες της πόλης των Αθηνών όπως η Λ. Συγγρού, η Λ. Αμφιθέας, η Λ. Βουλιαγμένης, η Ηλιουπόλεως, η Λ. Κηφισού, η Λ. Αλεξάνδρας και η Λ. Μεσογείων, αφού μέσω αυτών οι μετακινούμενοι προσεγγίζουν το κέντρο της πόλης από τα προάστια. Συνολικά για τις μετακινήσεις με σκοπό την εργασία επιλέχθηκαν 22 διατομές.



Χάρτης 3. 4: Διατομές εργασίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής.

3.3.2 Διατομές εργασίας στην Αττική Οδό

Στον αυτοκινητόδρομο της Αττικής Οδού επιλέχθηκαν διατομές σε σημεία του που κατά τις ώρες αιχμής χρησιμοποιούνται κυρίως από τους εργαζομένους που μεταβαίνουν στην εργασία τους. Συνολικά, επιλέχθηκαν 12 διατομές οι οποίες προσδιορίζονται αναλυτικά στη συνέχεια.



Χάρτης 3. 5: Διατομές εργασίας στην Αττική Οδό.

Αρχικά, επιλέχθηκαν 4 διατομές (2 ανά κατεύθυνση) στην αρχή της Περιφερειακής Λεωφόρου του Υμηττού, στο ύψους του κόμβου Παπάγου (Υ2), αφού το συγκεκριμένο

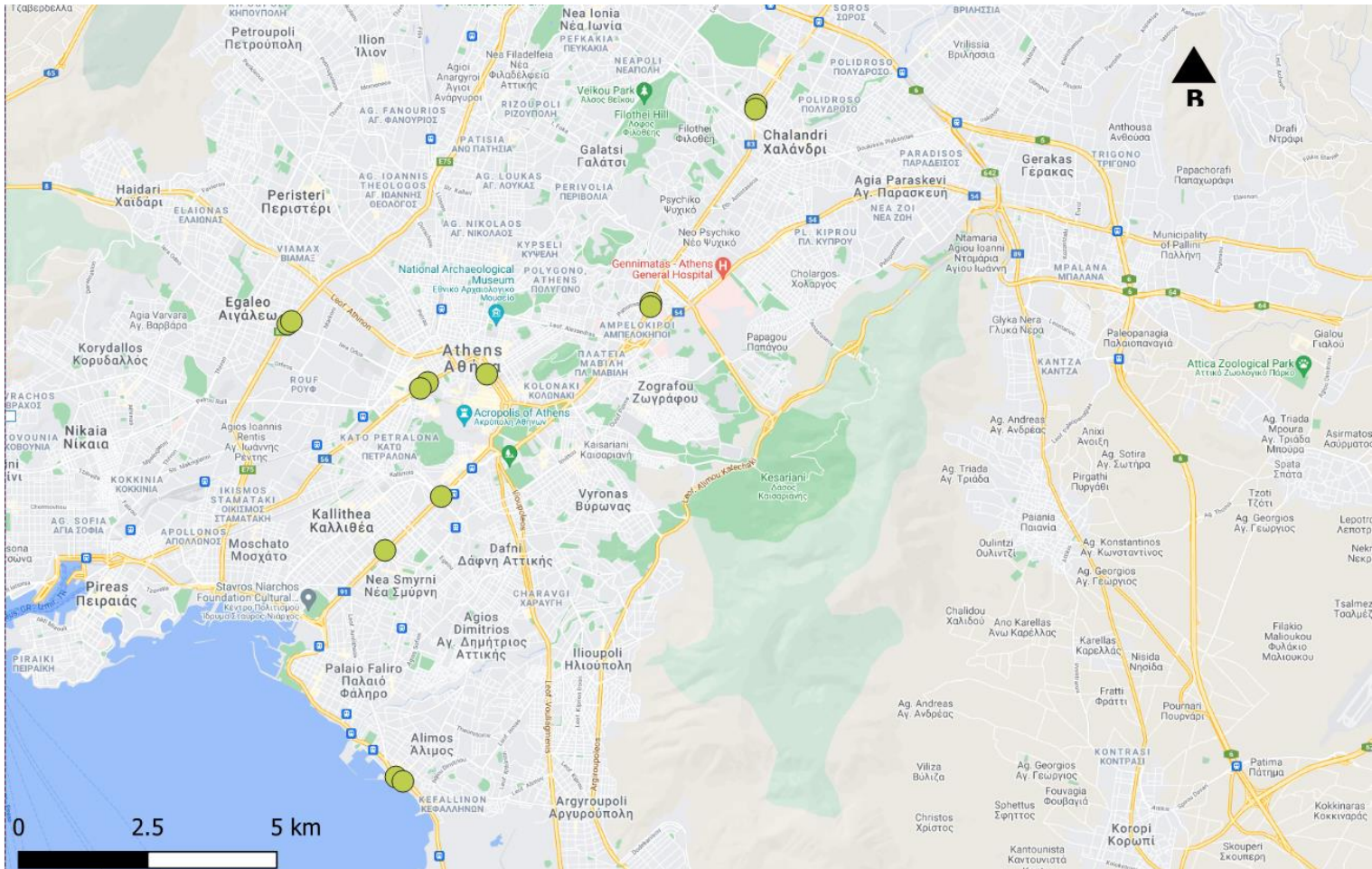
οδικό τμήμα χρησιμοποιείται ευρέως κατά τις ώρες αιχμής από εργαζόμενους που θέλουν να προσεγγίσουν το κέντρο της Αθήνας μέσω της Λεωφόρου Κατεχάκη.

Επιπλέον, επιλέχθηκαν 2 διατομές ανά κατεύθυνση, οι οποίες βρίσκονται ανάντη και κατάντη των κόμβων της Μεταμόρφωσης και της Λ. Κηφισίας (σύνολο 8 διατομές), καθώς στα σημεία εκείνα τις ώρες αιχμής παρουσιάζεται μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση. Τέλος, επιλέχθηκε 1 διατομή ανά κατεύθυνση λίγο πριν την Παιανία, στο ύψος της Κάντζας, αφού στην ευρύτερη περιοχή εδρεύουν πολλές βιοτεχνίες και βιομηχανίες τις οποίες επισκέπτονται καθημερινά εργαζόμενοι από ολόκληρο το Λεκανοπέδιο για την εργασία τους.

3.3.3 Διατομές ψυχαγωγίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας

Όσον αφορά τις διατομές που αφορούν τις μετακινήσεις με σκοπό την ψυχαγωγία, επιλέχθηκαν διατομές σε οδικούς άξονες είτε που βρίσκονται σε περιοχές όπου υπάρχει έντονη νυχτερινή ζωή όπως η Γλυφάδα, ο Άλιμος, το Χαλάνδρι, το Αιγάλεω και το κέντρο της Αθήνας, διατομές από τις οποίες διέρχονται οι μετακινούμενοι για να κατευθυνθούν προς εκείνες τις περιοχές. Συνεπώς, οι διατομές που επιλέχθηκαν βρίσκονται στη Λ. Ποσειδώνος (παραλιακή), στη Λ. Συγγρού, στη Λ. Αθηνών στην διασταύρωση της με την Ιερά Οδό (έξοδος προς Αιγάλεω), στη Πειραιώς στο ύψος του Κεραμεικού, στη Λ. Κηφισίας στις περιοχές Πανόρμου και Χαλάνδρι, στην Ιερά Οδό, καθώς και στη Σταδίου στο κέντρο. Συνολικά επιλέχθηκαν 16 διατομές οι οποίες απεικονίζονται στον χάρτη 3.6 που ακολουθεί.

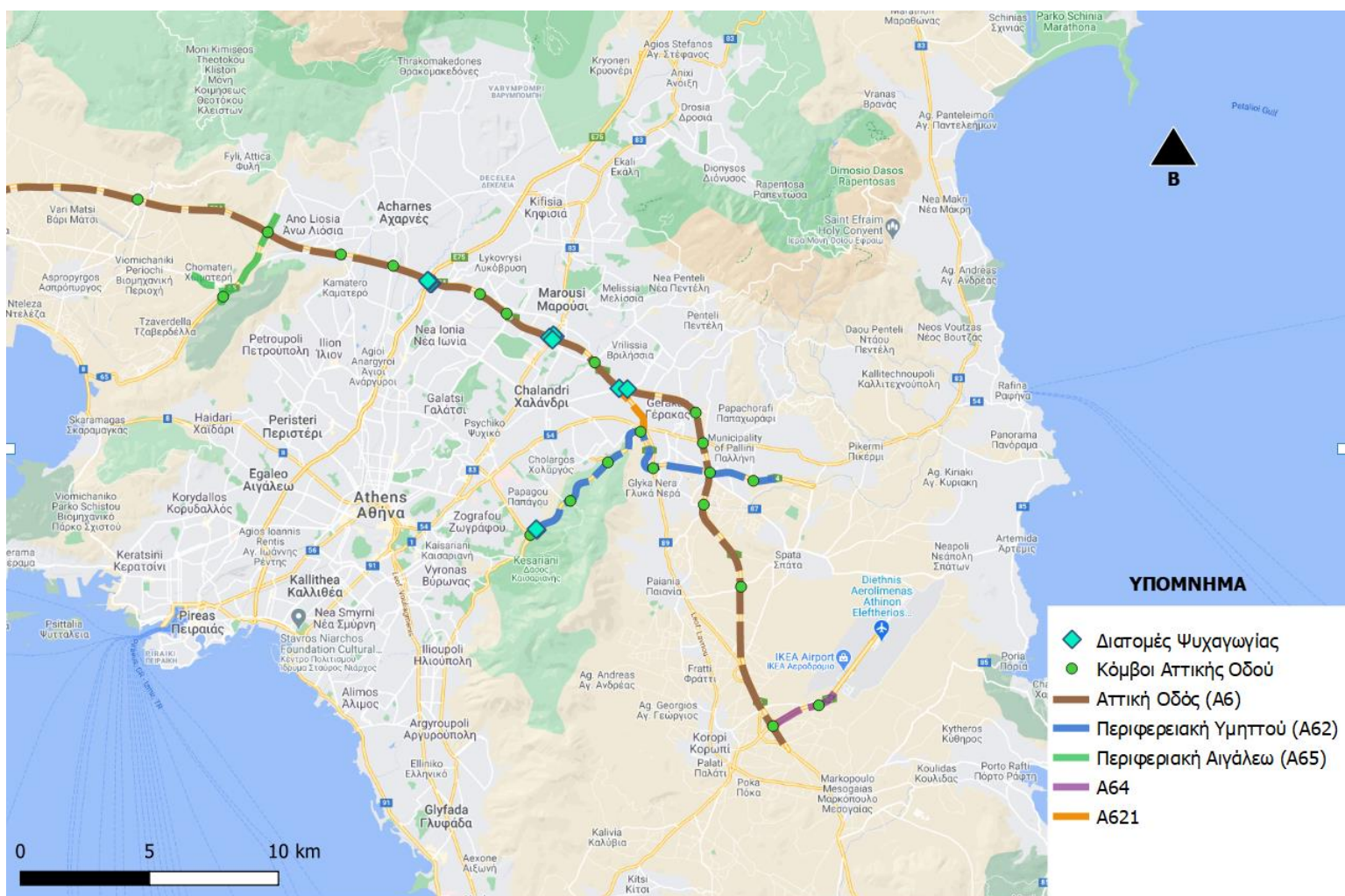
Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.



Χάρτης 3. 6: Διατομές ψυχαγωγίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας.

3.3.4 Διατομές ψυχαγωγίας στην Αττική Οδό

Στον αυτοκινητόδρομο της Αττικής Οδού επιλέχθηκαν συνολικά 10 διατομές που αφορούν μετακινήσεις με σκοπό την ψυχαγωγία. Οι διατομές αυτές αφορούν στο μεγαλύτερο μέρος τους, κλάδους εξόδου και εισόδου από την Αττική Οδό, σε Α/Κ τους οποίους χρησιμοποιούν οι μετακινούμενοι για μετάβαση σε περιοχές για ψυχαγωγία.

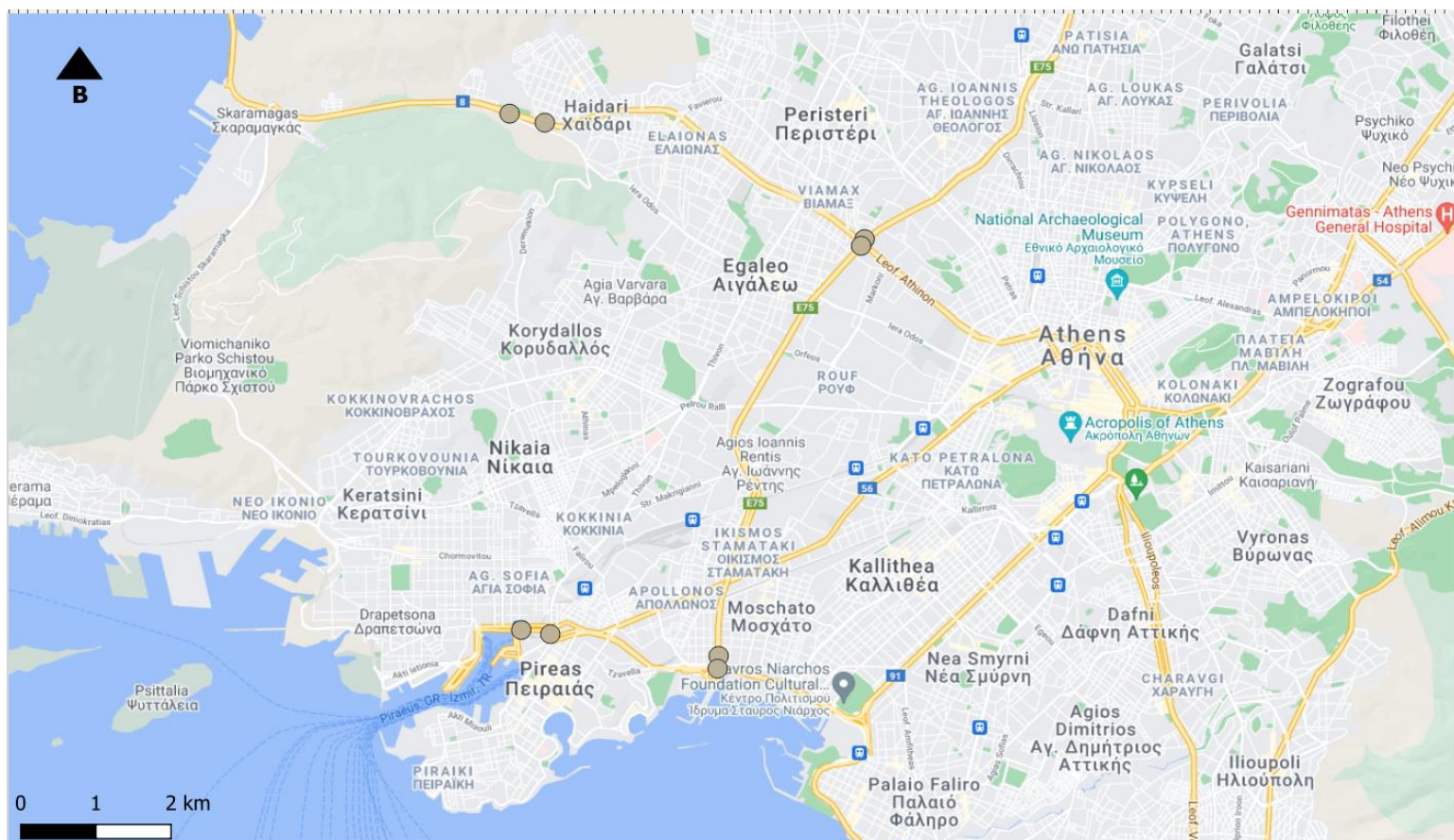


Χάρτης 3. 7: Διατομές ψυχαγωγίας στην Αττική Οδό.

Οι συγκεκριμένες διατομές επιλέχθηκαν είτε γιατί βρίσκονται σε περιοχές που εδρεούν καταστήματα εστίασης και ψυχαγωγίας όπως για παράδειγμα οι κλάδοι εξόδου στον κόμβο της Δουκίσσης Πλακεντίας, είτε γιατί χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια μετακίνησης από και προς περιοχές με ψυχαγωγία, όπως ο κλάδος της Λεωφόρου Κηφισίας και του ΠΑΘΕ στο ρεύμα προς Πειραιά. Τέλος, επιλέχθηκαν 2 ακόμα διατομές στο ύψος της Λεωφόρου Κατεχάκη ώστε να συνυπολογιστούν οι μετακινήσεις από και προς το κέντρο της Αθήνας.

3.3.5 Διατομές διακοπών στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας

Τέλος, στον χάρτη 3.8 παρουσιάζονται οι διατομές που χρησιμοποιούν οι μετακινούμενοι για τις μετακινήσεις με σκοπί τις διακοπές. Για τις συγκεκριμένες διατομές έγινε προσπάθεια να καλυφθούν όλες οι οδικές αρτηρίες μέσω των οποίων πραγματοποιείται η έξοδος από την πόλη της Αθήνας.



Χάρτης 3. 8: Διατομές διακοπών στο οδικό δίκτυο της περιφέρειας.

Πιο συγκεκριμένα επιλέχθηκαν διατομές στη Λ. Αθηνών στο ύψους του Ψυχιατρείου στο Χαιδάρι λίγο πριν τον Σκαραμαγκά αφού από εκεί διέρχονται όλοι όσοι κατευθύνονται προς Ελευσίνα και δεν επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν την Αττική Οδό, καθώς και στη

διασταύρωση με τη Λ. Κηφισού. Ακόμη, επιλέχθηκαν διατομές στο Λιμάνι του Πειραιά, στον ΠΑΘΕ πριν την Κηφισιά, καθώς και στη διασταύρωση της Λ. Κηφισού με την Παραλιακή (Κόμβος Ποσειδώνος) έτσι ώστε να συνυπολογιστούν όσοι μετακινούνται από και προς τον Πειραιά και την Γλυφάδα. Συνολικά επιλέχθηκαν **10** διατομές.

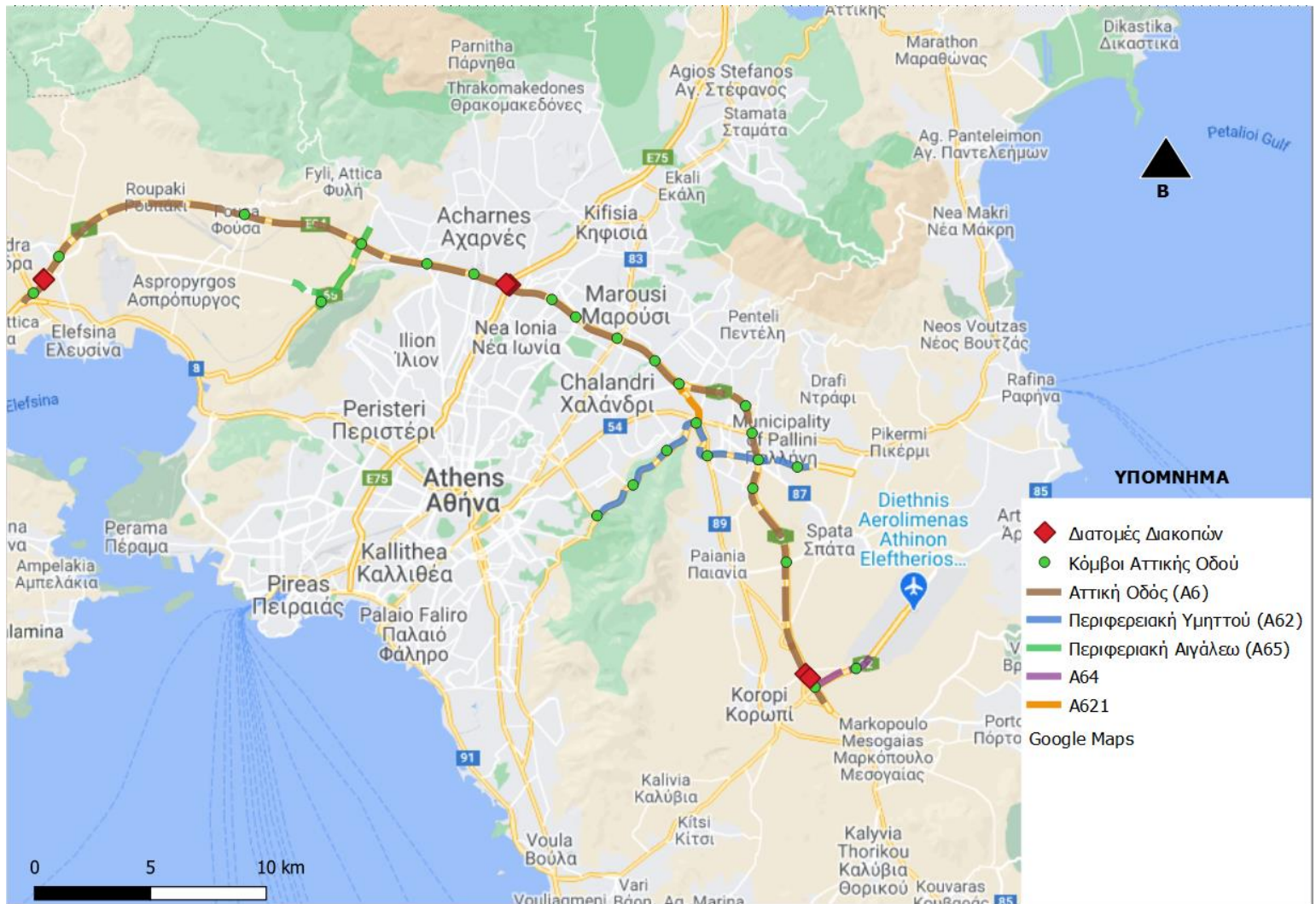
3.3.6 Διατομές διακοπών στην Αττική Οδό

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο χάρτης με τις διατομές που επιλέχθηκαν ως αντιπροσωπευτικές για μετακινήσεις με σκοπό τις διακοπές μέσω της Αττικής Οδού. Οι διατομές που επιλέχθηκαν για αυτό τον σκοπό είναι πολύ συγκεκριμένες και αφορούν ουσιαστικά τις εξόδους από την Αθήνα. Συνολικά επιλέχθηκαν 6 διατομές.

Αρχικά, επιλέχθηκαν 4 διατομές (2 ανά κατεύθυνση), όπου οι 2 πρώτες (1 ανά κατεύθυνση) βρίσκονται στην αρχή της Αττικής Οδού στο ύψος της Ελευσίνας, μεταξύ των κόμβων Μάνδρας και Μαγούλας, και οι υπόλοιπες 2 στο τέλος της Αττικής Οδού, στον κόμβο του Αεροδρομίου. Οι συγκεκριμένες, επιλέχθηκαν προκειμένου να συμπεριληφθούν και αυτοί που θα χρησιμοποιήσουν το αεροπλάνο για την μετακίνησή τους.

Τέλος, επιλέχθηκαν ακόμη 2 διατομές, στον κλάδο εξόδου στον αυτοκινητόδρομο του ΠΑΘΕ με κατεύθυνση προς Λαμία.

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.



Χάρτης 3. 9: Διατομές διακοπών στην Αττική Οδό

3.7 Τελικοί χάρτες διατομών

Τέλος, παρουσιάζονται 3 χάρτες στους οποίους παρουσιάζονται οι διατομές που επιλέχθηκαν για τους 3 διαφορετικούς σκοπούς μετακίνησης, δηλαδή για την εργασία, την διασκέδαση/ψυχαγωγία και τις διακοπές, τόσο στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας όσο και στην Αττική οδό.



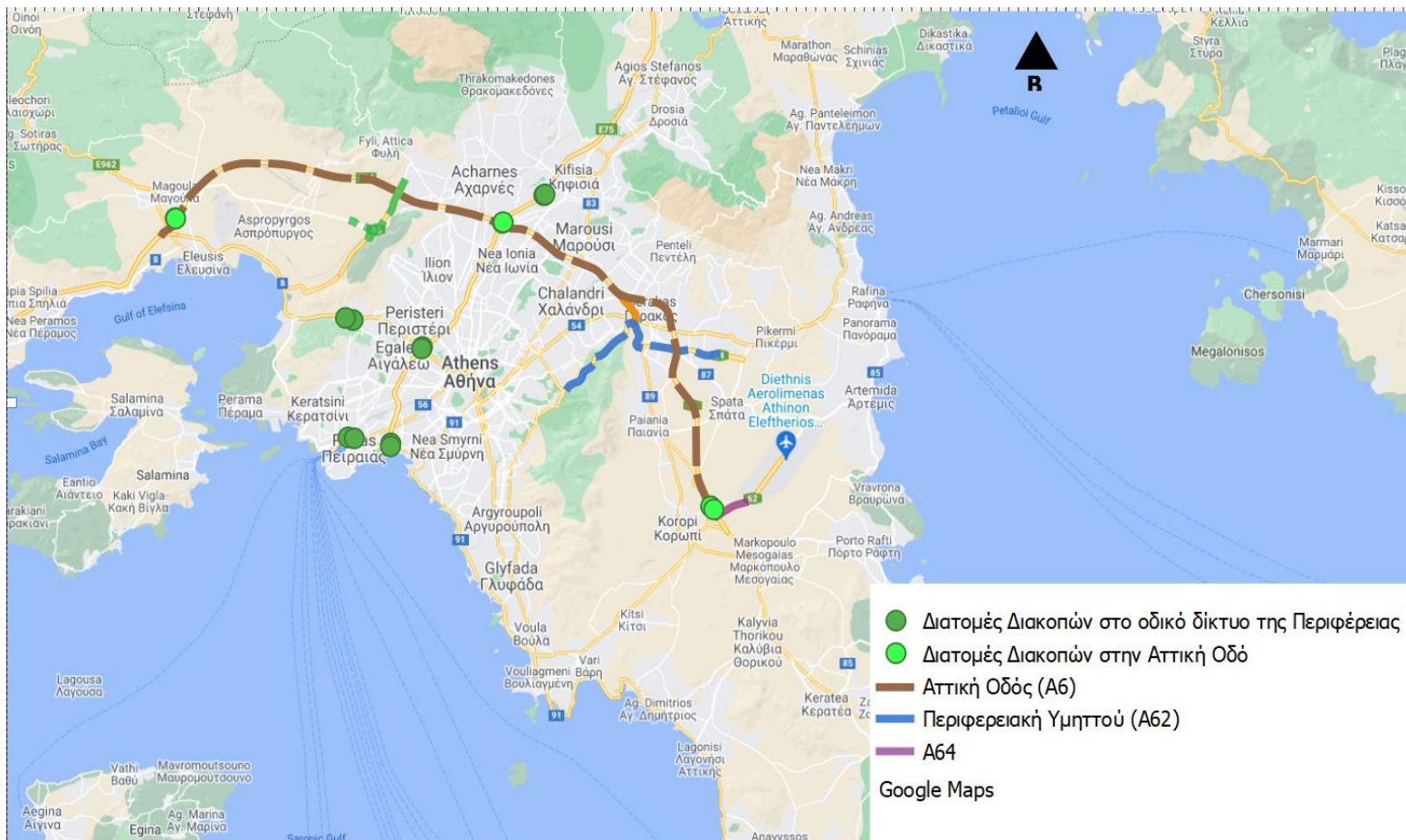
Χάρτης 3. 10: Διατομές εργασίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής και στην Αττική Οδό.

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.



Χάρτης 3. 11: Διατομές ψυχαγωγίας στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής και στην Αττική Οδό.

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.



Χάρτης 3. 12: Διατομές διακοπών στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής και στην Αττική Οδό.

3.8 Επιλογή Ημερών

Σημαντικό τμήμα για τη συλλογή των δεδομένων αποτελεί η επιλογή των ημερών πάνω στις οποίες θα γίνει η επεξεργασία των μετρήσεων του κυκλοφοριακού φόρτου. Η χρονική περίοδος η οποία εξετάζεται είναι οι μήνες από τον Μάρτιο μέχρι και το Δεκέμβριο του 2020, και η σύγκρισή τους θα πραγματοποιηθεί με βάση τα στοιχεία των αντίστοιχων για το 2019.

3.8.1 Μετακινήσεις με σκοπό τις διακοπές

Για την μετακίνηση με σκοπό τις διακοπές όσον αφορά τον μήνα Απρίλιο του 2019 και του 2020, επειδή δεν ήταν εφικτό να προσδιοριστεί η ακριβής ημερομηνία κατά την οποία οι μετακινούμενοι επιλέγουν να ταξιδέψουν εκτός Αθηνών για τις διακοπές του Πάσχα, εξετάστηκε και για τις 2 χρονιές ένα χρονικό διάστημα 2 εβδομάδων το οποίο περιλαμβάνει την Μεγάλη εβδομάδα και την εβδομάδα μετά από αυτή (Εβδομάδα του Πάσχα). Για το 2019 εξετάστηκαν οι ημέρες από Μ. Δευτέρα 22/4 έως Κυριακή του Θωμά 5/5, ενώ για το 2020 από Μ.Δευτέρα 13/4 έως 26/4 Κυριακή του Θωμά.

Για το μήνα Μάιο 2020 έχει επιλεγεί η Πέμπτη 30 Απριλίου ως ημέρα αναχώρησης και ως ημέρα επιστροφής η Κυριακή 3 Μαΐου, καθώς και οι ημερομηνίες Σάββατο 28 Απριλίου ως ημέρα αναχώρησης και ως επιστροφή η Τρίτη 1 Μαΐου για το 2018, αφού το 2019 η αργία της Πρωτομαγιάς ήταν ημέρα Τετάρτη. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τόσο το μήνα Απρίλιο όσο και το Μάιο 2020, απαγορεύονταν οι μετακινήσεις εκτός του Νομού Αττικής λόγω των περιοριστικών μέτρων που λήφθηκαν στις 22 Μαρτίου 2020, με σκοπό τον περιορισμό της εξάπλωσης του νέου κορωνοϊού στην χώρα.

Για τον μήνα Ιούνιο 2020 επιλέχθηκε το τριήμερο του Αγίου Πνεύματος, με ημέρα αναχώρησης την Παρασκευή 5 Ιουνίου και ημέρα επιστροφής την Δευτέρα 8 Ιουνίου. Την συγκεκριμένη περίοδο επιτρέπονταν οι μετακινήσεις εκτός νομού, καθώς επίσης είχαν επαναλειτουργήσει και τα ξενοδοχεία 12μηνος λειτουργίας από την 1^η Ιουνίου. Επιπλέον, επιλέχθηκαν και οι αντίστοιχες ημέρες για το τριήμερο του Αγίου Πνεύματος για το έτος 2019, δηλαδή αναχώρηση Παρασκευή 14 Ιουνίου και επιστροφή Δευτέρα 17 Ιουνίου 2019 (Αγίου Πνεύματος).

Για τον Ιούλιο του 2020 επιλέχθηκαν 2 τυπικά Σαββατοκύριακα, με Παρασκευή ως ημέρα αναχώρησης και Κυριακή ως ημέρα επιστροφής, με σκοπό αυτά να καλύψουν τις

μετακινήσεις των Αθηναίων για τις σύντομες απόδρασεις τους. Πιο συγκεκριμένα, τα Σαββατοκύριακα που επιλέχθηκαν είναι το 2^ο (Παρασκευή 10 και Κυριακή 12 Ιουλίου) και το 3^ο (Παρασκευή 17 και Κυριακή 19 Ιουλίου), καθώς και τα αντίστοιχα Σαββατοκύριακα του 2019.

Όσον αφορά τον Αύγουστο του 2020 επιλέχθηκαν 2 Παρασκευές, ώστε να συμπεριληφθούν οι μετακινήσεις των αδειούχων προς την επαρχία, και 2 Κυριακές ως ημέρες επιστροφής. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν οι Παρασκευή 31 Ιουλίου και η Παρασκευή 14 Αυγούστου, καθώς και οι Κυριακές 23 και 30 Αυγούστου 2020 για την επιστροφή των αδειούχων. Επιπλέον, επιλέχθηκαν και οι αντιστοίχες ημερομηνίες για το 2019.

Τέλος, επιλέχθηκε 1 Σαββατοκύριακο του Νοεμβρίου 2020, μετά την επιβολή του νέου lockdown, προκειμένου να υπολογιστεί η επίπτωση που είχε σε σχέση με αντίστοιχο Σαββατοκύριακο του 2019. Συγκεκριμένα επιλέχθηκε ως ημέρα αναχώρησης η Παρασκευή 13 και ημέρα επιστροφής η Κυριακή 15 Νοεμβρίου.

3.8.2 Μετακινήσεις με σκοπό την εργασία

Για τις μετακινήσεις με σκοπό την εργασία έχουν επιλεγεί 2 τετράημερα από Δευτέρα έως Πέμπτη για κάθε μήνα από τους 9 προαναφερθέντες για το έτος 2020, καθώς και οι αντίστοιχες ημερομηνίες για το έτος 2019, προκειμένου να γίνει η σύγκριση μεταξύ τους. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η επιλογή των ημερών για το 2020 έγινε δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο χρονοδιάγραμμα της άρσης και της επιβολής των περιοριστικών μέτρων που ελήφθησαν με σκοπό την αναχαίτιση της εξάπλωσης της πανδημίας στην Ελλάδα.

Η επιλογή των ημερών για την εργασία για κάθε μήνα παρουσιάζεται αναλυτικά στην συνέχεια:

Για τον μήνα Μάρτιο 2020 επιλέχθηκε η 3^η εβδομάδα δηλαδή Δευτέρα 16/3 με Πέμπτη 19/3, και η 4^η εβδομάδα δηλαδή Δευτέρα 23/3 με Πέμπτη 26/3 (εκτός της Τετάρτης 25/3 η οποία αποτελεί εθνική εορτή), προκειμένου να συμπεριληφθούν τα πρώτα μέτρα επιβολής που εφαρμόστηκαν στη χώρα, δηλαδή:

- Τετάρτη 11 Μαρτίου 2020 έκλεισαν τα εκπαιδευτικά ιδρύματα όλων των βαθμίδων, τα φροντιστήρια και οι βρεφονηπιακοί σταθμοί σε ολόκληρη την επικράτεια,
- Παρασκευή 13 Μαρτίου 2020 έγινε το κλείσιμο, όλων των εμπορικών κέντρων, καφετεριών, μπαρ, μουσείων, αθλητικών εγκαταστάσεων και εστιατορίων, καθώς και
- Δευτέρα 23 Μαρτίου 2020 ξεκίνησε η περίοδος του πρώτο lockdown

Για τον μήνα Απρίλιο 2020 επιλέχθηκε η 1^η (30/3 – 2/4) και η 2^η εβδομάδα (6/4 – 9/4).

Για το μήνα Μάιο 2020 επιλέχθηκε η 2^η (11/5- 14/5) και η 3^η εβδομάδα (18/5 – 21/5), αφού:

- Τη Δευτέρα 11 Μαΐου 2020 πραγματοποιήθηκε η επαναλειτουργία του εμπορίου, ενώ έχει προηγηθεί ήδη 1 εβδομάδα από την άρση του λοκντάουν στις 4/5, καθώς και
- Τη Δευτέρα 18 Μαΐου επαναλειτουργησε η Β΄θμια εκπαίδευσης, τα φροντιστήρια, τα εμπορικά κέντρα-τύπου malls, κ.α

Όσον αφορά τους καλοκαιρινούς μήνες, για τον μήνα Ιούνιο 2020 επιλέχθηκε η 1^η και 4^η εβδομάδα (1/6-4/6) και (22/6-25/6), για τον Ιούλιο η 1^η και 2^η (6/7 – 9/7) και (13/7-16/7), ενώ για τον Αύγουστο τόσο του 2019 όσο και του 2020, δεν επιλέχθηκε κάποια ημέρα καθώς πολύς κόσμος λείπει λόγω αδειών και παρατηρείται μειωμένη κυκλοφορία στους δρόμους της πόλης.

Τέλος, για τους φθινοπωρινούς μήνες, για τον Σεπτέμβρη του 2020 επιλέχθηκε η 3^η και 4^η εβδομάδα (14/9 – 17/9 και 28/9-1/10), καθώς στις 14/9 πραγματοποιήθηκε η επανέναρξη των σχολείων και στις 25/9 ξεκίνησε η τηλεργασία σε ποσοστό 40% τόσο για τον ιδιωτικό όσο και για τον δημόσιο τομέα. Για τον Οκτώμβριο επιλέχθηκε η 1^η και η 3^η εβδομάδα (5/10 και 19/10 αντίστοιχα), ενώ τέλος για τον Νοέμβριο του 2020 επιλέχθηκε η 1^η (2/11) και 2^η εβδομάδα (9/11), καθώς την Τρίτη 3 Νοεμβρίου ανακοινώθηκε το κλείσιμο των εστιατορίων, μπαρ, καφέ, θεάτρων, σινεμά και γυμναστηρίων, και εφαρμόστηκε αποκλειστικά η τηλεεκπαίδευση στα πανεπιστήμια της χώρας, ενώ επίσης την Πέμπτη 5 Νοεμβρίου 2020 ανακοινώθηκε νέος καθολικός περιορισμός μετακινήσεων (2^ο lockdown).

3.8.3 Μετακινήσεις με σκοπό την ψυχαγωγία

Για τις μετακινήσεις με σκοπό την ψυχαγωγία επιλέγονται 2 Παρασκευές και Σάββατα για κάθε μήνα, καθώς ο κόσμος προτιμά κατά κύριο λόγο να πραγματοποιεί εκείνες τις μέρες τις νυχτερινές του εξόδους. Στην συνέχεια ακολουθεί αναλυτικά η επιλογή των ημερών ανά τους μήνες.

Για το μήνα Μάρτιο 2020 επιλέχθηκε η Παρασκευή 13 και το Σάββατο 14 Μαρτίου, καθώς μία μέρα πριν στις 13 Μαρτίου, το Υπουργείο Υγείας απόφασισε το κλείσιμο όλων των καταστημάτων εστίασης. Ακόμη, επιλέχθηκαν και οι ημέρες Παρασκευή 20 και Σάββατο 21 Μαρτίου 2020, καθώς και οι αντίστοιχες παραπάνω ημερομηνίες για το 2019.

Για το μήνα Απρίλιο επιλέχθηκαν οι Παρασκευές 3 και 10 Απριλίου, καθώς και τα αντίστοιχα Σάββατα 4 και 11 Απριλίου, ενώ επίσης επιλέχθηκαν και οι αντίστοιχες ημερομηνίες για το έτος 2019.

Για τον Μάιο του 2020 επιλέχθηκαν οι ημερομηνίες 8-9 και 15-16 Μαΐου καθώς και οι αντίστοιχες ημερομηνίες του 2019.

Όσον αφορά τους καλοκαιρινούς μήνες, τόσο για τον Ιούνιο και όσο και για τον Ιούλιο του 2020, επιλέχθηκαν 2 τυπικές Παρασκευές και Σάββατα για κάθε έναν, ενώ για τον Αύγουστο δεν επιλέχθηκε κάποιο καθώς πολύς κόσμος λείπει λόγω αδειών. Έτσι για τον Ιούνιο επιλέχθηκαν οι ημερομηνίες 12-13 και 19-20, ενώ για τον Ιούλιο οι ημερομηνίες 3-4 και 10-11.

Για τον Σεπτέμβριο του 2020 επιλέχθηκε αρχικά οι ημερομηνίες 11-12/9 αφού στις 14 επαναλειτούργησαν τα σχολεία, καθώς και οι ημερομηνίες 25-26/9.

Για τον Οκτώβριο επιλέχθηκε οι 2 τελευταίες Παρασκευές και Σάββατα του μήνα, δηλαδή 23-24/10 και 30-31/10, καθώς η επιδημία βρισκόταν σε έξαρση την συγκεκριμένη χρονική περίοδο αφού τόσο τα κρούσματα όσο και οι νοσηλείες βρισκόντουσαν σε διαρκή αύξηση. Έτσι, εκτιμήθηκε ότι αυτό είχε σαν αποτέλεσμα των περιορισμό των μετακινήσεων του κόσμου για ψυχαγωγία, προκειμένου να απόφεύγει τον συνωστισμό υπό τον φόβο της μόλυνσης από τον νέο κορωνοϊό.

Τέλος, για το μήνα Νοέμβριο 2020 επιλέχθηκε η Παρασκευή και το Σάββατο 6-7/11 και 20-21/11, καθώς την Τρίτη 3 Νοεμβρίου έκλεισαν όλα τα καταστήματα εστίαση, ενώ από το Σάββατο 7 Νοεμβρίου η χώρα βρισκόταν στο δεύτερο lockdown. Επομένως, κρίθηκε σκόπιμο οι ημερομηνίες που θα επιλεγόντουσαν να είναι χρονικά μεταγενέστερες των μέτρων αυτών.

3.9 Στοιχεία κυκλοφορίας παλαιότερων ετών

Σε αυτό το υπόκεφαλαιο παρουσιάζονται τα στοιχεία κυκλοφορίας των παλαιότερων ετών, τόσο για το οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής, όσο και για τον αυτοκινητόδρομο της Αττικής Οδού. Τα στοιχεία αυτά αφορούν κυρίως μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας, καθώς και την ποσοστιαία μεταβολή τους σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Ακόμη, για την Αττική Οδό παρουσιάζονται στοιχεία όπως τα οχηματοχιλιόμετρα και η μέση διανυόμενη απόσταση για τα έτη από το 2017 μέχρι και το 2020.

3.9.1 Οδικό δίκτυο Περιφέρειας

Τα στοιχεία για το οδικό δίκτυο της Περιφέρειας Αττικής ελήφθησαν από την 35η και 36η Έκθεση Λειτουργίας του Κέντρου Διαχείρισης και Μελετών Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής, οι οποίες αφορούν στη λειτουργία του Κέντρου για τους μήνες Απρίλιο έως Σεπτέμβριο του 2018 και από τον Οκτώβριο του 2018 έως το Σεπτέμβριο του 2019 αντίστοιχα, και περιελάμβανε πίνακες με στατιστικά στοιχεία, διαπιστώσεις και ενέργειες, σχετικά με την κυκλοφορία στους κεντρικούς δρόμους της Αττικής.

Τα βασικά στοιχεία που θα αναλυθούν αφορούν την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας, σε σχέση με τους μήνες Απρίλιο- Σεπτέμβριο του 2017 και Ιανουάριο- Σεπτέμβριο του 2018 για τις δύο χρονικές περιόδους αντίστοιχα. Επισημαίνεται ότι δεν υπήρχαν αντίστοιχες εκθέσεις για τα έτη 2019 και 2020, κατά συνέπεια η παρουσίαση των στοιχείων αυτών έχει ως στόχο να δώσει μία εικόνα των κυκλοφοριακών συνθηκών στο Λεκανοπέδιο Αττικής.

Αρχικά, στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου για τους μήνες Απρίλιο μέχρι και Σεπτέμβριο του 2018 σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες του 2017, για την Λ. Κηφισού, την Λ. Ποσειδώνος, την Λ. Συγγρού, την Π. Τσαλδάρη, την Πανεπιστημίου, την Λ. Αλεξάνδρας, την Λ. Κηφισίας, και την Λ. Μεσογείων.

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.

2017-2018 %	Λ. Κηφισού		Λ. Ποσειδώνος	Λ. Συγγρού		Π. Τσαλδάρη-Χαμοστέρας		Πανεπιστημίου	Λ. Αλεξάνδρας		Λ. Κηφισίας		Λ. Μεσογείων
	προς Πειραιά	προς Λαμία	προς Πειραιά	προς Φάληρο	προς Αθήνα	προς Καλλιρρόης	προς Πειραιώς	προς Ομόνοια	προς Λ. Κηφισίας	προς Πατησίων	προς Λ. Αλεξάνδρας	προς Κατεχάκη	προς Αγ. Παρασκευή
Απρίλιος	8%	2%	3%	7%	2%	2%	2%	-3%	2%	2%	2%	-2%	2%
Μάιος	5%	2%	2%	6%	2%	2%	2%	2%	-2%	2%	-3%	-3%	3%
Ιούνιος	5%	-2%	2%	3%	2%	3%	2%	-3%	2%	3%	-	2%	-
Ιούλιος	5%	-3%	-	3%	2%	4%	2%	2%	2%	3%	-	-	-
Αύγουστος	5%	-4%	-	2%	2%	4%	2%	2%	2%	2%	-	-	-
Σεπτέμβριος	2%	-4%	-	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	-	2%	2%
AVERAGE	5.00%	1.50%	2.33%	3.83%	2.00%	2.83%	2.00%	0.33%	1.33%	2.33%	-0.50%	-0.25%	2.33%
TOTAL AVG	1.70%												

Πίνακας 3. 1: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ 2017 και 2018 για οδικές αρτηρίες των Αθηνών (Πηγή: 35η Έκθεση Λειτουργίας, ΚΔΚ).

Όπως παρατηρείται σχεδόν όλες οι οδικές αρτηρίες παρουσιάζουν ποσοστιαία αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες του 2017. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρούνται στη Λ. Κηφισού στο ρεύμα προς Πειραιά (5% αύξηση), καθώς επίσης και στη Λ. Συγγρού στο ρεύμα προς Φάληρο (3,83%). Πιο συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη (8%) παρατηρείται τον μήνα Απρίλιο στη Λ. Κηφισού και 7% στην Λ. Συγγρού στο ρεύμα προς Πειραιά και Φάληρο αντίστοιχα. Γενικότερα, το σύνολο των οδικών αρτηριών που περιγράφονται στον παραπάνω πίνακα, εμφανίζουν ποσοστιαία αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου της τάξης του 1.70% σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες του 2017.

Στην συνέχεια στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ποσοστιαία μεταβολή της ταχύτητας, μεταξύ των ετών 2017 και 2018 για τις οδικές αρτηρίες και τους μήνες που περιγράφονται παραπάνω.

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.

2017-2018 %	Λ. Κηφισού	Λ. Ποσειδώνος		Λ. Συγγρού		Π. Τσαλδάρη-Χαμοστέρνας		Πανεπιστημίου	Λ. Αλεξάνδρας		Λ. Κηφισίας		Λ. Μεσογείων
	προς Πειραιά	προς Λαμία	προς Πειραιά	προς Φάληρο	προς Αθήνα	προς Καλλιρρόη	προς Πειραιώς	προς Ομόνοια	προς Λ. Κηφισίας	προς Πατησίων	προς Λ. Αλεξάνδρας	προς Κατεχάκη	προς Αγ. Παρασκευή
Απρίλιος	-3%	-	-2%	2%	2%	-3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Μάιος	-4%	-	-3%	2%	2%	-	2%	2%	4%	2%	4%	2%	-
Ιούνιος	-3%	-	-3%	2%	2%	-	2%	2%	-	-5%	-	2%	-
Ιούλιος	-4%	-	-3%	2%	2%	-	2%	2%	-	-3%	-	-	-
Αύγουστος	2%	-	-3%	2%	2%	2%	2%	2%	-	2%	-	-	-
Σεπτέμβριος	2%	-	-4%	2%	2%	-	2%	-3%	3%	-4%	3%	2%	-6%
AVERAGE	- 1.67%	-	- 3.00%	2.00%	2.00%	-0.50%	2.00%	1.17%	3.00%	-1.00%	3.00%	2.00%	-2.00%
TOTAL AVG	0.58%												

Πίνακας 3. 2: Ποσοστιαία μεταβολή της ταχύτητας μεταξύ 2017 και 2018 για οδικές αρτηρίες των Αθηνών (Πηγή: 35η Έκθεση Λειτουργίας, ΚΔΚ).

Όπως διακρίνεται υπάρχει μία πολύ μικρή αύξηση της ταχύτητας (0.58%) του μήνες Απρίλιο έως και Σεπτέμβρη 2018 σε σχέση με τους αντίστοιχους του 2017. Πιο συγκεκριμένα, οι μεγαλύτερες αύξησεις (3%) της ταχύτητας, παρατηρούνται στην Λ. Αλεξάνδρας στο ρεύμα προς τη Λ. Κηφισίας, καθώς και στην Λ. Κηφισίας στο ρεύμα προς το κέντρο, ενώ αντίθετα οι σημαντικότερες μειώσεις παρατηρούνται στη Λ. Ποσειδώνος στο ρεύμα προς Πειραιά και στην Λ. Μεσογείων στο ρεύμα προς Αγία Παρασκευή με 3% και 2% μείωση αντίστοιχα.

Στην συνέχεια, στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου για τους μήνες Ιανουάριο μέχρι και Σεπτέμβριο του 2019 σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες του 2018, για τη Λ. Βουλιαγμένης, τη Λ. Αλεξάνδρας, τη Πανεπιστημίου, τη Π. Τσαλδάρη, τη Λ. Κηφισίας, και τη Λ. Μεσογείων.

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.

2018-2019%	Λ. Βουλιαγμένης		Πανεπιστημίου	Π. Τσαλδάρη- Χ		Λ. Αλεξάνδρας		Λ. Κηφισίας		Λ. Μεσογείων	
	προς Αθήνα	προς Βούλα	Προς Ομόνοια	προς Καλλιρρόης	προς Πειραιώς	προς Λ. Κηφισίας	προς Πατησίων	προς Λ. Αλεξάνδρας	προς Κατεχάκη	προς Αγ. Παρασκευής	προς Αθήνα
Ιανουάριος	2%	2%	-5%	6%	2%	2%	2%	2%	2%	-2%	2%
Φεβρουάριος	3%	5%	4%	10%	8%	2%	3%	2%	3%	2%	3%
Μάρτιος	-5%	-2%	2%	2%	2%	-5%	-3%	-5%	-4%	-5%	2%
Απρίλιος	2%	2%	3%	3%	2%	2%	5%	2%	2%	2%	2%
Μάιος	2%	2%	2%	5%	2%	3%	2%	2%	2%	2%	8%
Ιούνιος	-2%	2%	5%	2%	2%	-2%	2%	-5%	-3%	-3%	5%
Ιούλιος	-7%	2%	5%	8%	4%	2%	3%	2%	2%	2%	2%
Αύγουστος	-4%	2%	2%	5%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Σεπτέμβριος	-	2%	2%	4%	3%	2%	2%	-2%	2%	2%	2%
AVERAGE	-1.13%	1.89%	2.22%	5.00%	3.00%	0.89%	2.00%	0.00%	0.89%	0.22%	3.11%
TOTAL AVG	1,65%										

Πίνακας 3. 3: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακού φόρτου 2018 και 2019 οδικές αρτηρίες των Αθηνών (Πηγή: 36η Έκθεση Λειτουργίας, ΚΔΚ).

Όπως παρατηρείται σε όλες τις οδικές αρτηρίες εκτός της Λ. Βουλιαγμένης στο ρεύμα προς Αθήνα (μείωση 1,13%), παρατηρείται ποσοστιαία αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες του 2018, με τις μεγαλύτερες να καταγράφονται στην Π. Τσαλδάρη στο ρεύμα προς Καλλιρρόης και στη Λ. Μεσογείων στο ρεύμα προς Αθήνα, με ποσοστά 5% και 3,11% αντίστοιχα, ενώ ακολουθεί η Π. Τσαλδάρη στο ρεύμα προς Πειραιώς με ποσοστό 3%.

Πιο συγκεκριμένα, οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρούνται στην Π. Τσαλδάρη στο ρεύμα προς Καλλιρρόης με ποσοστιαία αύξηση 10% τον Φεβρουάριο και 8% τον Ιούλιο. Επίσης, 8% αύξηση παρατηρείται και στο ρεύμα προς την Πειραιώς τον Φεβρουάριο. Τέλος, μία ακόμη αξιοσημείωτη αύξηση (8%) παρατηρείται σε σχέση με τον Μάιο του 2018 στην Λ.Μεσογείων στο ρεύμα προς Αθήνα. Αντίθετα, όπως προαναφέρθηκε η μοναδική μείωση που παρατηρείται είναι στην Βουλιαγμένης στο ρεύμα προς Αθήνα (μείωση κατά μέσο όρο 1,13% σε σχέση με το 2018), ενώ η μεγαλύτερη εμφανίζεται το μήνα Ιούλιο (-7%). Γενικότερα, στις παραπάνω οδικές αρτηρίες παρατηρείται ποσοστιαία αύξηση 1,65% του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες του 2018.

Τέλος, στον πίνακα 3.3 παρουσιάζονται οι μηνιαίες μεταβολές της ταχύτητας για τις παραπάνω οδικές αρτηρίες σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες του 2018.

Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.

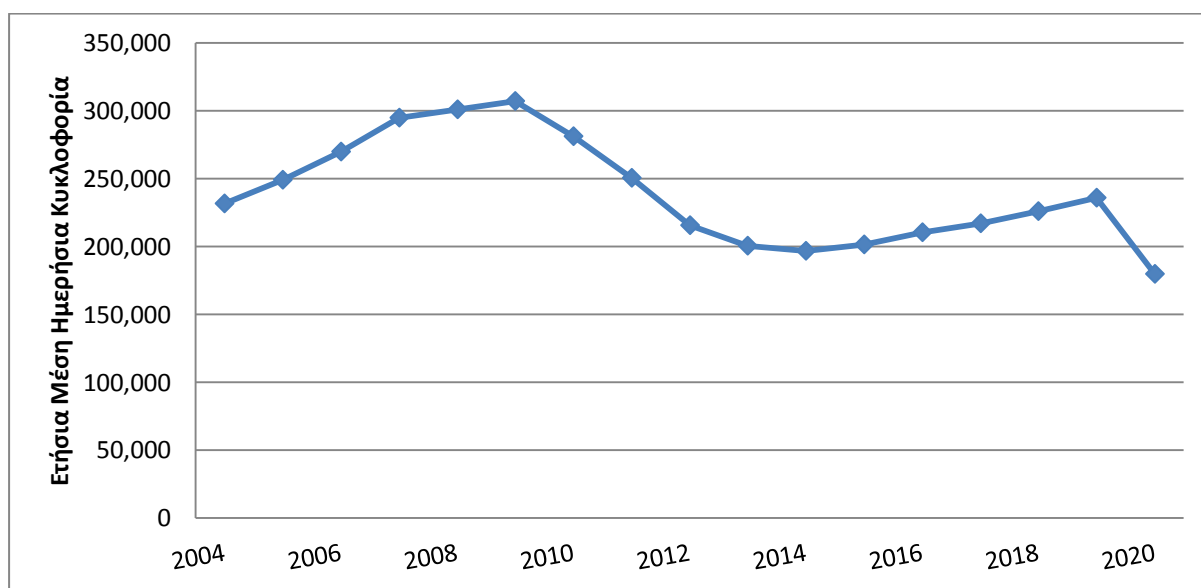
2018-2019 %	Λ. Βουλιαγμένης		Πανεπιστημίου	Π. Τσαλδάρη-Χαμοστέρνας		Λ. Αλεξάνδρας		Λ. Κηφισίας		Λ. Μεσογείων	
	προς Αθήνα	προς Βούλα		προς Καλλιρρόης	προς Πειραιώς	προς Λ. Κηφισίας	προς Πατησίων	προς Λ. Αλεξάνδρας	προς Κατεχάκη	προς Αγ. Παρασκευή	προς Αθήνα
Ιανουάριος	2%	2%	4%	-	-4%	-3%	-4%	6%	3%	2%	2%
Φεβρουάριος	2%	-2%	2%	-4%	-9%	-7%	-5%	-8%	-7%	-7%	-7%
Μάρτιος	2%	2%	2%	-	-3%	5%	2%	10%	6%	2%	2%
Απρίλιος	-6%	2%	-5%	-	-4%	-	-10%	-	-8%	-4%	-6%
Μάιος	-3%	2%	-2%	-9%	2%	2%	-5%	-3%	2%	2%	2%
Ιούνιος	-	2%	-2%	-8%	2%	-	2%	2%	2%	2%	-4%
Ιούλιος	-	-3%	-3%	-9%	-3%	-4%	-4%	-3%	2%	2%	-5%
Αύγουστος	2%	2%	2%	-4%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Σεπτέμβριος	-3%	-8%	2%	-10%	-2%	-5%	-4%	-	2%	2%	-3%
AVERAGE	-0.57%	0.11%	0.00%	-8.00%	-2.11%	-1.43%	-2.89%	0.86%	0.44%	0.33%	1.89%
TOTAL AVG	-1.40%										

Πίνακας 3. 4: Πίνακας 3. 3: Ποσοστιαία μεταβολή της ταχύτητας μεταξύ 2018 και 2019 οδικές αρτηρίες των Αθηνών (Πηγή: 36η Έκθεση Λειτουργίας, ΚΔΚ).

Αντίθετα με την μεταβολή της ταχύτητας μεταξύ του 2017 και του 2018 η οποία παρουσίασε αύξηση 0,58%, μεταξύ του 2018 και του 2019 παρουσιάστηκε μείωση 1,40%. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μείωση 8% της ταχύτητας στη Π. Τσαλδάρη στο ρεύμα προς Καλλιρρόης, το οποίο ενδεχομένως είναι απόρροια της αύξησης του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 5%. Επιπλέον, μεγάλες μειώσεις της ταχύτητας παρουσιάζονται στην Λ. Αλεξάνδρας στο ρεύμα προς Πατησίων (-2,89%) και στην Λ. Μεσογείων στο ρεύμα προς Αθήνα (-1,89%). Και τα δύο αυτά ρεύματα κυκλοφορίας παρουσίασαν μεγάλες αυξήσεις κυκλοφοριακού φόρτου (2% και 3,11%), το οποίο εξηγεί και αυτή την μείωση στην ταχύτητα.

3.9.2 Αττική Οδός

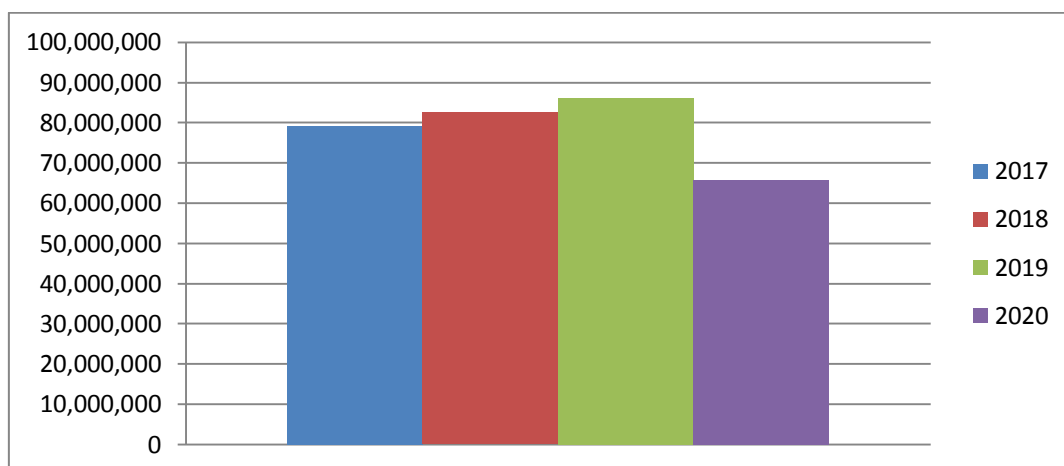
Σε αυτό το υπο-κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα στοιχεία κυκλοφορίας της Αττικής Οδού για τα έτη από το 2004 μέχρι και το 2019. Αρχικά, παρουσιάζεται ένα διάγραμμα το οποίο δείχνει την Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ) στην Αττική Οδό για το χρονικό αυτό διάστημα.



Διάγραμμα 3.5: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία στην Αττική Οδό για τα έτη 2004-2020.

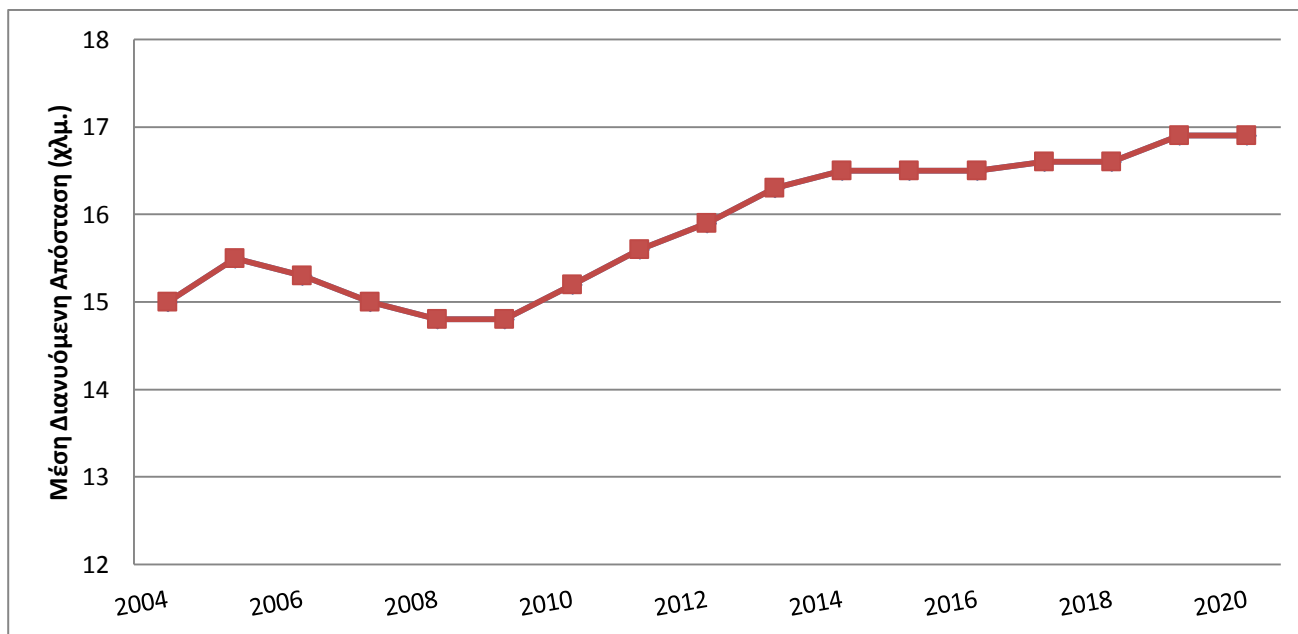
Όπως παρατηρείται σε αυτό, η κυκλοφορία των οχημάτων στην Αττική Οδό παρουσιάζει αυξητική τάση από το πρώτο έτος λειτουργίας της (2004) μέχρι και το έτος 2009 όπου και παρατηρείται η μεγαλύτερη τιμή της ΕΜΗΚ με πάνω από 300.000 ημερήσιες διευλέσεις. Από εκεί και έπειτα, παρατηρείται μία σταδιακή μείωση της κυκλοφορίας μέχρι και το 2014 απόρροια της οικονομικής κρίσης, η οποία περιόρισε τη χρήση των ΙΧ οχημάτων εκείνο το χρονικό διάστημα (Κόκκαλης 2020). Ενώ, από το 2014 μέχρι και το 2019, η ΕΜΗΚ αρχίζει σταδιακά να αυξάνεται και πάλι.

Με βάση την οικονομική κατάσταση της χώρας και τους ρυθμούς αύξησης της κυκλοφορίας, το 2020 η Αττικής Οδός αναμενόταν να εξυπηρετήσει ακόμη περισσότερο κόσμο, όμως τα έκτακτα περιοριστικά μέτρα που ελήφθησαν μέσα στο 2020 με σκοπό τον περιορισμό της εξάπλωσης του νέου κορωνοϊού, είχαν ως αποτέλεσμα η ΕΜΗΚ να φτάσει στη χαμηλότερη τιμή της από την αρχή λειτουργίας του έργου, με μόλις 179.774 ημερήσιες διελεύσεις κατά μέσο όρο.



Διάγραμμα 3.6: Ετήσια κυκλοφορία Αττικής Οδού για τα έτη 2017 έως και 2020.

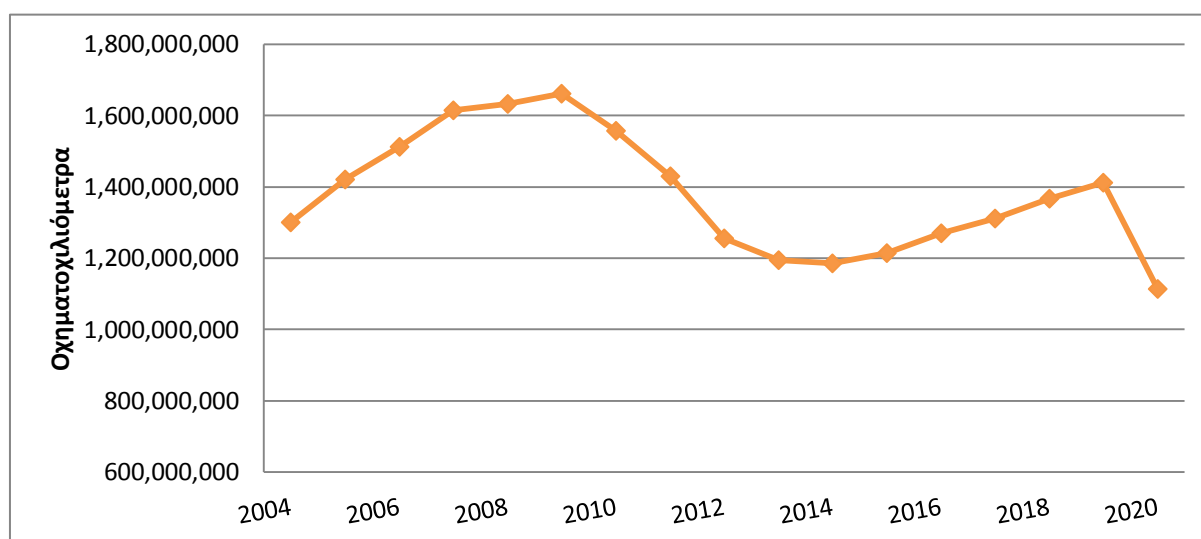
Συνεχίζοντας, απαραίτητη ήταν η γνώση της απόστασης που διανύει κάθε όχημα που εισέρχεται στην Αττική Οδό, καθώς όμως η πληροφορία αυτή είναι αδύνατο να συλλεχθεί για κάθε όχημα χωριστά, χρησιμοποιήθηκε η μέση διανυόμενη απόσταση που παρατηρήθηκε ανά έτος. Τα στοιχεία αφορούν τα έτη 2004 έως 2020 και απεικονίζονται στο Διάγραμμα 3.7.



Διάγραμμα 3. 724: Μέση διανυόμενη απόσταση σε χλμ. στην Αττική Οδό για τα έτη 2004-2020.

Όπως παρατηρείται, ενώ μεταξύ των ετών 2006 και 2009 παρουσιάζεται μία μείωση των χιλιομέτρων που πραγματοποιούν τα οχήματα κατά την κυκλοφορία τους, από εκεί και έπειτα μέχρι το 2020 ακολουθούν μονίμως μία αυξανόμενη πορεία φτάνοντας σχεδόν τα 17 χλμ το έτος 2020 από τα 15 που ήταν τα έτη 2008 και 2009.

Τέλος, παρουσιάζεται ο αριθμός των οχηματοχιλιόμετρων για τα έτη από το 2004 μέχρι και το 2020. Ο δείκτης αυτός είναι πολύ σημαντικός καθώς εκφράζει τον συνολικό κυκλοφοριακό φόρτο που εξυπηρετήθηκε από ένα οδικό τμήμα για μία δεδομένη χρονική περίοδο. Όπως παρατηρείται, και ο δείκτης αυτός, παρουσίασε την χαμηλότερη τιμή του το 2020.



Διάγραμμα 3.8: Οχηματοχιλιόμετρα στην Αττική Οδό για τα έτη 2004-2020.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται μία λεπτομερής ανάλυση για τα έτη 2017 έως και 2020, για τα οποία υπολογίζεται κατά σειρά, ο αριθμός των συνολικών διευλεύσεων ανά μήνα, η μέση ημερήσια κυκλοφορία ανά ημέρα και η μέση κυκλοφορία ανά ώρα για τα έτη αυτά με στόχο να αποτυπωθούν αντίστοιχα η διακύμανση μέσα στο έτος, στην εβδομάδα και στην ημέρα.

Η ανάλυση και εξαγωγή των αποτελεσμάτων βασίστηκε σε κυκλοφοριακά δεδομένα τα οποία ελήφθησαν από την Αττική Οδό, και μέσω κατάλληλων φιλτραρισμάτων ταξινομήθηκαν καλύτερα τα δεδομένα ώστε να εξαχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.8, για κάθε ώρα και ημέρα των ετών 2017-2020 δόθηκε ο αριθμός των διευλεύσεων της Αττικής Οδού.

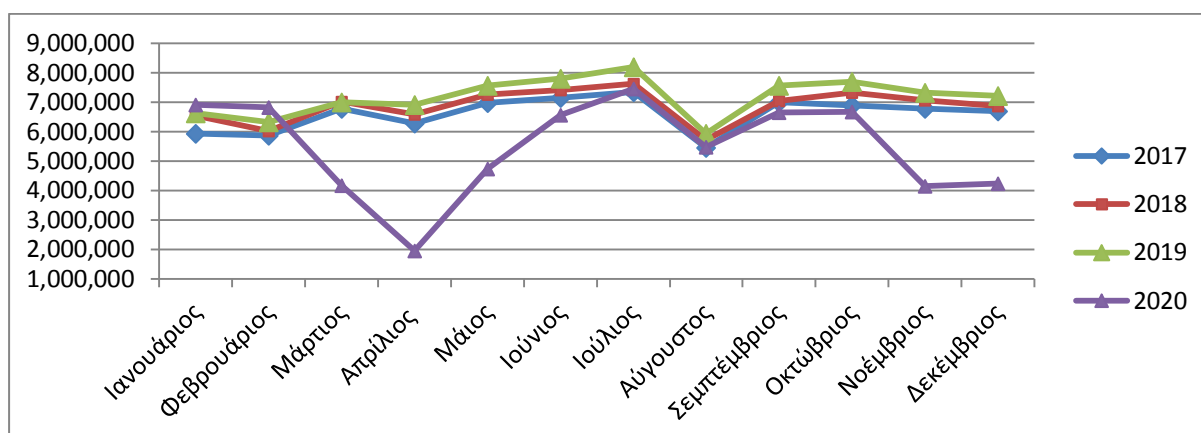
Κεφάλαιο 3- Ανάλυση περιοχής μελέτης και πορείας της πανδημίας στην Ελλάδα.

	ΗΜΕΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΕΣ ΗΜΕΡΑΣ	είσοδοι
1				
2	Κυριακή	01/01/2017	0:00	3630
3	Κυριακή	01/01/2017	1:00	7570
4	Κυριακή	01/01/2017	2:00	5832
5	Κυριακή	01/01/2017	3:00	3343
6	Κυριακή	01/01/2017	4:00	2502
7	Κυριακή	01/01/2017	5:00	2344
8	Κυριακή	01/01/2017	6:00	2367
9	Κυριακή	01/01/2017	7:00	1755
10	Κυριακή	01/01/2017	8:00	1406
11	Κυριακή	01/01/2017	9:00	1628
12	Κυριακή	01/01/2017	10:00	2546
13	Κυριακή	01/01/2017	11:00	4713
14	Κυριακή	01/01/2017	12:00	7828
15	Κυριακή	01/01/2017	13:00	10433
16	Κυριακή	01/01/2017	14:00	9028
17	Κυριακή	01/01/2017	15:00	6221
18	Κυριακή	01/01/2017	16:00	6586
19	Κυριακή	01/01/2017	17:00	8021
20	Κυριακή	01/01/2017	18:00	9244
21	Κυριακή	01/01/2017	19:00	8322
22	Κυριακή	01/01/2017	20:00	7096
23	Κυριακή	01/01/2017	21:00	5885
24	Κυριακή	01/01/2017	22:00	4402
25	Κυριακή	01/01/2017	23:00	3307
26	Δευτέρα	02/01/2017	0:00	2208
27	Δευτέρα	02/01/2017	1:00	1383
28	Δευτέρα	02/01/2017	2:00	934
29	Δευτέρα	02/01/2017	3:00	727
30	Δευτέρα	02/01/2017	4:00	1068
31	Δευτέρα	02/01/2017	5:00	2137
32	Δευτέρα	02/01/2017	6:00	4382
33	Δευτέρα	02/01/2017	7:00	7732
34	Δευτέρα	02/01/2017	8:00	10902
35	Δευτέρα	02/01/2017	9:00	10041
36	Δευτέρα	02/01/2017	10:00	9391

Εικόνα 3.1: Δείγμα από τα δεδομένα για το έτος 2017.

Μηνιαίες Διελεύσεις

Αρχικά, προκειμένου να υπολογιστεί ο συνολικός αριθμός των διελεύσεων μέσα στο μήνα, αθροίστηκαν οι διελεύσεις για κάθε ώρα της ημέρας, υπολογίζοντας έτσι έναν συνολικό αριθμό διελεύσεων μέσα στην ημέρα (ημερήσια κυκλοφορία). Αθροίζοντας αυτόν τον αριθμό για όλες τις ημέρες του μήνα, υπολογίστηκε ο συνολικός αριθμός των διελεύσεων κάθε μήνα για τα έτη 2017 έως και 2020.



Διάγραμμα 3.9: Μηνιαίες διελεύσεις στην Αττική Οδό για τα έτη 2017 έως και 2020.

Από το Διάγραμμα 3.9 γίνεται αντιληπτή η αύξηση της κυκλοφορίας που υπάρχει από το 2017 μέχρι και το 2019 στην Αττική Οδό, όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο υποκεφάλαιο. Ο μήνας με τις περισσότερες διελεύσεις και για τα 4 έτη είναι ο μήνας Ιούλιος. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι παρόλο που ο μήνας με τις λιγότερες διελεύσεις είναι “παραδοσιακά” ο Αύγουστος, καθώς πολύς κόσμος απουσιάζει τότε λόγω διακοπών, για το 2020 ο μήνας με τις λιγότερες διελεύσεις ήταν ο μήνας Απρίλιος με λιγότερες από 2 εκατ. διελεύσεις (μείωση 72% σε σχέση με τον Απρίλιο του 2019), λόγω των μέτρων περιορισμού με σκοπό την αναχαίτηση της εξάπλωσης του νέου κορωνοϊού.

Επιπλέον, μία δεύτερη μεγάλη μείωση παρατηρείται τον Νοέμβριου του 2020 (μείωση 43% σε σχέση με τον Νοέμβριου του 2019), περίοδος η οποία συμπίπτει με τον δεύτερο καθολικό περιορισμό που επιβλήθηκε στην επικράτεια.

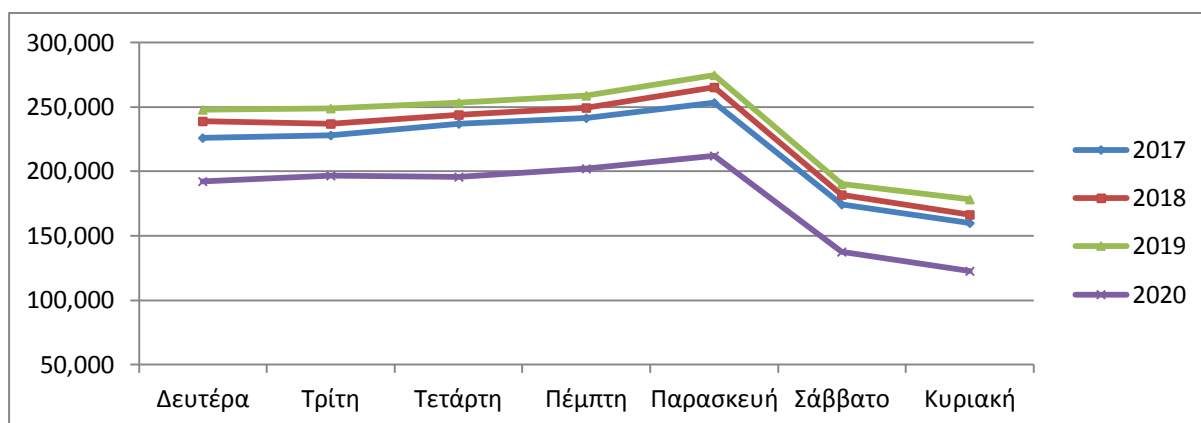
Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ)

Προκειμένου να υπολογιστεί η μέση ημερήσια κυκλοφορία των ετών 2017-2020, αρχικά έγινε φιλτράρισμα στο αρχείο Excel, ώστε να εμφανίζεται μόνο η ημέρα της εβδομάδας για την οποία υπολογίζεται η ΕΜΗΚ κάθε φορά (Εικόνα 3.9).

	B	C	D	E
	ΗΜΕΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΕΣ ΗΜΕΡΑΣ	είσοδοι
1				
20	Δευτέρα	01/01/2018	18:00	10667
21	Δευτέρα	01/01/2018	19:00	9147
22	Δευτέρα	01/01/2018	20:00	7606
23	Δευτέρα	01/01/2018	21:00	6072
24	Δευτέρα	01/01/2018	22:00	4330
25	Δευτέρα	01/01/2018	23:00	3053
170	Δευτέρα	08/01/2018	0:00	2046
171	Δευτέρα	08/01/2018	1:00	936
172	Δευτέρα	08/01/2018	2:00	532
173	Δευτέρα	08/01/2018	3:00	540
174	Δευτέρα	08/01/2018	4:00	1118

Εικόνα 3.2: Φιλτράρισμα ημερών " Δευτέρας" τια το 2018.

Στην συνέχεια αθροίζοντας τις ημερήσιες διελεύσεις μέσα στο έτος για εκείνη την ημέρα της εβδομάδας που μελετάται και διαιρώντας με το πλήθος τους προέκυψε η ΕΜΗΚ για την συγκεκριμένη ημέρα. Για παράδειγμα, για να υπολογιστεί η ΕΜΗΚ για την ημέρα "Δευτέρα" για το έτος 2018, αθροίστηκαν οι ημερήσιες διελεύσεις για κάθε "Δευτέρα" του έτους, και στη συνέχεια το άθροισμα τους διαιρέθηκε με τις 52 Δευτέρες του έτους, όσες και οι εβδομάδες δηλαδή. Η ΕΜΗΚ για κάθε ημέρα της εβδομάδας παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.10 που ακολουθεί.:



Διάγραμμα 3.10: Ετήσια μέση κυκλοφορία στην Αττική Οδό για τα έτη 2017 έως και 2020.

Όπως παρατηρείται οι εργάσιμες ημέρες παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερο αριθμό διελεύσεων, καθώς τον αυτοκινητόδρομο της Αττικής Οδού τον χρησιμοποιούν κυρίως χρήστες που μετακινούνται από και προς την εργασία τους, και λιγότερο μετακινούμενοι με σκοπό τις διακοπές. Η ημέρα που παρουσιάζεται ο μεγαλύτερος αριθμός διελεύσεων είναι η Παρασκευή, ενώ η Κυριακή είναι η ημέρα με τις λιγότερες διελεύσεις. Τέλος, όσον αφορά το 2020, η ΕΜΗΚ στον αυτοκινητόδρομο είναι μειωμένη περίπου κατά 50,000 διελεύσεις καθημερινά.

Μέση Κυκλοφορία ανά ώρα

Για να προκύψει η μέση κυκλοφορία ανά ώρα έγινε εκ νέου φιλτράρισμα στο πρωτότυπο αρχείο Excel, ώστε να εμφανίζεται μόνο η ώρα της ημέρας για την οποία υπολογίζεται η κυκλοφορία κάθε φορά (Εικόνα 3.10).

	B	C	D	E
	ΗΜΕΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΕΣ ΗΜΕΡΑΣ	είσοδοι
1				
2				3731
26				2195
50				1867
74				1841
98				1831
122				2217
146				2809
170				2046
194				1422
218				1437
242				1632
266				1727
290				2453
314				2863
338				1556
362				1593
386				1511
410	Πέμπτη	18/01/2018	0:00	1697
434	Παρασκευή	19/01/2018	0:00	1823
458	Σάββατο	20/01/2018	0:00	2450
482	Κυριακή	21/01/2018	0:00	2925
506	Δευτέρα	22/01/2018	0:00	1606
530	Τρίτη	23/01/2018	0:00	1380
554	Τετάρτη	24/01/2018	0:00	1393
578	Πέμπτη	25/01/2018	0:00	1436
602	Παρασκευή	26/01/2018	0:00	2141
626	Σάββατο	27/01/2018	0:00	2228
650	Κυριακή	28/01/2018	0:00	2763

Εικόνα 3.3: Φιλτράρισμα ώρας 0:00 για το έτος 2018.

Στη συνέχεια αθροίζοντας όλες τις διελεύσεις του έτους για την ώρα που μελετάται και διαιρώντας με το πλήθος τους, προέκυψε η μέση κυκλοφορία για την συγκεκριμένη ώρα. Για παράδειγμα, για να υπολογιστεί η μέση κυκλοφορία για την ώρα 0:00-1:00 για το έτος 2018, αθροίστηκαν οι διελεύσεις για κάθε 0:00 του έτους, και στην συνέχεια το άθροισμα τους διαιρέθηκε με το 365, όσες και οι ημέρες του έτους δηλαδή. Η μέση κυκλοφορία για κάθε ώρα της ημέρας παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.11 που ακολουθεί.



Διάγραμμα 3.11: Μέση κυκλοφορία ανά ώρα για τα έτη 2017-2020.

Όπως φαίνεται, ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίζει υψηλές τιμές κατά τις πρωινές και απόγευματινές χρονικές περιόδους, στη διάρκεια των οποίων οι μετακινούμενοι κατευθύνονται προς την εργασία τους ή επιστρέφουν από αυτή. Συγκεκριμένα παρατηρούνται 2 ώρες αιχμής, μία στις 8.30 π.μ και μία στις 5.30 μ.μ. Το 2020, η διακύμανση μέσα στην ώρα ακολουθεί τη μορφή των προηγούμενων ετών, με αρκετά μεγάλη μείωση όμως στον κυκλοφοριακό φόρτο, η οποία είναι πιο εμφανής κυρίως στις 2 ώρες αιχμής. Συγκεκριμένα, τόσο στην πρωινή ώρα αιχμής όσο και στην απόγευματινή αιχμή, παρατηρούνται 4000 λιγότερες διελεύσεις σε σχέση με το 2019.

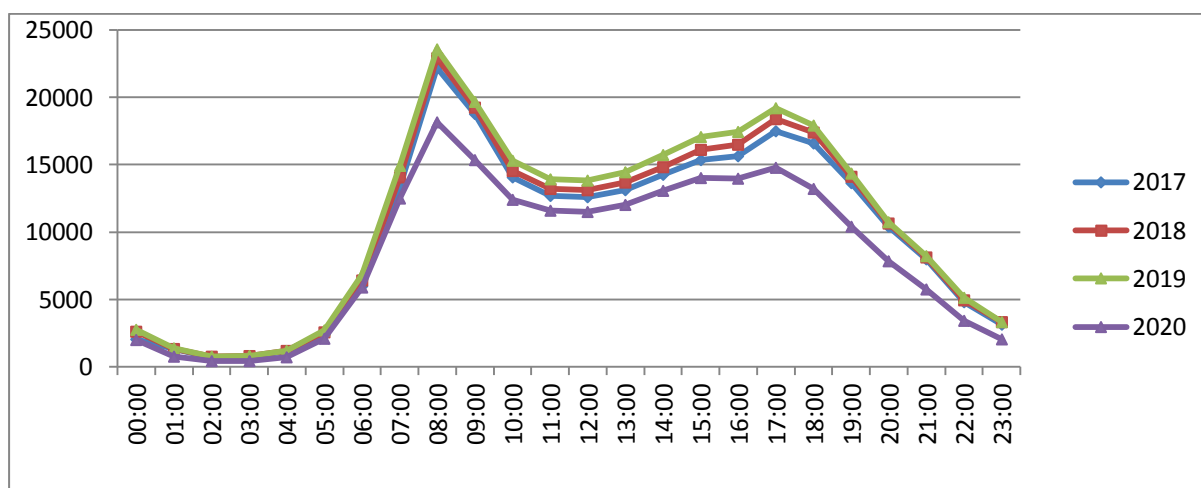
Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η μέση κυκλοφορία ανά ώρα διαφοροποιείται στη μορφή της κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας συγκρινόμενη με Κυριακή ή με αργία. Για τον λόγο αυτό στη συνέχεια ακολουθούν δύο διαγράμματα τα οποία παρουσιάζουν τη διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου μέσα στην ώρα για εργάσιμες και αργίες αντίστοιχα.

Μέση Κυκλοφορία Εργάσιμων ημερών και Αργιών ανά ώρα

Καταρχάς, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ως εργάσιμες ημέρες ορίστηκαν οι ημέρες από Δευτέρα έως Παρασκευή, ενώ ως αργίες τα Σαββατοκύριακα καθώς και οι ακόλουθες ημέρες:

- Πρωτοχρονιά (1η Ιανουαρίου)
- Θεοφάνεια (6η Ιανουαρίου)
- Καθαρά Δευτέρα (Κινητή Εορτή)
- Ευαγγελισμός της Θεοτόκου (25η Μαρτίου)
- Μεγάλη Παρασκευή (Κινητή Εορτή)
- Δευτέρα του Πάσχα (Κινητή Εορτή)
- Εργατική Πρωτομαγιά (1η Μαΐου)
- Αγίου Πνεύματος (Κινητή Εορτή)
- Δεκαπενταύγουστος
- 28η Οκτωβρίου
- Χριστούγεννα (25η Δεκεμβρίου)

Η ημερομηνία που αντιστοιχεί στις κινητές εορτές βρέθηκε για κάθε έτος ξεχωριστά, και παραλείφθηκε αν υπολογίζονταν οι εργάσιμες ημέρες, ή προστέθηκε αν υπολογίζονταν οι αργίες. Στο Διάγραμμα 3.12 που ακολουθεί παρουσιάζεται η μέση κυκλοφορία ανά ώρα των εργάσιμων ημερών στην Αττική Οδό για τα έτη 2017-2020.

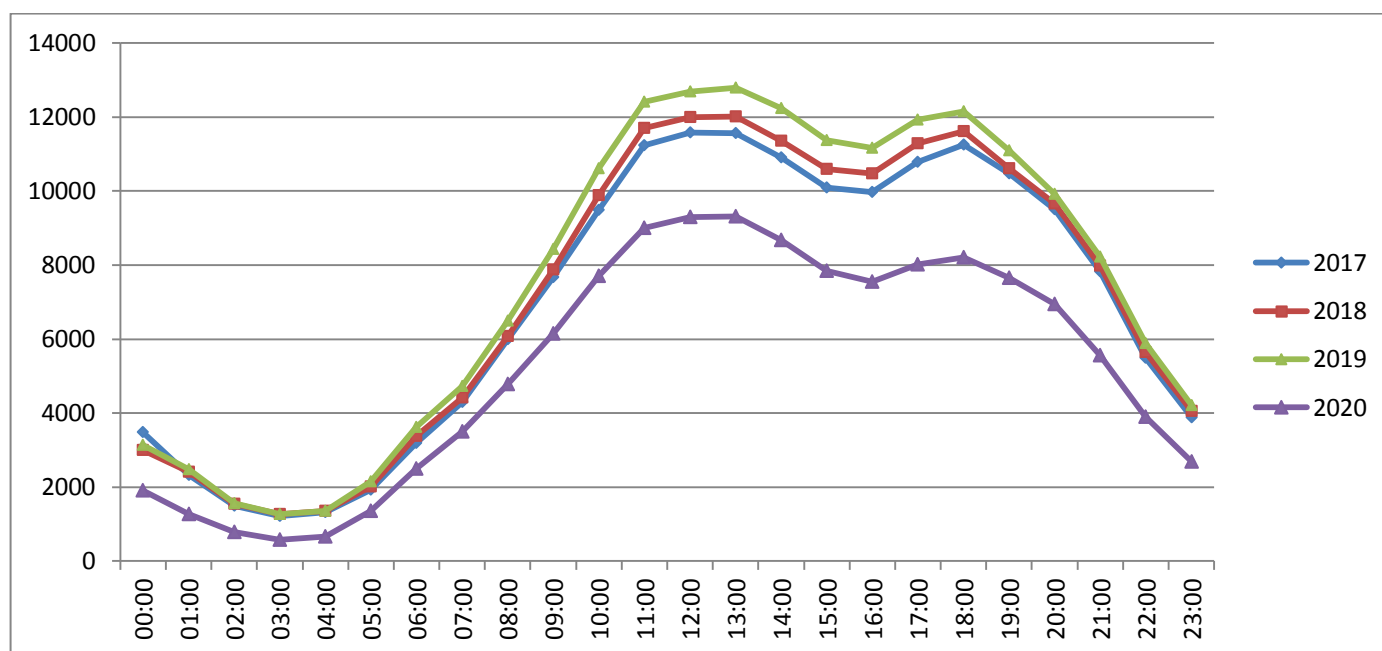


Διάγραμμα 3.12: Μέση κυκλοφορία ανά ώρα εργάσιμων ημερών στην Αττική Οδό για τα έτη 2017-2020.

Όπως παρατηρείται και σε αυτή την περίπτωση, η διακύμανση των εργασιμων ημερών εμφανίζει μία πρωινή και μία απόγευματινή αιχμή στις 8.30π.μ και 5.30μ.μ αντίστοιχα, καθώς και μία περίοδο απόσυμφόρησης/ομαλοποίησης ενδιάμεσα. Όμως όπως διακρίνεται, οι τιμές του κυκλοφοριακού φόρτου είναι πολύ μεγαλύτερες αυτή τη φορά. Συγκεκριμένα, στην πρωινή αιχμή των εργασιμων ημερών φαίνεται να κυκλοφορούν περίπου 25000 οχήματα στην Αττική Οδό, ενώ αν δεν είχε γίνει η παράλειψη των αργιών, η τιμή αυτή ήταν 18000. Αντίστοιχο φαινόμενο παρατηρείται και στην απόγευματινή αιχμή η οποία εμφανίζει σχεδόν 20000 οχήματα, ενώ πριν γύρω στα 16000 μέχρι και το 2019.

Όσον αφορά το 2020, η κυκλοφορία μέσα στην ημέρα τις εργασιμες ημέρες είναι εμφανώς μειωμένη, με την μεγαλύτερη όμως μείωση να παρατηρείται στις ώρες αιχμής. Συγκεκριμένα, τόσο στην πρωινή όσο και στην απόγευματινή ώρα αιχμής παρατηρούνται 5000 λιγότερες διελεύσεις σε σχέση με το 2019.

Στη συνέχεια στο Διάγραμμα 3.13 απεικονίζεται η μέση κυκλοφορία ανά ώρα των αργιών.



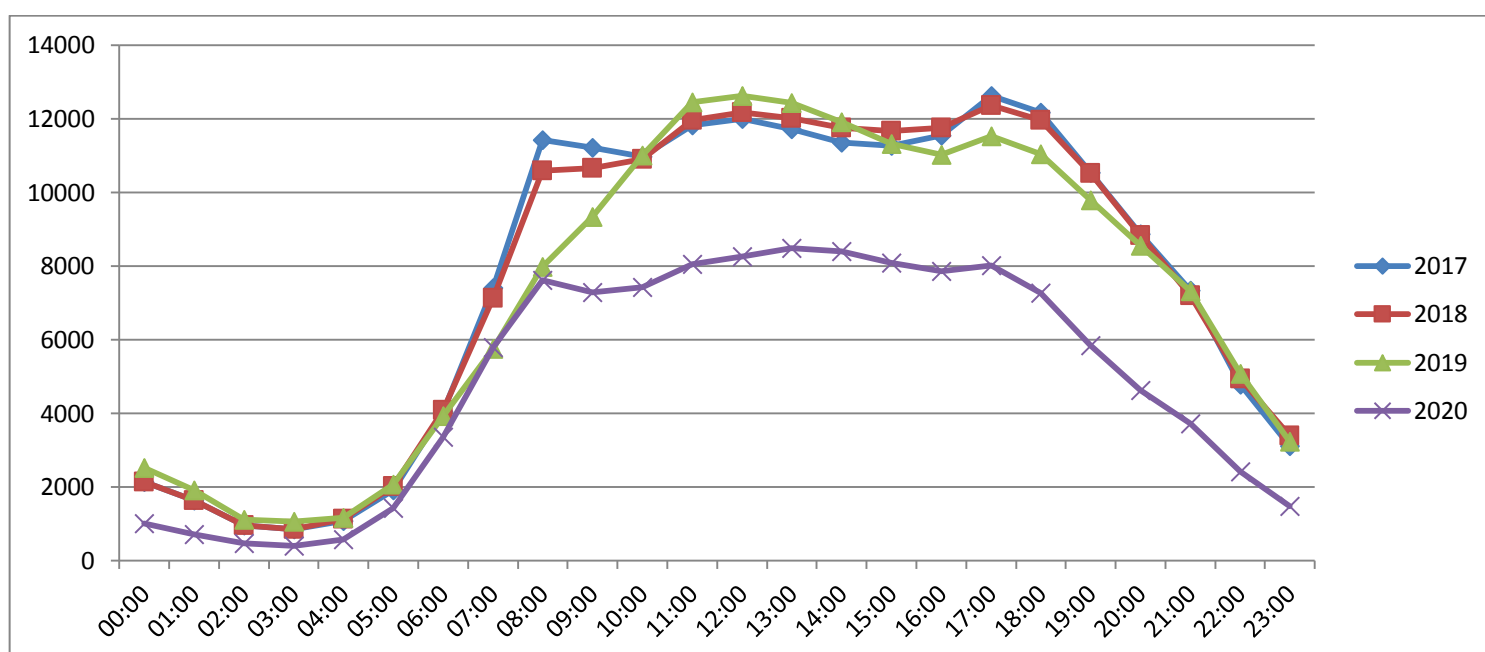
Διάγραμμα 3.13: Μέση κυκλοφορία ανά ώρα αργιών στην Αττική Οδό για τα έτη 2017-2020.

Όπως φαίνεται από τα προφίλ της κυκλοφορίας ανά τα έτη, και οι δύο ώρες αιχμής έχουν μεταταπιστεί αργότερα χρονικά. Οι μετακινήσεις ξεκινούν αργότερα το πρωί και ο αριθμός τους αυξάνεται σταδιακά, με την αιχμή να παρουσιάζεται περίπου στις 12.00 για το πρωί και στις 18.00 για το απόγευμα σε όλα τα έτη. Ο κυκλοφοριακός φόρτος ανά ώρα τις ημέρες των αργιών για το 2020, εμφανίζεται αισθητά μειωμένος μέχρι και 5000 οχήματα στις ώρες αιχμής. Αυτό είναι αποτέλεσμα των μέτρων περιορισμού που

εφαρμόστηκαν, τα οποία προέβλεπαν κλείσιμο εστίασης, απαγόρευση μετακίνησης από νομό σε νομό και απαγόρευση κυκλοφορίας.

Μέση Κυκλοφορία ημερών ανά ώρα μία μέρα πριν τις αργίες

Τέλος, στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μέση κυκλοφορία των ημερών ανά ώρα μία μέρα πριν τις αργίες για τα έτη 2017 έως και 2020.



Διάγραμμα 3.14: Μέση κυκλοφορία ανά ώρα των ημερών πριν από τις αργίες στην Αττική Οδό για τα έτη 2017-2020.

Αυτό που διακρίνεται είναι ότι για τα έτη 2017 έως και 2019 υπάρχει μία τοπική αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, μεγαλύτερη και της πρωινής αιχμής, στις 16:00-17:00, απόρροια ενδεχομένως των αυξημένων μετακινήσεων που πραγματοποιούνται μετά το τέλος της εργασίας των ατόμων, αφού την επόμενη ημέρα ακολουθεί κάποια αργία. Αντίθετα, το 2020 δεν διακρίνεται κάποια τοπική αύξηση στο χρονικό διάστημα 16:00-17:00, αφού ο κόσμος δεν έφυγε από την πόλη των Αθηνών λόγω των περιοριστικών μέτρων που βρίσκονταν σε ισχύ το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα του έτους.

Κεφάλαιο 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία λήψης, επεξεργασίας και φιλτραρίσματος των δεδομένων, και εξάγονται και κάποια βασικά συμπεράσματα μέσα από τα διαγράμματα ελέγχου του κυκλοφοριακού φόρτου και της μέσης ταχύτητας κίνησης.

4.1 Λήψη και Επεξεργασία μετρήσεων

Πρώτο στάδιο αποτέλεσε η λήψη των μετρήσεων κυκλοφοριακού φόρτου και μέσης ταχύτητας για τις διατομές που έχουν επιλεγεί για κάθε έναν από τους 3 διαφορετικούς σκοπούς μετακίνησης (εργασία, ψυχαγωγία και διακοπές). Πιο συγκεκριμένα, ελήφθησαν για όλο το 2019 και όλο το 2020 ωριαίες μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας, από τις Αττικές Διαδρομές για τις διατομές που βρίσκονται στην Αττική Οδό, και από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΔΚ) της Περιφέρειας Αττικής για τις διατομές που βρίσκονται στο οδικό δίκτυο της Περιφέρειας.

Στη συνέχεια, εφαρμόζοντας κατάλληλα φίλτρα στα αρχεία Excel που περιείχαν τις μετρήσεις, κατέστη εφικτό να απομονωθούν από όλες μόνο οι ημέρες οι οποίες επιλέχθηκαν για τον εκάστοτε σκοπό μετακίνησης τόσο για το 2019, όσο και για το 2020. Στην συνέχεια στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα δείγμα από τα δεδομένα που ελήφθησαν από το ΚΔΚ, όπου όπως φαίνεται προσδιορίζεται το όνομα της κάθε διατομής στη στήλη (Section), η ώρα της ημέρας (Time), η πλήρης ημερομηνία (Date, Month, Year), καθώς και οι τιμές του κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας για την εκάστοτε ημερομηνία και ώρα της ημέρας (στήλες Traffic και Speed αντίστοιχα).

Κεφάλαιο 4- Μεθοδολογία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

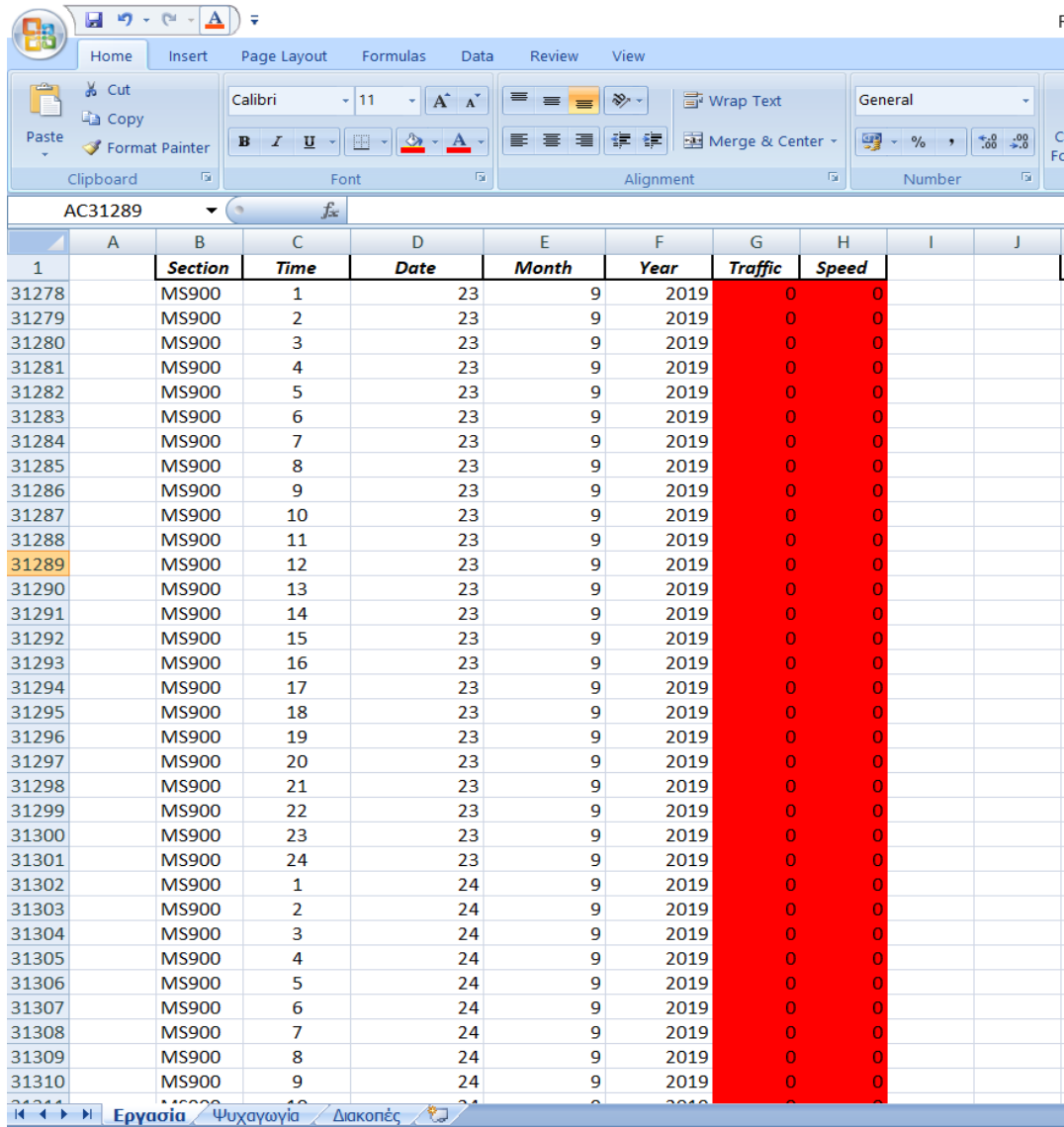
Section	Time	Date	Month	Year	Traffic	Speed
MS082	1	18	3	2019		
MS082	2	18	3	2019	960.5	90.85893
MS082	3	18	3	2019	544.5	91.6933
MS082	4	18	3	2019	342	91.94444
MS082	5	18	3	2019	261	91.74712
MS082	6	18	3	2019	402.5641	90.15414
MS082	7	18	3	2019	1067.5	91.31569
MS082	8	18	3	2019	2601.5	84.95791
MS082	9	18	3	2019	4321	72.31174
MS082	10	18	3	2019	3206	44.29414
MS082	11	18	3	2019	2801.5	58.01802
MS082	12	18	3	2019	3222	77.57262
MS082	13	18	3	2019	3283	76.65748
MS082	14	18	3	2019	3479	74.06453
MS082	15	18	3	2019	3949	70.75551
MS082	16	18	3	2019	3292.5	71.34579
MS082	17	18	3	2019	3176.5	67.02896
MS082	18	18	3	2019	3143.5	68.45952
MS082	19	18	3	2019	4106.5	61.37915
MS082	20	18	3	2019	4077	71.79887
MS082	21	18	3	2019	3824.5	74.92822
MS082	22	18	3	2019	3145.5	80.34255
MS082	23	18	3	2019	2757	83.80504
MS082	24	18	3	2019	1681	88.70731
MS082	1	19	3	2019	1179	91.62723
MS082	2	19	3	2019	736.5	93.11609
MS082	3	19	3	2019	399	93.57895
MS082	4	19	3	2019	244	91.49181
MS082	5	19	3	2019	238	90.43277
MS082	6	19	3	2019	322.0513	90.8535
MS082	7	19	3	2019	1003	90.55038

Εικόνα 4.1: Δείγμα δεδομένων από το ΚΔΚ.

4.2 Αφαίρεση λάθος δεδομένων

Μετά τη συλλογή των δεδομένων, επόμενο βήμα ήταν η αφαίρεση γραμμών οι οποίες αποτελούνται από λάθος μετρήσεις. Πιο συγκεκριμένα, με τη βοήθεια του Excel, αρχικά εντοπίστηκαν και διαγράφηκαν γραμμές που περιείχαν αρνητικές τιμές φόρτων ή ταχυτήτων, μηδενικά στοιχεία (0) ή γραμμές που δεν περιείχαν επιμέρους στοιχεία. Στις εικόνες που ακολουθούν παρατίθενται ενδεικτικά ορισμένα παραδείγματα εσφαλμένων τιμών που εντοπίστηκαν.

Κεφάλαιο 4- Μεθοδολογία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων.



The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Section	Time	Date	Month	Year	Traffic	Speed		
31278		MS900	1	23	9	2019	0	0		
31279		MS900	2	23	9	2019	0	0		
31280		MS900	3	23	9	2019	0	0		
31281		MS900	4	23	9	2019	0	0		
31282		MS900	5	23	9	2019	0	0		
31283		MS900	6	23	9	2019	0	0		
31284		MS900	7	23	9	2019	0	0		
31285		MS900	8	23	9	2019	0	0		
31286		MS900	9	23	9	2019	0	0		
31287		MS900	10	23	9	2019	0	0		
31288		MS900	11	23	9	2019	0	0		
31289		MS900	12	23	9	2019	0	0		
31290		MS900	13	23	9	2019	0	0		
31291		MS900	14	23	9	2019	0	0		
31292		MS900	15	23	9	2019	0	0		
31293		MS900	16	23	9	2019	0	0		
31294		MS900	17	23	9	2019	0	0		
31295		MS900	18	23	9	2019	0	0		
31296		MS900	19	23	9	2019	0	0		
31297		MS900	20	23	9	2019	0	0		
31298		MS900	21	23	9	2019	0	0		
31299		MS900	22	23	9	2019	0	0		
31300		MS900	23	23	9	2019	0	0		
31301		MS900	24	23	9	2019	0	0		
31302		MS900	1	24	9	2019	0	0		
31303		MS900	2	24	9	2019	0	0		
31304		MS900	3	24	9	2019	0	0		
31305		MS900	4	24	9	2019	0	0		
31306		MS900	5	24	9	2019	0	0		
31307		MS900	6	24	9	2019	0	0		
31308		MS900	7	24	9	2019	0	0		
31309		MS900	8	24	9	2019	0	0		
31310		MS900	9	24	9	2019	0	0		

Εικόνα 4.2: Εσφαλμένες μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου με μηδενικές τιμές.

Κεφάλαιο 4- Μεθοδολογία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων.

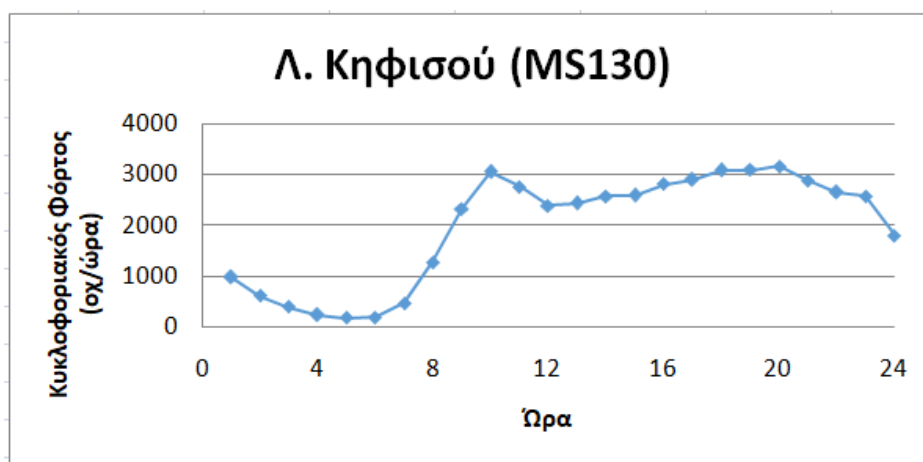
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1		Section	Time	Date	Month	Year	Traffic	Speed			Section	Time	Date	Month	Year	Traffic	Speed		
2		MS082	1	18	3	2019					MS082	1	16	3	2020				
3		MS082	2	18	3	2019	960.5	90.8589			MS082	2	16	3	2020	353	79.5184		
4		MS082	3	18	3	2019	544.5	91.6933			MS082	3	16	3	2020	254	83.6772		
5		MS082	4	18	3	2019	342	91.9444			MS082	4	16	3	2020	185	84.6487		
6		MS082	5	18	3	2019	261	91.7471			MS082	5	16	3	2020	196	86.1122		
7		MS082	6	18	3	2019	402.564	90.1541			MS082	6	16	3	2020	288.205	87.5409		
8		MS082	7	18	3	2019	1067.5	91.3157			MS082	7	16	3	2020	889	86.1316		
9		MS082	8	18	3	2019	2601.5	84.9579			MS082	8	16	3	2020	2472.5	80.5165		
10		MS082	9	18	3	2019	4321	72.3117			MS082	9	16	3	2020	3190	74.3773		
11		MS082	10	18	3	2019	3206	44.2941			MS082	10	16	3	2020	2965.5	76.6439		
12		MS082	11	18	3	2019	2801.5	58.018			MS082	11	16	3	2020	2779.5	77.7055		
13		MS082	12	18	3	2019	3222	77.5726			MS082	12	16	3	2020	2664	78.8031		
14		MS082	13	18	3	2019	3283	76.6575			MS082	13	16	3	2020	2735	77.5168		
15		MS082	14	18	3	2019	3479	74.0645			MS082	14	16	3	2020	2948.5	76.9244		
16		MS082	15	18	3	2019	3949	70.7555			MS082	15	16	3	2020	3032.5	75.9387		
17		MS082	16	18	3	2019	3292.5	71.3458			MS082	16	16	3	2020	2776	74.935		
18		MS082	17	18	3	2019	3176.5	67.029			MS082	17	16	3	2020	3457	74.2648		
19		MS082	18	18	3	2019	3143.5	68.4595			MS082	18	16	3	2020	2787	75.1311		
20		MS082	19	18	3	2019	4106.5	61.3792			MS082	19	16	3	2020	3274.5	74.8311		
21		MS082	20	18	3	2019	4077	71.7989			MS082	20	16	3	2020	2916	81.036		
22		MS082	21	18	3	2019	3824.5	74.9282			MS082	21	16	3	2020	2137.5	85.8454		
23		MS082	22	18	3	2019	3145.5	80.3426			MS082	22	16	3	2020	1436	87.8538		
24		MS082	23	18	3	2019	2757	83.805			MS082	23	16	3	2020	1222.5	88.9427		
25		MS082	24	18	3	2019	1681	88.7073			MS082	24	16	3	2020	769	90.4415		
26		MS082	1	19	3	2019	1179	91.6272			MS082	1	17	3	2020	508	89.0079		
27		MS082	2	19	3	2019	736.5	93.1161			MS082	2	17	3	2020	331	90.9335		
28		MS082	3	19	3	2019	399	93.579			MS082	3	17	3	2020	204	93.9069		
29		MS082	4	19	3	2019	244	91.4918			MS082	4	17	3	2020	151	91.3918		
30		MS082	5	19	3	2019	238	90.4328			MS082	5	17	3	2020	172	90.7968		
31		MS082	6	19	3	2019	322.051	90.8535			MS082	6	17	3	2020	277.436	88.0296		
32		MS082	7	19	3	2019	1002	90.5594			MS082	7	17	3	2020	842.5	90.8208		
33		MS082	8	19	3	2019	2451	85.4068			MS082	8	17	3	2020	2137	86.6242		
34		MS082	9	19	3	2019	4325	73.3778			MS082	9	17	3	2020	3100.5	76.5062		

Εικόνα 4.3: Εσφαλμένη μέτρηση κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας χωρίς τιμές.

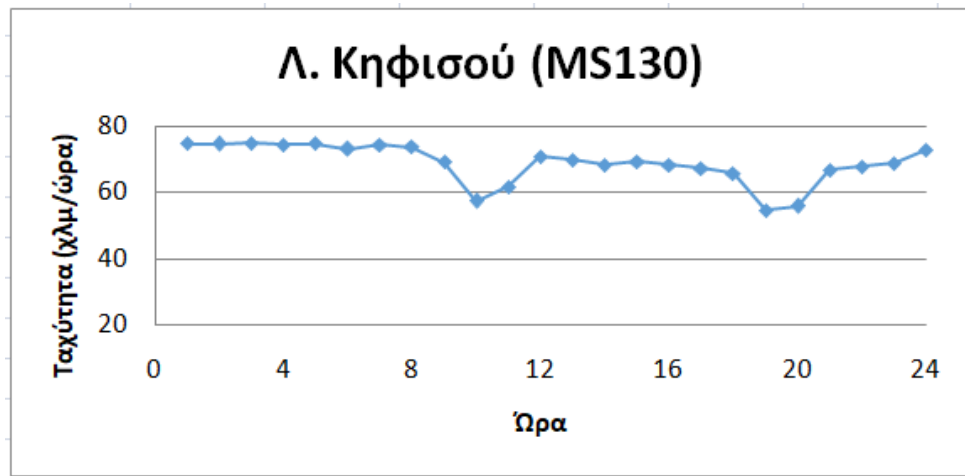
4.3 Διαγράμματα ελέγχου

Επόμενο στάδιο ήταν η δημιουργία δειγματοληπτικών διαγραμμάτων κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας διαφόρων ημερών, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί έλεγχος για τυχόν λάθη στα δύο προηγούμενα στάδια φιλτραρίσματος των δεδομένων. Συνολικά έχουν επιλεγθεί 79 διατομές για την εξυπηρέτηση των 3 σκοπών μετακίνησης, και για κάθε μία δημιουργήθηκαν ενδεικτικά 4-5 διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου και ταχύτητας σε τυχαίες ημέρες τόσο για το 2019, όσο και για το 2020. Συνεπώς, και για τις 2 χρονιές εκτιμάται πως σχεδιάστηκαν πάνω από 1000 διαγράμματα ελέγχου προκειμένου να εντοπιστούν τυχόν λάθη και να γίνει κατανοητό το προφίλ της κυκλοφορίας ανά διατομή και σκοπό μετακίνησης.

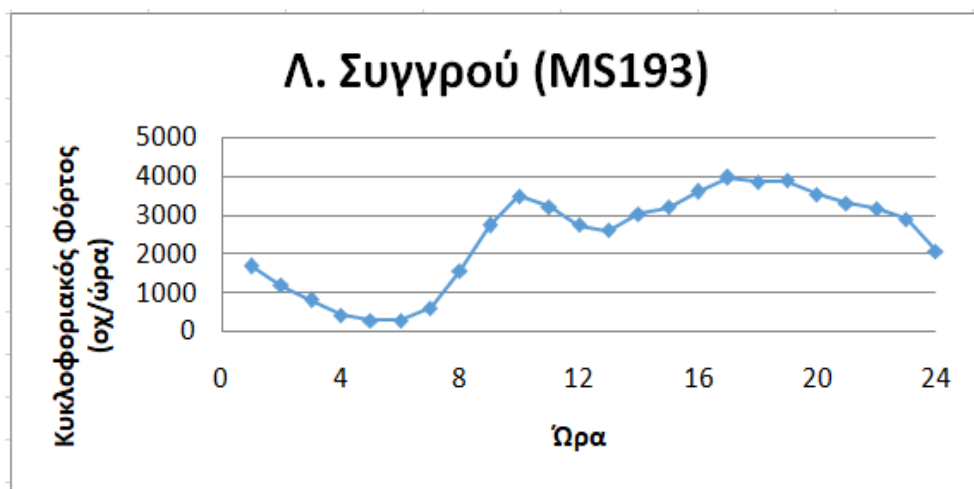
Στην συνέχεια ακολουθούν κάποια ενδεικτικά διαγράμματα διαφόρων διατομών στα οποία παρουσιάζονται τα αντίστοιχα προφίλ κυκλοφοριακού φόρτου και της ταχύτητας. Αρχικά παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν διατομές εργασίας και συγκεκριμένα τις MS130, MS193, MS419, MS900, και MS848.



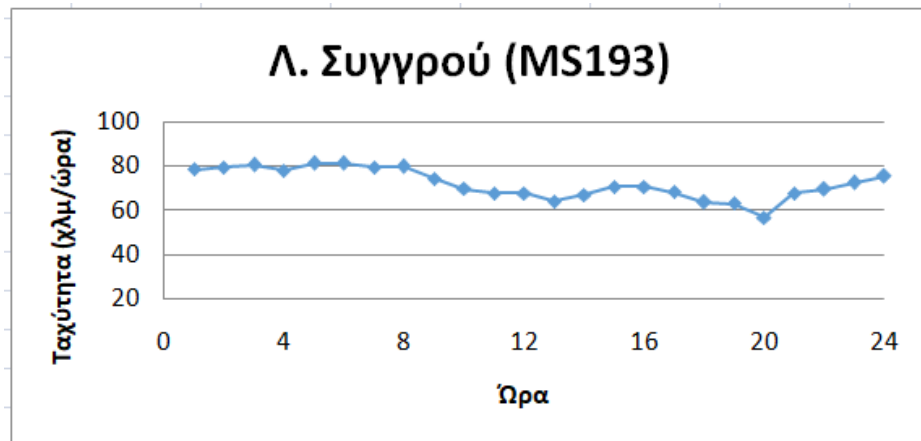
Διάγραμμα 4.1: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Κηφισού.



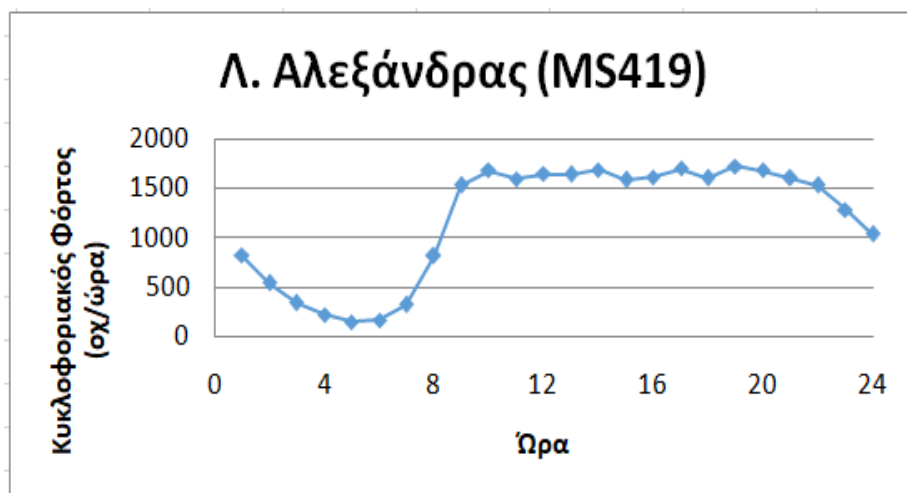
Διάγραμμα 4.2: Ταχύτητα στην Λ. Κηφισού.



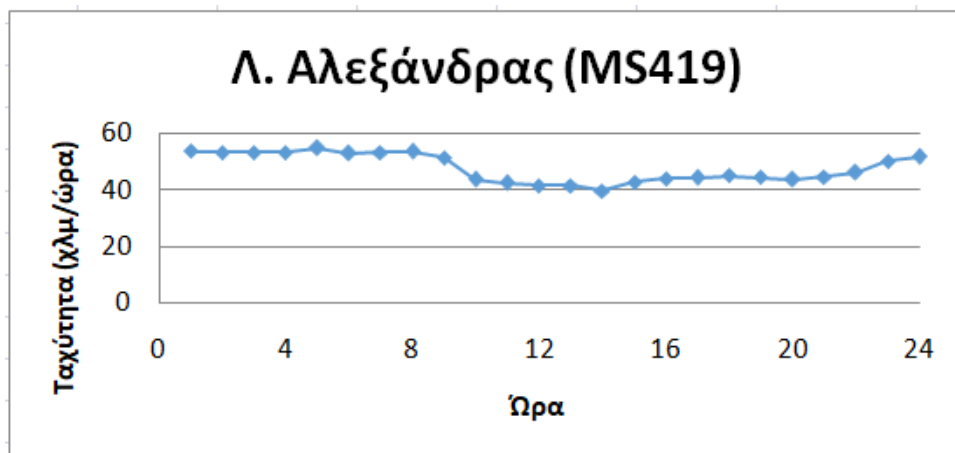
Διάγραμμα 4.3: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Συγγρού.



Διάγραμμα 4. 25: Ταχύτητα στην Λ. Συγγρού.



Διάγραμμα 4.5: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Αλεξάνδρας.



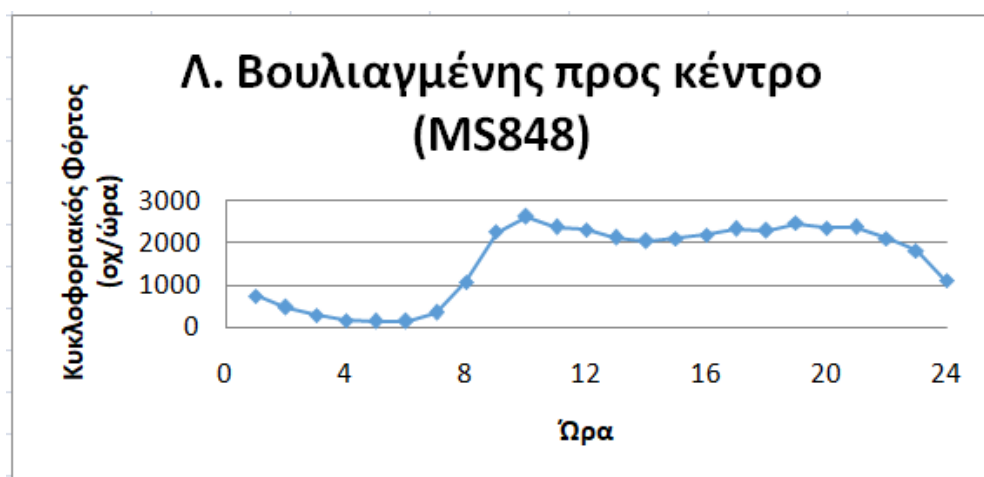
Διάγραμμα 4.6: Ταχύτητα στην Λ. Αλεξάνδρας.

Εδώ είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η διατομή MS847, η οποία βρίσκεται στη Λ. Βουλιαγμένης στο ρεύμα προς τη Βουλιαγμένη, καθώς και η MS900 η οποία βρίσκεται στη Λ. Αμφιθέας στο ρεύμα προς Άλιμο, παρουσιάζουν μία πολύ υψηλή απογευματινή αιχμή για τον λόγο ότι χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον από τους μετακινούμενους που επιστρέφουν από την εργασία τους. Δηλαδή, από εκείνους που μετακινούνται από το κέντρο προς τα νοτιοανατολικά προάστια όπως ο Άλιμος, η Αργυροπούπολη, το Ελληνικό και η Γλυφάδα.



Διάγραμμα 4.7: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Αμφιθέας με κατεύθυνση προς Άλιμο.

Αντίθετα, οι διατομές που βρίσκονται στην άλλη κατεύθυνση δηλαδή οι MS848 και οι MS901 που κατευθύνονται από τα προάστια προς το κέντρο, έχουν υψηλότερη πρωινή και χαμηλότερη απογευματινή, για τον λόγο ότι χρησιμοποιούνται ευρέως τις πρωινές ώρες από μετακινούμενους που κατευθύνονται από τα προάστια προς το κέντρο για εργασία.



Διάγραμμα 4.8: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Βουλιαγμένης με κατεύθυνση προς κέντρο.

Τα αποτελέσματα και οι μορφές των διαγραμμάτων κρίθηκαν σωστά, επομένως η διαδικασία της ανάλυσης συνεχίστηκε κανονικά. Ξεκινώντας από τις διατομές εργασίας τα βασικά συμπεράσματα που εξάγονται από τα διαγράμματα ελέγχου που δημιουργήθηκαν είναι ότι:

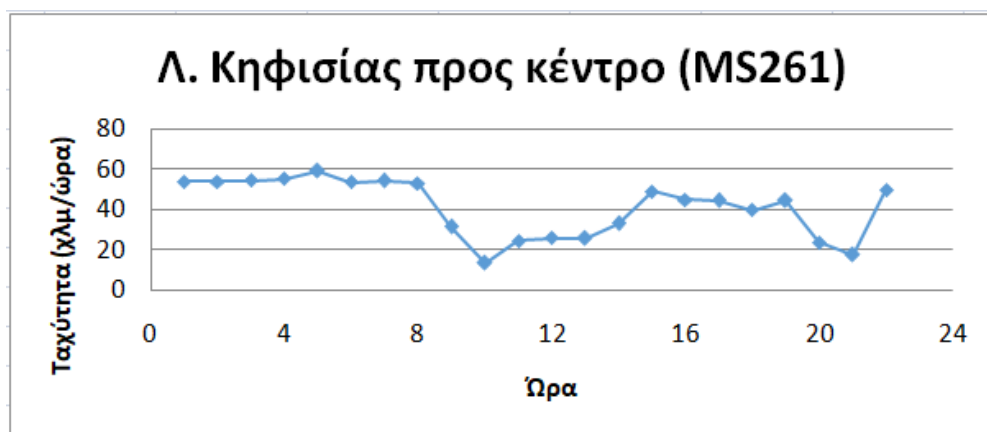
1. Παρατηρείται 1 πρωινή ώρα αιχμής και 1 ή 2 απογευματινές.
2. Σημειώνεται μεγάλη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου από τις 6 έως τις 10 το πρωί, καθώς τότε οι μετακινούμενοι κινούνται προς την εργασία τους, και διακρίνεται η πρωινή ώρα αιχμής.
3. Παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου από τις 19:00 και μετά, καθώς οι μετακινούμενοι έχουν επιστρέψει από την εργασία τους.
4. Τις ώρες στις οποίες παρουσιάζεται μεγάλη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, παρατηρείται μείωση της ταχύτητας και αντίστροφα, δηλαδή με χαμηλότερο φόρτο παρατηρούνται μεγαλύτερες ταχύτητες.

Στην συνέχεια παρατίθενται διαγράμματα από διατομές που αφορούν μετακινήσεις με σκοπό την ψυχαγωγία και αφορούν στοιχεία Παρασκευής και Σαββάτου. Τα ενδεικτικά

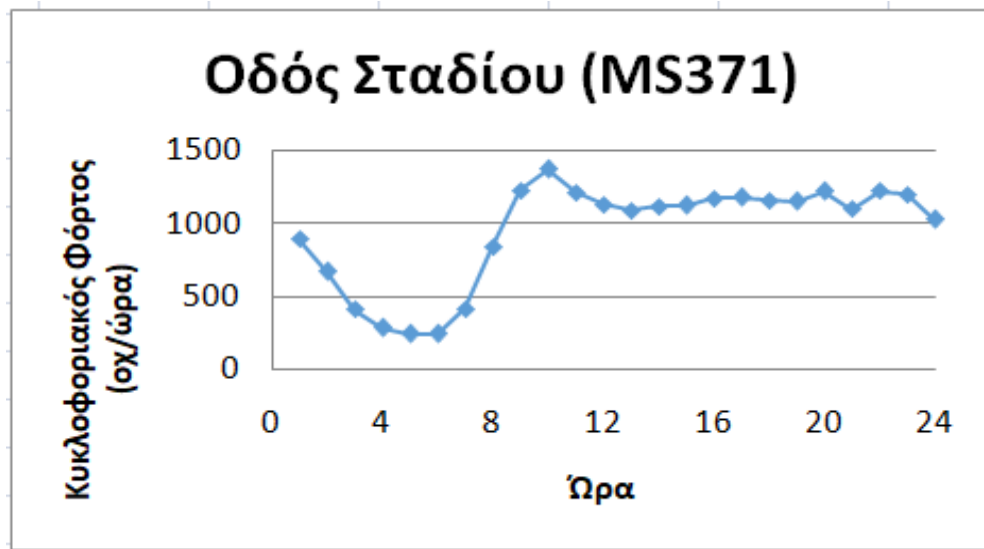
διαγράμματα ελέγχου που παρουσιάζονται αφορούν τις διατομές M261, MS371, και MS794.



Διάγραμμα 4.9: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Κηφισίας με κατεύθυνση προς κέντρο.



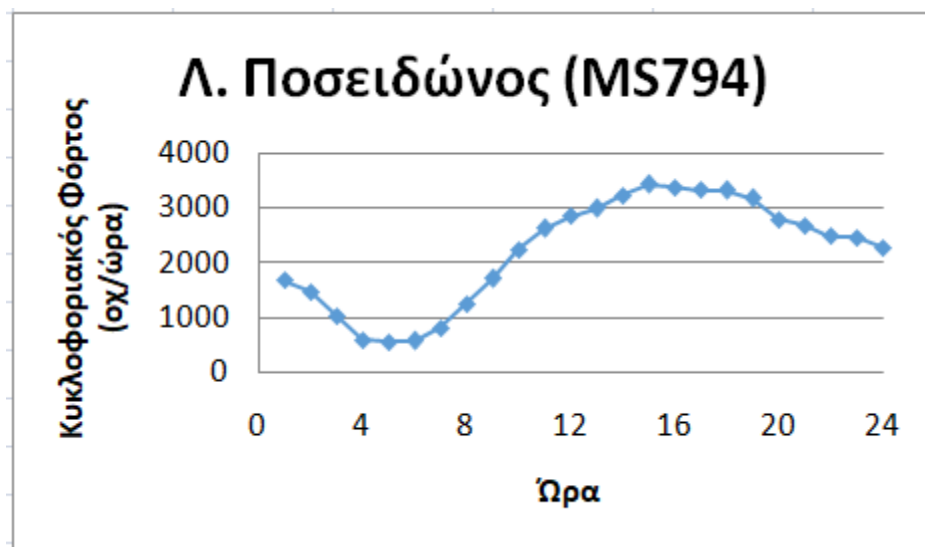
Διάγραμμα 4.10: Ταχύτητα στην Λ. Κηφισίας με κατεύθυνση προς κέντρο.



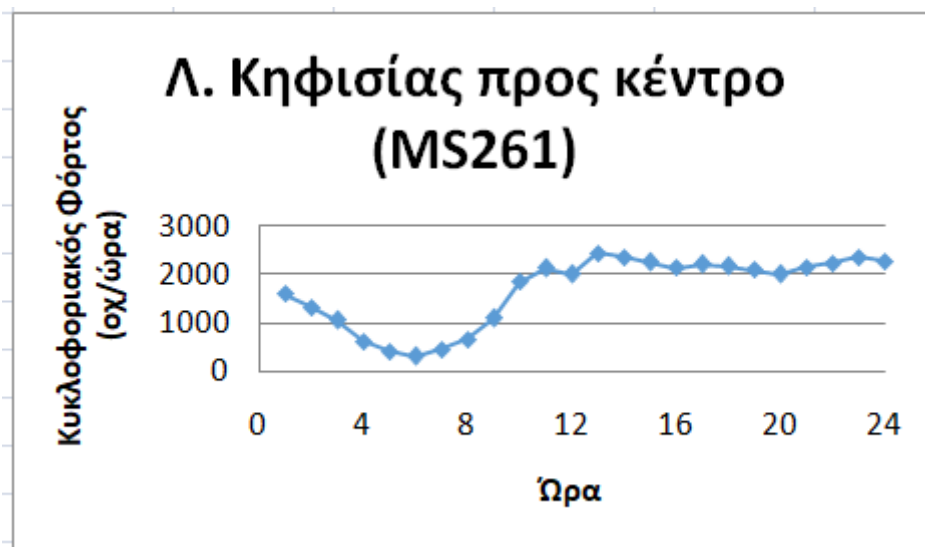
Διάγραμμα 4.11: Κυκλοφοριακός φόρτος στην οδό Σταδίου.

Το πρώτο συμπέρασμα που προκύπτει από τα διαγράμματα ελέγχου είναι ότι τις Παρασκευές παρατηρείται αρχικά μία πρωινή αιχμή, η οποία αφείλεται σε εκείνους που μετακινούνται προς την εργασία τους. Σε αντίθεση με τα διαγράμματα των διατομών "εργασίας" όμως, παρατηρούνται αυξημένες τιμές κυκλοφοριακού φόρτου και μετά τις 21:00, οι οποίες σχηματίζουν μία βραδινή αιχμή, η οποία οφείλεται αποκλειστικά σε μετακινήσεις με σκοπό την διασκέδαση.

Επιπλέον, σε αντίθεση με τις Παρασκευές, τα Σάββατα παρουσιάζουν ένα τελείως διαφορετικό προφίλ κυκλοφοριακού φόρτου όπως φαίνεται και στα 2 διαγράμματα που ακολουθούν.



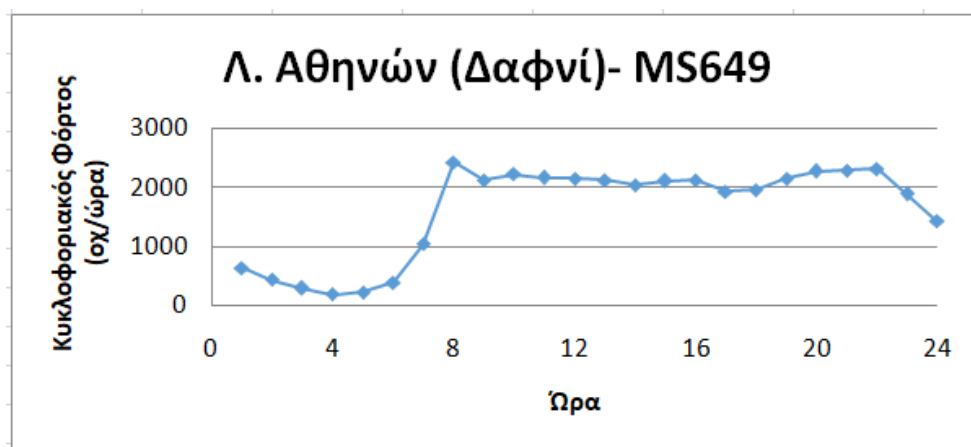
Διάγραμμα 4.12: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Ποσειδώνος..



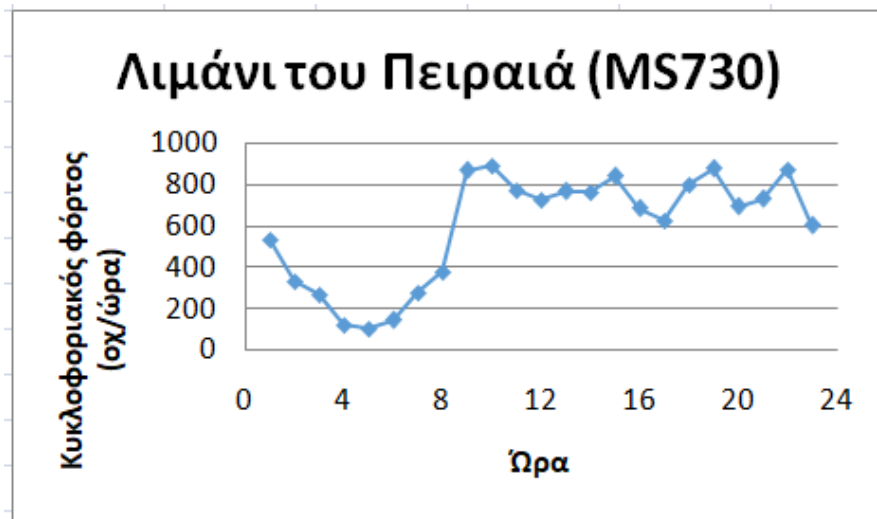
Διάγραμμα 4.13: Κυκλοφοριακός φόρτος το Σάββατο στην Λ. Κηφισίας.

Όπως παρατηρείται, τα Σάββατα οι μετακινήσεις ξεκινούν αργότερα το πρωί και ο αριθμός τους αυξάνεται σταδιακά με την αιχμή να παρουσιάζεται περίπου στις 13:00. Επιπλέον, όπως και τις Παρασκευές, παρατηρείται αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος μετά τις 21:00 καθώς πολλοί επιλέγουν να μετακινηθούν εκείνες τις ώρες με σκοπό την διασκέδαση.

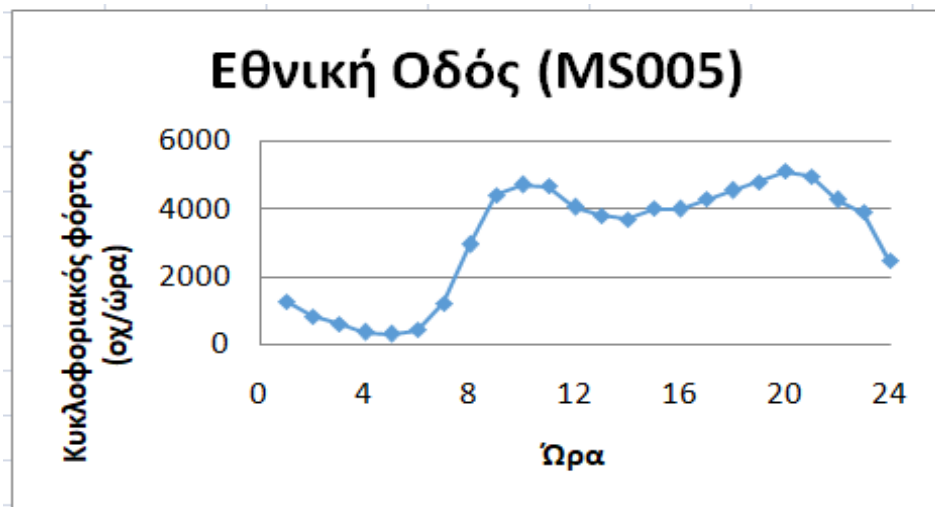
Όσον αφορά τις διατομές των διακοπών, επειδή τόσο οι διατομές όσο και οι ημερομηνίες αφορούν αντίστοιχα τοποθεσίες και ημέρες κατά τις οποίες γίνεται κατ'εξοχήν η έξοδος από την πόλη των Αθηνών, στα διαγράμματα κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρείται διέλευση μεγάλου αριθμού οχημάτων καθόλη την διάρκεια της ημέρας. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι οι διατομές αυτές χρησιμοποιούνται μαζικά από νωρίς το πρωί για εργασία, στην συνέχεια χρησιμοποιούνται έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η μετακίνηση εκτός της πόλης. Τα 3 διαγράμματα που ακολουθούν αφορούν τις Παρασκευές το τριήμερο του Αγίου Πνεύματος.



Διάγραμμα 4. 14: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Λ. Αθηνών (ύψος ψυχιατρείου Δαφνί).



Διάγραμμα 4.15: Κυκλοφοριακός φόρτος στο Λιμάνι του Πειραιά.



Διάγραμμα 4.16: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Εθνική Οδό (ύψος Μεταμόρφωσης).



Διάγραμμα 4.17: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Αττική Οδό (ύψος Ελευσίνας).



Διάγραμμα 4.18: Κυκλοφοριακός φόρτος στην Αττική Οδό (ύψος Αεροδρομίου).

4.4 Τελική Βάση Δεδομένων

Τελευταίο κομμάτι της ανάλυσης ήταν η δημιουργία της τελικής βάσης δεδομένων στην οποία θα βρίσκονται όλα τα αρχεία δεδομένων των διατομών σε ένα τελικό αρχείο csv.

section	time	date1	month1	year1	traffic19	speed19	area	tolls	day	trip	pdf	pdms	dflow	dspeed	date2	month2	year2	traffic20	speed20	measure	measure	covidcase	icu	deaths	tpr	AA
2	MS003	1	24	4	2019	1341	101.961	3	0	3	3	-0.58	-0.04	-771.5	-4.29097	15	4	2020	569.5	97.6699	7	1	22	72	1	1.56
3	MS003	2	24	4	2019	889.5	99.3485	3	0	3	3	-0.61	-0.03	-543.5	-2.77192	15	4	2020	346	96.5766	7	1	22	72	1	1.56
4	MS003	3	24	4	2019	554.5	102.554	3	0	3	3	-0.63	-0.12	-347.5	-11.862	15	4	2020	207	90.6916	7	1	22	72	1	1.56
5	MS003	4	24	4	2019	478	99.0471	3	0	3	3	-0.43	-0.07	-205	-7.29982	15	4	2020	273	91.7473	7	1	22	72	1	1.56
6	MS003	5	24	4	2019	401	96.8441	3	0	3	3	-0.22	-0.02	-90	-2.1271	15	4	2020	311	94.717	7	1	22	72	1	1.56
7	MS003	6	24	4	2019	625.641	92.4049	3	0	3	3	-0.31	0.02	-191.79	1.72747	15	4	2020	433.846	94.1324	7	1	22	72	1	1.56
8	MS003	7	24	4	2019	1212	95.2026	3	0	3	3	-0.28	0	-333.5	0.21349	15	4	2020	878.5	95.4161	7	1	22	72	1	1.56
9	MS003	8	24	4	2019	2260	99.5011	3	0	3	3	-0.34	0.01	-778.5	0.96703	15	4	2020	1481.5	100.47	7	1	22	72	1	1.56
10	MS003	9	24	4	2019	3910.5	92.67	3	0	3	3	-0.44	0.07	-1721.5	6.2174	15	4	2020	2189	98.8874	7	1	22	72	1	1.56
11	MS003	10	24	4	2019	4151	92.7299	3	0	3	3	-0.47	0.08	-1971	7.70035	15	4	2020	2180	99.9803	7	1	22	72	1	1.56
12	MS003	11	24	4	2019	4021.5	89.8949	3	0	3	3	-0.45	0.11	-1819.5	10.2036	15	4	2020	2202	100.099	7	1	22	72	1	1.56
13	MS003	12	24	4	2019	4098.5	88.9118	3	0	3	3	-0.46	0.11	-1903.5	9.43558	15	4	2020	2195	98.3474	7	1	22	72	1	1.56
14	MS003	13	24	4	2019	3731.5	91.3804	3	0	3	3	-0.41	0.08	-1540	7.18838	15	4	2020	2191.5	98.5688	7	1	22	72	1	1.56
15	MS003	14	24	4	2019	3854.5	91.0663	3	0	3	3	-0.49	0.09	-1881	8.12602	15	4	2020	1973.5	99.1923	7	1	22	72	1	1.56
16	MS003	15	24	4	2019	3613.5	91.3082	3	0	3	3	-0.39	0.07	-1411.5	6.76383	15	4	2020	2202	98.072	7	1	22	72	1	1.56
17	MS003	16	24	4	2019	3537.71	88.2584	3	0	3	3	-0.35	0.12	-1223.21	10.5776	15	4	2020	2314.5	98.836	7	1	22	72	1	1.56
18	MS003	17	24	4	2019	3617	83.522	3	0	3	3	-0.3	0.19	-1076	15.587	15	4	2020	2541	99.109	7	1	22	72	1	1.56
19	MS003	18	24	4	2019	3018.5	50.2902	3	0	3	3	-0.18	1.01	-545	50.6348	15	4	2020	2473.5	100.925	7	1	22	72	1	1.56
20	MS003	19	24	4	2019	3610	88.0885	3	0	3	3	-0.46	0.17	-1676	15.1364	15	4	2020	1934	103.225	7	1	22	72	1	1.56
21	MS003	20	24	4	2019	3080	92.0568	3	0	3	3	-0.55	0.11	-1682.5	9.75141	15	4	2020	1397.5	101.808	7	1	22	72	1	1.56
22	MS003	21	24	4	2019	2707	94.1382	3	0	3	3	-0.51	0.11	-1387.5	10.2108	15	4	2020	1319.5	104.349	7	1	22	72	1	1.56
23	MS003	22	24	4	2019	2477	98.7307	3	0	3	3	-0.47	0.07	-1165	6.84207	15	4	2020	1312	105.573	7	1	22	72	1	1.56
24	MS003	23	24	4	2019	2588	99.7403	3	0	3	3	-0.64	0.03	-1662	3.37305	15	4	2020	926	103.113	7	1	22	72	1	1.56
25	MS003	24	24	4	2019	1884.5	102.793	3	0	3	3	-0.31	0.02	-589	2.18085	15	4	2020	1295.5	104.973	7	1	22	72	1	1.56
26	MS003	1	2	5	2019	1856	107.004	3	0	4	3	-0.71	-0.05	-1317.5	-5.66301	24	4	2020	538.5	101.341	7	1	27	48	5	1.25
27	MS003	2	2	5	2019	1310.5	108.27	3	0	4	3	-0.8	-0.09	-1053.5	-9.73668	24	4	2020	257	98.5331	7	1	27	48	5	1.25
28	MS003	3	2	5	2019	747	107.178	3	0	4	3	-0.63	-0.1	-470.5	-11.075	24	4	2020	276.5	96.1031	7	1	27	48	5	1.25
29	MS003	4	2	5	2019	488	102.971	3	0	4	3	-0.47	-0.06	-231	-6.60944	24	4	2020	257	96.3619	7	1	27	48	5	1.25
30	MS003	5	2	5	2019	462.5	95.7793	3	0	4	3	-0.36	-0.02	-165	-2.16722	24	4	2020	297.5	93.6101	7	1	27	48	5	1.25
31	MS003	6	2	5	2019	604.615	96.4173	3	0	4	3	-0.29	-0.01	-177.44	-1.43652	24	4	2020	427.179	94.9808	7	1	27	48	5	1.25
32	MS003	7	2	5	2019	1303.5	97.1036	3	0	4	3	-0.37	-0.01	-476.5	-0.8049	24	4	2020	827	96.2987	7	1	27	48	5	1.25
33	MS003	8	2	5	2019	2167	101.234	3	0	4	3	-0.31	0.01	-663.5	1.22583	24	4	2020	1503.5	102.46	7	1	27	48	5	1.25
34	MS003	9	2	5	2019	3750	91.5152	3	0	4	3	-0.44	0.07	-1640	6.21821	24	4	2020	2110	97.7334	7	1	27	48	5	1.25
35	MS003	10	2	5	2019	4083	92.3797	3	0	4	3	-0.46	0.07	-1860.5	6.14737	24	4	2020	2222.5	98.5271	7	1	27	48	5	1.25
36	MS003	11	2	5	2019	4260.5	91.964	3	0	4	3	-0.45	0.07	-1905.5	6.04834	24	4	2020	2355	98.0123	7	1	27	48	5	1.25
37	MS003	12	2	5	2019	4075.5	92.2016	3	0	4	3	-0.47	0.06	-1915	5.377	24	4	2020	2160.5	97.5786	7	1	27	48	5	1.25
38	MS003	13	2	5	2019	4196	90.9429	3	0	4	3	-0.52	0.06	-2200.5	5.44169	24	4	2020	1995.5	96.3846	7	1	27	48	5	1.25

Εικόνα 4.4: Τμήμα της τελικής βάσης δεδομένων.

Όπως παρατηρείται διακρίνονται 15 στήλες οι οποίες αφορούν κατά σειρά:

1. Η στήλη "Section" όπου περιέχει την ονομασία της διατομής.
2. Η στήλη "Time" όπου περιέχει την ώρα της ημέρας .
3. Η στήλη "Date" όπου περιέχει την ημέρα.
4. Η στήλη "Month" όπου περιέχει τον μήνα.
5. Η στήλη "Year" όπου περιέχει το έτος.
6. Η στήλη "Traffic" όπου περιέχει τον κυκλοφοριακό φόρτο.
7. Η στήλη "Speed" όπου περιέχει την ταχύτητα.
8. Η στήλη "Area" όπου προσδιορίζει τον τύπο της περιοχής.
9. Η στήλη "Tolls" όπου προσδιορίζει αν η διατομή βρίσκεται σε αυτοκινητόδρομο με δρόμα ή όχι.
10. Η στήλη "Day" όπου περιέχει την ημέρα της εβδομάδας.

11. Η στήλη "Trip" όπου περιέχει τον σκοπό μετακίνησης.
12. Η στήλη "Measure" όπου υποδυκνύει εάν υπήρχε κάποιος περιορισμός στην κυκλοφορία και ποιος ήταν αυτός.
13. Η στήλη "Covid Cases" όπου περιέχει τον αριθμό των ημερήσιων κρουσμάτων.
14. Η στήλη "Intubated Patients" όπου περιέχει τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται σε ΜΕΘ.
15. Η στήλη "Deaths" όπου περιέχει τον αριθμό των νεκρών από τον νέο κορωνοϊό.
16. Η στήλη Test Positivity Rate όπου περιέχει το ποσοστό θετικότητας των τεστ ανίχνευσης.

4.5 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται κάποια βασικά συμπεράσματα που αφορούν την μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Αρχικά, όταν συμπεριλαμβάνονται οι διατομές όλων των σκοπών μετακίνησης (σύνολο 74 διατομών), παρατηρείται ότι στο οδικό δίκτυο της Αθήνας παρατηρείται μείωση 20,32% του κυκλοφοριακού φόρτου και μία αύξηση 11,82% της μέσης ταχύτητας κίνησης για τους μήνες Μάρτιο μέχρι και Νοέμβριο του 2020.

Για να γίνει κατανοητή η επιμέρους μεταβολή όμως ανά σκοπό μετακίνησης, στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μεταβολή των κυκλοφοριακών μεγεθών για όλο το χρονικό διάστημα μελέτης:

Πίνακας 4.1: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακών μεγεθών ανά σκοπό μετακίνησης από τον Μάρτιο μέχρι τον Νοέμβριο 2020.

Μάρτιος- Νοέμβριος 2020	Ποσοστιαία Μεταβολή Κυκλοφοριακού Φόρτου	Ποσοστιαία Μεταβολή Μέσης Ταχύτητας Κίνησης
Εργασία	-12.21%	17.57%
Ψυχαγωγία	-28.98%	14.65%
Διακοπές	-13.43%	10.35%

Όπως παρατηρείται, η μικρότερη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρείται στην εργασία για τον λόγο ότι ορισμένες κατηγορίες εργαζομένων συνέχισαν να εργάζονται δια

ζώσης παρόλα τα μέτρα περιορισμού. Αντίθετα, η μεγαλύτερη μείωση παρατηρείται στις μετακινήσεις ψυχαγωγίας (σχεδόν 30%), καθώς αυτή είτε απαγορευόταν ολοκληρωτικά τις περιόδους που ήταν σε εφαρμογή η καραντίνα, είτε βρισκόταν υπό αυστηρά μέτρα λειτουργίας, με σκοπό τον περιορισμό της εξάπλωσης. Όσον αφορά τις διακοπές, παρατηρείται μικρή μείωση η οποία παρατηρείται κυρίως στις μετακινήσεις του Πάσχα, περίοδο που απαγορευόταν η μετακίνηση από νομό σε νομό. Όσον αφορά την ταχύτητα κίνησης, όπως είναι αναμενόμενο σε όλους τους σκοπούς μετακίνησης παρατηρείται αύξηση της ταχύτητας, με την μεγαλύτερη να εμφανίζεται στην εργασία και όχι στην ψυχαγωγία, παρόλη την μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι κυκλοφοριακές συνθήκες τις ώρες μελέτης τις ώρες που αφαιρούν μετακινήσεις με σκοπό την εργασία είναι ιδιαίτερα υψηλές και μία έστω και χαμηλή μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου θα έχει ως συνέπεια την αισθητή βελτίωση της ταχύτητας κίνησης. Αντίθετα, τις βραδινές και τις πρώτες πρωινές ώρες οι ταχύτητες κίνησης είναι ήδη σχετικά υψηλές με αποτέλεσμα βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών να μην επιφέρει μεγάλη αύξηση της ταχύτητας κίνησης.

Προκειμένου όμως να γίνει καλύτερα κατανοητή η επίδραση των μέτρων περιορισμού, καθώς και να προσδιοριστούν διαφορές μεταξύ πρώτου και δεύτερου επιδημικού κύματος, εξετάστηκαν ξεχωριστά οι μήνες Απρίλιος 2020 και Νοέμβριος 2020, δηλαδή οι μήνες που αφορούν το πρώτο και το δεύτερο lockdown αντίστοιχα και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν:

Πίνακας 4.2: Ποσοστιαία μεταβολή κυκλοφοριακών μεγεθών στα δύο lockdown.

Κυκλοφοριακά Μεγέθη	Ποσοστιαία Μεταβολή Κυκλοφοριακού Φόρτου		Ποσοστιαία Μεταβολή Μέσης Ταχύτητας Κίνησης	
	Απρίλιος 2020	Νοέμβριος 2020	Απρίλιος 2020	Νοέμβριος 2020
Μήνες				
Εργασία	-46.64%	-18.80%	33.79%	37.00%
Ψυχαγωγία	-73.97%	-58.78%	33.00%	18.62%
Διακοπές	-58.35%	-54.00%	23.00%	13.62%

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, η μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά την περίοδο του πρώτου lockdown είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή του δεύτερου. Συγκεκριμένα, παρατηρείται μείωση 46% των μετακινήσεων για εργασία τον Απρίλιο, σε σχέση με μόλις 9% τον Νοέμβριο. Η μεγαλύτερη μείωση είναι αυτή με σκοπό την ψυχαγωγία (σχεδόν 75%), στο πρώτο lockdown, η οποία σχεδόν ουσιαστικά εκμηδενίστηκε. Στο δεύτερο η μείωση

αυτή φτάνει το 45%, απόρροια της κόπωσης των πολιτών από τα περιοριστικά μέτρα, καθώς και από την ανάγκη για μετακίνηση. Η μείωση της κυκλοφορίας και τους 2 μήνες

επιβολής υποχρεωτικής καραντίνας είναι περίπου ίδια, με 58% τον Απρίλιο και 54% τον Νοέμβριο 2020. Τέλος, όσον αφορά την μέση ταχύτητα κίνησης παρατηρείται αύξηση 33% κατά το πρώτο επιδημικό κύμα για τις μετακινήσεις εργασίας και ψυχαγωγίας, η οποία όμως μειώνεται σε 25% και 15% αντίστοιχα στο δεύτερο, καθώς ο κυκλοφοριακός φόρτος όπως προαναφέρθηκε στο δεύτερο lockdown ήταν υψηλότερος.

4.6 Μεταβλητές Μοντέλου

Στο προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε μία λεπτομερής αναφορά τόσο στην επιλογή των κατάλληλων για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας δεδομένων, όσο και στην επεξεργασία τους. Με το πέρας του σταδίου της επεξεργασίας τα δεδομένα, που παρείχε το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής και της Αττικής Οδού, βρίσκονται σε κατάλληλη μορφή ώστε να αξιοποιηθούν στο στάδιο της ανάλυσης. Συνεπώς, στο συγκεκριμένο υπό-κεφάλαιο παρατίθενται όλες οι μεταβλητές (εξαρτημένες και ανεξάρτητες), που εξετάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των στατιστικών μοντέλων. Επιπλέον, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατιστικών μοντέλων όπως αυτά παρήχθησαν με τη χρήση του προγράμματος R.

4.6.1 Εξαρτημένες Μεταβλητές

Ως εξαρτημένες μεταβλητές στα μοντέλα παλινδρόμησης που θα δημιουργηθούν επιλέχθηκαν:

- Η διαφορά του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ 2019 και 2020 (dflow).
- Η διαφορά της ωριαίας μέσης ταχύτητας μεταξύ 2019 και 2020 (dspeed).
- Η ποσοστιαία μεταβολή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου (PDTF).
- Η ποσοστιαία μεταβολή της ωριαίας μέσης ταχύτητας (PDMS).

4.6.2 Ανεξάρτητες Μεταβλητές

Ανεξάρτητες είναι όλες εκείνες οι μεταβλητές, που θα εξεταστούν με στόχο την εύρεση συσχέτισης ή μη με τις εξαρτημένες μεταβλητές. Με άλλα λόγια σκοπός είναι η εύρεση παραγόντων που επηρεάζουν τα κυκλοφοριακά μεγέθη (κυκλοφοριακός φόρτος και ταχύτητα). Κατά συνέπεια, από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που θα εξεταστούν είναι προφανές πως ορισμένες θα ασκούν έντονη επιρροή στα κυκλοφοριακά μεγέθη, ορισμένες θα ασκούν μικρότερη επιρροή και κάποιες δεν θα συσχετίζονται με αυτά. Συνεπώς, ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν:

- **Ώρα (Hour):** Με τιμές 1 έως 24 για κάθε ώρα της ημέρας.
- **Ημέρα (Date):** Με τιμές 1 έως 30 για την ημερομηνία του μήνα.
- **Μήνας (Month) :**Με τιμές 1 έως 12 για κάθε μήνα του έτους.
- **Έτος (Year):** Με τιμές 2019 και 2020 για τις αντίστοιχες χρονιές.
- **Είδος Μετακίνησης (Trip):** Με τιμές 1 έως 3. Όπου
 - 1= Μετακίνηση για εργασία,
 - 2= Μετακίνηση για ψυχαγωγία,
 - 3= Μετακίνηση για διακοπές.
- **Μέτρα περιορισμού (Prevent Measures):** Με τιμές 0 έως 7, όπου:
 - 0=Κανένα μέτρο περιορισμού
 - 1= Κλειστή εστίαση.
 - 2= Κλειστά σχολεία και εστίαση.
 - 3= Κλειστά σχολεία, εστίαση καθώς και λιανεμπόριο, χωρίς εφαρμογή lockdown.
 - 4= Υποχρεωτική εφαρμογή τηλεργασίας 40%.
 - 5= Υποχρεωτική εφαρμογή τηλεργασίας 50%.
 - 6= Υποχρεωτική εφαρμογή τηλεργασίας 50% και κλειστή εστίαση.
 - 7= Lockdown.
- **Ημέρα της εβδομάδας (Day):** Με τιμές 1 έως 4 για κάθε ημέρα της εβδομάδας. Όπου:
 - 1=Δευτέρα
 - 2=Τρίτη
 - 3=Τετάρτη
 - 4=Πέμπτη
 - 5= Παρασκευή
 - 6= Σάββατο
 - 7= Κυριακή

- **Περιοχή (Area)** διατομής: Με τιμές 1 έως 3, όπου:
 - 1: Κέντρο (central).
 - 2: Για περιοχές πλησίον του κέντρου (Non- central).
 - 3: Προάστια (Suburb).
- **Διόδια (Tolls)**: Με τιμές 0 και 1, όπου
 - 0: Διατομή σε οδική αρτηρία χωρίς διόδια.
 - 1: Διατομή σε αυτοκινητόδρομο- πληρωμή διοδίων.
- **Κρούσματα κορωνοϊού (Covid Cases)**: Με τιμές τον ακέραιο αριθμό κρουσμάτων για την εκάστοτε ημέρα.
- **Διασωληνωμένοι Ασθενείς (Intubated patients)**: Με τιμές τον ακέραιο αριθμό των διασωληνωμένων ασθενών για την εκάστοτε ημέρα.
- **Θάνατοι λόγω κορωνοϊού (Deaths)**: Με τιμές τον ακέραιο αριθμό των θανάτων λόγω κορωνοϊού για την εκάστοτε ημέρα.
- **Ποσοστό θετικότητας (Test Positivity rate)**: Με τιμές το ποσοστό θετικότητας των τεστ κορωνοϊού για την εκάστοτε ημέρα.

4.6.3 Μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης (generalized linear model).

Στο παρόν υπό-κεφάλαιο θα αναλυθεί το μοντέλο παλινδρόμησης που δημιουργήθηκε με σκοπό να διερευνηθεί η συσχέτιση των μεγεθών που εξετάζονται στην παρούσα διπλωματική εργασία. Το μοντέλο που σχεδιάστηκε είναι ένα μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης (linear regression model).

Στη στατιστική, η γραμμική παλινδρόμηση αποτελεί μια προσέγγιση για τη μοντελοποίηση της σχέσης μεταξύ μιας βαθμωτής εξαρτημένης μεταβλητής Y και μίας ή περισσότερων επεξηγηματικών (ανεξάρτητων) μεταβλητών που συμβολίζονται ως X . Η περίπτωση που γίνεται η δημιουργία ενός στατιστικού μοντέλου με μία επεξηγηματική μεταβλητή X ονομάζεται απλή γραμμική παλινδρόμηση. Στην περίπτωση που το μοντέλο δημιουργηθεί με περισσότερες από μία επεξηγηματικές μεταβλητές, η διαδικασία καλείται πλέον πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση. Αντίστοιχη είναι περίπτωση του μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης που θα χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση, επειδή θα δημιουργηθούν δύο μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.

Συνεπώς, η απλούστερη σχέση μίας γραμμικής παλινδρόμησης είναι η :

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

Όπου Y η εξαρτημένη μεταβλητή, X η ανεξάρτητη και α, β σταθερές. Αντίστοιχα, η σχέση που δίνει την απλή γραμμική παλινδρόμηση είναι:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * X_i + e_i$$

Όπου, Y_i είναι η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, X_i είναι η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής, β_0 είναι το σημείο τομής του άξονα της Y από τη γραμμή παλινδρόμησης, β_1 είναι η κλίση της γραμμής παλινδρόμησης, και e_i είναι το σφάλμα ή υπόλοιπο, δηλαδή η διαφορά μεταξύ της πραγματικής τιμής της Y και της τιμής που προκύπτει από το υπόδειγμα. Αντίστοιχα, ο γενικός τύπος που δίνει την πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι:

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

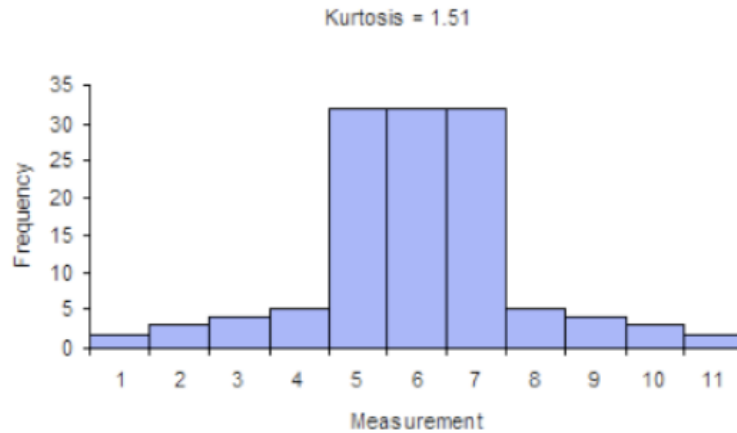
Και πάνω σε αυτόν στηρίζεται η δημιουργία των γραμμικών μοντέλων πολλαπλής παλινδρόμησης (multiple regression models).

4.6.4 Στατιστικά μεγέθη και Στατιστικοί έλεγχοι

Πριν τη δημιουργία του κώδικα στο R για το σχεδιασμό των μοντέλων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, είναι σημαντικό να γίνει επεξήγηση των στατιστικών μεγεθών που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια. Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν κάποιοι στατιστικοί έλεγχοι για την εξαρτημένη μεταβλητή που χρησιμοποιείται σε κάθε μοντέλο. Τα τεστ κανονικότητας (normality tests) χρησιμοποιούνται ώστε να προσδιοριστεί εάν ένα σύνολο δεδομένων έχει μοντελοποιηθεί για κανονική κατανομή, καθώς πολλές στατιστικές συναρτήσεις απαιτούν η κατανομή των δεδομένων να είναι σχεδόν κανονική. Συνεπώς, πραγματοποιήθηκε έλεγχος ασυμμετρίας (skewness), κύρτωσης (kurtosis), Jarques-Bera, συντελεστή R^2 , καθώς και του προσαρμοσμένου (adjusted) R^2 .

Στην στατιστική, η ασυμμετρία (skewness) είναι το μέτρο της ασυμμετρίας της κατανομής πιθανότητας μιας τυχαίας μεταβλητής σχετικά με τη μέση τιμή της. Με άλλα λόγια, η ασυμμετρία δείχνει κατά πόσο αποκλίνει ένα δείγμα δεδομένων από την οριζόντια συμμετρία. Η τιμή αυτή μπορεί να είναι θετική ή αρνητική, ή ακόμη και απροσδιόριστη. Κατά γενικό κανόνα: Αν η ασυμμετρία είναι μικρότερη από -1 ή μεγαλύτερη από 1, η κατανομή είναι πολύ στρεβλωμένη. Εάν κυμαίνεται μεταξύ -1 και -0,5 ή μεταξύ 0,5 και 1, η κατανομή είναι ελαφρώς λοξή. Εάν η ασυμμετρία κυμαίνεται μεταξύ -0,5 και 0,5, η κατανομή είναι περίπου συμμετρική, ενώ εάν η ασυμμετρία είναι 0, τα δεδομένα είναι απόλυτα συμμετρικά.

Η κύρτωση (kurtosis) προσδιορίζει το ύψος και την οξύτητα της κεντρικής κορυφής της καμπύλης, σε σχέση με μία τυπική καμπύλη σχήματος καμπάνας όπως είναι αυτή της κανονικής κατανομής.



Εικόνα 4.5: Παράδειγμα διαγράμματος με τιμή κύρτωσης 1.5 (Normality Testing - Skewness and Kurtosis | The GoodData Community, 2021).

Το τεστ Jarque – Bera πραγματοποιείται προκειμένου να δείξει πόσο καλά προσαρμόζεται ένα δείγμα δεδομένων στην κανονική κατανομή, ανάλογα με την ασυμμετρία και την κύρτωση που έχουν.

Το τεστ R^2 είναι ένα στατιστικό μέτρο που αντιπροσωπεύει το ποσοστό της διακύμανσης για μια εξαρτημένη μεταβλητή η οποία εξηγείται από μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή μεταβλητές σε ένα μοντέλο παλινδρόμησης. Για παράδειγμα, εάν το R^2 είναι 0,8, αυτό σημαίνει ότι το 80% της διακύμανσης στη μεταβλητή εξόδου (εξαρτημένη) εξηγείται από τις μεταβλητές εισόδου (ανεξάρτητες). Συνεπώς, όσο υψηλότερο είναι το R^2 , τόσο καλύτερο θεωρείται το μοντέλο. Το προσαρμοσμένο R^2 είναι μια τροποποιημένη έκδοση του τεστ R^2 που έχει προσαρμοστεί για τον αριθμό των προβλέψεων στο μοντέλο. Το προσαρμοσμένο R^2 αυξάνεται όταν μια νέα μεταβλητή που προστίθεται βελτιώνει το μοντέλο περισσότερο από ότι θα το βελτιώνει εάν οφειλόταν στην τύχη. Αντίθετα, μειώνεται όταν μια μεταβλητή βελτιώνει το μοντέλο λιγότερο από το αναμενόμενο. Τέλος, το προσαρμοσμένο R^2 είναι πάντα χαμηλότερο από το απλό R^2 τεστ.

Αφού έγινε επεξήγηση των στατιστικών ελέγχων που θα εφαρμοστούν σε κάθε μοντέλο, σειρά έχει η ανάλυση των στατιστικών μεγεθών της παλινδρόμησης.

Αρχικά, η στήλη Estimate Std. για το εκάστοτε report δείχνει πως αυξομειώνεται μία μεταβλητή συγκριτικά με την βάση αναφοράς που έχει οριστεί. Όταν το πρόσημο μίας συγκεκριμένης θέσης σε αυτή τη στήλη είναι θετικό συνεπάγεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής συγκριτικά με την βάση αναφοράς, ενώ όταν είναι αρνητικό συνεπάγεται μείωση. Επιπλέον, ελέγχεται ο συντελεστής t-value ο οποίος πρέπει να είναι μεγαλύτερος από $|1.654|$ για επίπεδο εμπιστοσύνης 90%, και μεγαλύτερος του $|1.96|$ για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ώστε τα εκάστοτε αποτελέσματα να θεωρηθούν στατιστικά σημαντικά. Τέλος, ένα μικρό $Pr(>|t|)$ δείχνει ότι οι συντελεστές (Coefficients) είναι είναι σημαντικοί, ενώ ένα μικρό δείχνει το αντίθετο.

Επόμενο βήμα είναι η δημιουργία των μοντέλων με τη χρήση κώδικα. Αποφασίστηκε η δημιουργία από ένα γενικό μοντέλο που περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα μετρήσεων, ώστε με τη μετέπειτα δημιουργία νέων πιο συγκεκριμένων μοντέλων, η ανάλυση να καταλήξει σε πιο ειδικά και αξιόπιστα συμπεράσματα.

4.7 Βιβλιοθήκες στο R

Οι βιβλιοθήκες στην γλώσσα προγραμματισμού R είναι συλλογές λειτουργιών και συνόλων δεδομένων που αναπτύχθηκαν από τους χρήστες της συγκεκριμένης γλώσσας. Χρησιμοποιούνται προκειμένου να αυξήσουν τις δυνατότητες της R βελτιώνοντας τις υπάρχουσες λειτουργίες ή προσθέτοντας νέες.

Στην συγκεκριμένη διπλωματική χρησιμοποιήθηκαν αρκετές βιβλιοθήκες, ορισμένες από τις οποίες είναι οι: `afex` η οποία χρησιμοποιείται για συνδιασμό δεδομένων και εκτιμήσεις μοντέλων, η `emmeans` η οποία επιτρέπει στον χρήστη να την χρησιμοποιήσει για την δημιουργία γενικευμένων γραμμικών και μικτών μοντέλων, η `moments` η οποία χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό στατιστικών ελέγχων όπως ο έλεγχος κύρτωσης και συμμετρίας, η `rsq` με την οποία υπολογίζεται ο συντελεστής R^2 , καθώς τέλος και η `normtest` που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο κανονικότητας.

4.8 Δημιουργία Μοντέλων

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται όλα τα μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης που δημιουργήθηκαν.

4.8.1 Γενικό Μοντέλο Κυκλοφοριακού φόρτου

Στο πρώτο στάδιο της ανάλυσης, το γενικό, το μοντέλο έχει δημιουργηθεί με το 100% των δεδομένων της τελικής βάσης δεδομένων. Δηλαδή, τα δεδομένα θα αποτελούνται από διατομές που εξυπηρετούν όλους τους σκοπούς μετακίνησης (1,2 και 3), καθώς επίσης και όλες τις ώρες της ημέρας.

Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα γενικού μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου.

Γενικό Μοντέλο Κυκλοφοριακού Φόρτου				
Εξαρτημένη Μεταβλητή: Διαφορά Κυκλοφοριακού Φόρτου (Dflow)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	-29.697	18.805	-1.579	0.114289
Περιοχές εκτός κέντρου	-82.409	8.857	-9.304	< 2e-16
Προάστια	-125.896	9.038	-13.93	< 2e-16
Μέτρο Περιορισμού 2: Κλειστά σχολεία και εστίαση	-157.887	10.529	-14.996	< 2e-16
Μέτρο Περιορισμού 3: Κλειστά σχολεία,εστίαση και λιανεμπόριο χωρίς την εφαρμογή ολικού lockdown	-229.023	15.376	-14.895	< 2e-16
Μέτρο περιορισμού 6: Υποχρεωτική εφαρμογή 50% τηλεργασίας και κλειστή εστίαση	-294.599	15.807	-18.638	< 2e-16
Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown.	-699.213	14.097	-49.601	< 2e-16
Ώρα: 1-2	39.051	13.253	2.947	0.003214
Ώρα: 2-3	79.239	13.26	5.976	2.30E-09
Ώρα: 3-4	136.445	13.268	10.284	< 2e-16
Ώρα: 4-5	157.49	13.263	11.875	< 2e-16
Ώρα: 5-6	160.891	13.245	12.147	< 2e-16
Ώρα: 6-7	148.042	13.245	11.177	< 2e-16
Ώρα: 7-8	104.738	13.243	7.909	2.64E-15
Ώρα: 8-9	-75.757	13.252	-5.717	1.09E-08
Ώρα: 9-10	-83.054	13.244	-6.271	3.61E-10
Ώρα: 10-11	-65.496	13.249	-4.943	7.70E-07

Κεφάλαιο 4- Μεθοδολογία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων.

Ώρα: 11-12	-61.943	13.258	-4.672	2.99E-06
Ώρα: 12-13	-45.223	13.25	-3.413	0.000643
Ώρα: 13-14	-46.041	13.235	-3.479	0.000504
Ώρα: 14-15	-46.312	13.253	-3.494	0.000475
Ώρα: 15-16	-57.291	13.249	-4.324	1.53E-05
Ώρα: 16-17	-62.296	13.245	-4.703	2.57E-06
Ώρα: 17-18	-150.602	13.23	-11.384	< 2e-16
Ώρα: 18-19	-201.599	13.244	-15.222	< 2e-16
Ώρα: 19-20	-206.662	13.244	-15.604	< 2e-16
Ώρα: 20-21	-211.431	13.238	-15.971	< 2e-16
Ώρα: 21-22	-190.804	13.236	-14.416	< 2e-16
Ώρα: 22-23	-161.049	13.235	-12.169	< 2e-16
Ώρα: 23-24	-105.941	13.237	-8.003	1.23E-15
Ποσοστό θετικότητας των τεστ	-13.152	1.26	-10.439	< 2e-16
Απρίλιος	-25.622	12.227	-2.095	0.036133
Μάιος	-27.148	12.408	-2.188	0.028685
Ιούνιος	41.72	14.95	2.791	0.005263
Ιούλιος	146.315	14.46	10.118	2.00E-16
Αύγουστους	90.104	19.749	4.562	5.07E-06
Σεπτέμβριος	111.238	13.857	8.028	1.01E-15
Οκτώβριος	159.602	13.44	11.875	2.00E-16
Νοέμβριος	359.451	10.628	33.822	2.00E-16
Τρίτη	29.474	6.418	4.592	4.40E-06
Τετάρτη	52.081	6.432	8.097	5.71E-16
Πέμπτη	59.475	6.578	9.041	2E-16
Παρασκευή	148.636	6.716	22.132	2.00E-16
Σάββατο	55.092	7.098	7.762	8.51E-15
Διόδια	-123.263	4.043	-30.489	2.00E-16
AIC	914779			
Adj. R² :	0.446			
R²	0.451			

Αρχικά, όπως γίνεται αντιληπτό τόσο στις περιοχές έξω από το κέντρο της πόλης, όπως και στα προάστια παρατηρείται σημαντική μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου, με τη μεγαλύτερη από αυτές να είναι στα προάστια. Στη συνέχεια, όπως παρατηρείται τα μέτρα περιορισμού είχαν ισχυρή επίδραση στη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου, με τη μεγαλύτερη να παρατηρείται στην εφαρμογή του συστήματος τηλεργασίας σε ποσοστό 50% και την κλειστή εστίαση, καθώς επίσης και με το μέτρο εφαρμογής του καθολικού lockdown. Όσον αφορά στη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μέσα στην ώρα, έχοντας ως βάση σύγκρισης την ώρα μεταξύ 00:00-01:00 γίνεται φανερό πως ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσιάζει μικρή αύξηση έως τις 08:00, ενώ στη συνέχεια εντοπίζεται συνεχής μείωση μέχρι και τις 23:00-24:00 το βράδυ, τις ώρες δηλαδή που ο κόσμος κυκλοφορεί περισσότερο. Συνεχίζοντας, η αύξηση του ποσοστού θετικότητας των τεστ επιφέρει μείωση

της κυκλοφορίας, ενδεχομένως γιατί οι πολίτες περιόρισαν τις μετακινήσεις τους υπό τον φόβο μετάδοσης του νέου κορωνοϊού. Όσον αφορά τους μήνες, έχοντας ως βάση αναφοράς τον Μάρτιο, μείωση παρατηρείται τους μήνες Απρίλιο και Μάιο, τους μήνες δηλαδή που βρίσκονταν σε ισχύ τα μέτρα περιορισμού της κυκλοφορίας. Οι υπόλοιποι μήνες παρουσιάζουν αύξηση σε σχέση με τον Μάρτιο για τον λόγο ότι η κυκλοφορία ήταν σχεδόν “ελεύθερη”, με τις μετακινήσεις να αυξάνουν με την πάροδο του χρόνου. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεγάλη αύξηση του Νοεμβρίου, η οποία ενδεχομένως οφείλεται στην μεγάλη ανάγκη του κόσμου για μετακίνηση πριν την επιβολή της δεύτερης υποχρεωτικής καραντίνας, καθώς και στην χαλαρότητα με την οποία οι πολίτες εφάρμοσαν αυτή την φορά τα μέτρα περιορισμού σε σχέση με τον Μάρτιο και Απρίλιο. Όσον αφορά τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τις ημέρες, έχοντας ως βάση σύγκρισης την Δευτέρα, εντοπίζεται μία αύξηση στην Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη και Παρασκευή συγκριτικά με τη Δευτέρα, ενώ το Σάββατο παρατηρείται αύξηση, αρκετά μικρότερη όμως από την Παρασκευή. Τέλος, όσον αφορά τα διόδια, παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με το 2019, πράγμα αναμενόμενο καθώς η κυκλοφορία ήταν μειωμένη στο υπόλοιπο οδικό δίκτυο του Λεκανοπεδίου, ο κόσμος απέφευγε να χρησιμοποιήσει τον αυτοκινητόδρομο της Αττικής Οδού προκειμένου να φτάσει πιο γρήγορα στον προορισμό του.

4.8.2 Μοντέλο Κυκλοφοριακού φόρτου εργασίας

Στο επόμενο στάδιο της ανάλυσης δημιουργήθηκε ένα μοντέλο που αποτελείται από διατομές που έχουν αποκλειστικά ως σκοπό μετακίνησης τους την εργασία. Για την επιλογή των δεδομένων δημιουργήθηκε στο R υποσύνολο της βάσης δεδομένων χρησιμοποιώντας διαφορετικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, για τη δημιουργία του πρώτου υποσυνόλου επιλέχθηκαν διατομές με τιμή στην μεταβλητή του σκοπού μετακίνησης 1. Στη συνέχεια, με βάση αυτό το σύνολο δημιουργήθηκε νέο υποσύνολο, στο οποίο θα επιλέγονται οι ημέρες με τιμή 1,2,3 και 4, δηλαδή Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Πέμπτη. Επόμενο και τελικό βήμα ήταν η δημιουργία νέου υποσυνόλου, το οποίο περιείχε μόνο τις ώρες κατά τις οποίες εμφανίζονται οι αιχμές του κυκλοφοριακού φόρτου τις καθημερινές ημέρες δηλαδή οι 8:00-11:00, και 20:00. Τα αποτελέσματα του μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα κυκλοφοριακού φόρτου εργασίας.

Μοντέλο Κυκλοφοριακού Φόρτου Εργασίας				
Εξαρτημένη Μεταβλητή: Διαφορά Κυκλοφοριακού Φόρτου (Dflow)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	-348.831	31.844	-10.954	< 2e-16
Θάνατοι	-10.565	1.346	-7.85	4.52E-15
Μάιος	530.442	24.103	22.007	< 2e-16
Ιούνιος	804.664	26.652	30.192	< 2e-16
Ιούλιος	864.325	26.654	32.427	< 2e-16
Σεπτέμβριος	825.937	27.783	29.728	< 2e-16
Οκτώβριος	889.724	27.607	32.228	< 2e-16
Νοέμβριος	1190.263	63.51	18.741	< 2e-16
Μέτρο Περιορισμού 2: Κλειστά σχολεία και εστίαση	-97.866	22.86	-4.281	1.87E-05
Μέτρο περιορισμού 5: Υποχρεωτική εφαρμογή 50% τηλεργασίας	-168.959	71.758	-2.355	0.0186
Μέτρο περιορισμού 6: Υποχρεωτική εφαρμογή 50% τηλεργασίας και κλειστή εστίαση	-278.413	45.478	-6.122	9.53E-10
Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown.	-479.889	25.9	-18.528	< 2e-16
Ώρα: 9-10	-237.498	17.255	-13.764	< 2e-16
Ώρα: 10-11	-227.013	17.251	-13.16	< 2e-16
Ώρα: 15-16	-147.07	17.253	-8.524	< 2e-16
Ώρα: 18-19	-287.348	17.24	-16.667	< 2e-16
Ώρα: 19-20	-353.672	17.251	-20.502	< 2e-16
Περιοχές εκτός κέντρου	-53.087	21.513	-2.468	0.0136
Προάστια	-150.912	22.057	-6.842	8.19E-12
Διόδια	-554.993	10.654	-52.09	< 2e-16
Adj. R²	0.5338			
R²	0.5345			
AIC	188076			

Αρχικά είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για τις ανάγκες του συγκεκριμένου μοντέλου έγινε ομαδοποίηση των μηνών Μαρτίου και Απριλίου, τους μήνες δηλαδή που είχε επιβληθεί γενική καραντίνα, έτσι ώστε να υπάρχουν ως βάση αναφοράς και οι 2 μήνες μαζί. Σύμφωνα με αυτό λοιπόν, παρατηρείται μεγάλη αύξηση της κυκλοφορίας από τον Μάιο μέχρι και τον Νοέμβριο, πράγμα αναμενόμενο καθώς όσο περισσότερο απελευθερόνταν οι περιορισμοί που είχαν επιβληθεί στην κυκλοφορία, τόσο περισσότερο οι πολίτες μετακινούνταν. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεγάλη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου το μήνα Νοέμβριο σε σχέση με τους μήνες που είχε επιβληθεί lockdown, πράγμα το οποίο εξηγείται από την προθυμία του κόσμου να μετακινηθεί πριν την νέα καραντίνα, καθώς και στην απροθυμία του να εφαρμόσει εκ νέου τα μέτρα περιορισμού.

Επισημαίνεται ότι σε επιπλέον ανάλυση που πραγματοποιήθηκε παρουσιάστηκε ιδιαίτερη αύξηση την 1η εβδομάδα του Νοεμβρίου (πριν το lockdown) και μείωση την 2η (μετά το lockdown) η οποία όμως δεν ισοσκέλεσε την αύξηση της πρώτης εβδομάδας. Επιπλέον, τα μέτρα περιορισμού δείχνουν να επηρεάζουν ιδιαίτερα τον αριθμό των μετακινήσεων με σκοπό την εργασία, με τη μεγαλύτερη μείωση να την επιφέρει, όπως είναι αναμενόμενο, η εφαρμογή του συστήματος τηλεργασίας σε ποσοστό 50%, καθώς και η εφαρμογή του ολικού lockdown. Όσον αφορά την μεταβλητή των θανάτων, παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου καθώς αυξάνεται ο αριθμός των νεκρών λόγω της πανδημίας. Επίσης, σε όλες τις ώρες αιχμής που έχουν επιλεγεί παρατηρείται σημαντική μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου, με τη μεγαλύτερη να εμφανίζεται στις 19:00 το απόγευμα. Όσον αφορά τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με το αν πρόκειται για περιοχή εκτός κέντρου ή προαστίου, και έχοντας ως βάση σύγκρισης ότι είναι κεντρική μία περιοχή, διακρίνεται σημαντική μείωση κυκλοφοριακού φόρτου στις μετακινήσεις εκτός κεντρικής περιοχής. Τέλος όσον αφορά την ύπαρξη διοδίων, παρατηρείται μεγάλη μείωση στη χρήση του αυτοκινητόδρομου εξαιτίας ότι το μεγαλύτερο μέρος ήταν σε εφαρμογή μέτρα τηλεργασίας ή περιορισμού κυκλοφορίας, καθώς και σε συνδιασμό με την μειωμένη κυκλοφορία στο υπόλοιπο δίκτυο, οι μετακινούμενοι δεν επέλεξαν να τον χρησιμοποιήσουν. Ένας επιπλέον, λόγος είναι ενδεχομένως και η οικονομική αβεβαιότητα λόγω της πανδημίας, η οποία αποτέλεσε αρνητικό παράγοντα για την πληρωμή του ποσού που απαιτείται για την είσοδο στην ΑΟ.

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε ένα δεύτερο μοντέλο που αφορά τις μετακινήσεις με σκοπό την εργασία, αυτή τη φορά ως εξαρτημένη μεταβλητή είναι η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μεταξύ του 2019 και του 2020. Τα αποτελέσματα του μοντέλου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα δεύτερου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου εργασίας.

Μοντέλο Κυκλοφοριακού Φόρτου Εργασίας				
Εξαρτημένη Μεταβλητή: Ποσοστιαία Μεταβολή Κυκλοφοριακού Φόρτου (PDTF)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	-0.1508151	0.008536	-17.668	< 2e-16
Τρίτη ή Τετάρτη	-0.010825	0.003398	-3.185	0.001449
Θάνατοι	-0.0039122	0.000454	-8.626	< 2e-16
Μάιος	0.1939361	0.007779	24.932	< 2e-16
Ιούνιος	0.2936459	0.008601	34.142	< 2e-16
Ιούλιος	0.3070862	0.008601	35.702	< 2e-16
Σεπτέμβριος	0.2870405	0.008999	31.898	< 2e-16
Οκτώβριος	0.3020663	0.008934	33.811	< 2e-16
Νοέμβριος	0.4356522	0.021184	20.565	< 2e-16
Μέτρο Περιορισμού 2: Κλειστά σχολεία και εστίαση	-0.0310278	0.007377	-4.206	2.62E-05
Μέτρο περιορισμού 5: Υποχρεωτική εφαρμογή 50% τηλεργασίας	-0.0888301	0.023975	-3.705	0.000212
Μέτρο περιορισμού 6: Υποχρεωτική εφαρμογή 50% τηλεργασίας και κλειστή εστίαση	-0.1149092	0.014751	-7.79	7.25E-15
Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown.	-0.1826067	0.008375	-21.803	< 2e-16
Ώρα: 9-10	-0.0512586	0.005568	-9.206	< 2e-16
Ώρα: 10-11	-0.0454262	0.005567	-8.16	3.68E-16
Ώρα: 15-16	-0.054318	0.005568	-9.756	< 2e-16
Ώρα: 18-19	-0.0803096	0.005563	-14.435	< 2e-16
Ώρα: 19-20	-0.1014015	0.005567	-18.215	< 2e-16
Προάστια	-0.0439073	0.003468	-12.662	< 2e-16
Διόδεια	-0.135551	0.003352	-40.444	< 2e-16
Adj. R²	0.563			
R²	0.5637			
AIC	-7556			

Όπως παρατηρείται, σε σχέση με τη Δευτέρα οι Τρίτες ή/και οι Τετάρτες παρουσιάζουν μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου. Επίσης, η αύξηση των θανάτων μειώνει τη μεταβολή. Όσον αφορά τους μήνες, παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής σε σχέση με τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο από τον μήνα Μάιο και έπειτα, πράγμα λογικό καθώς από τον Μάιο είχε αρχίσει η άρση των περισσότερων περιορισμών. Και σε αυτό το μοντέλο ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η 43% αύξηση τον Νοέμβριο σε σχέση με τους μήνες του lockdown, πράγμα που υποδυναμίζει την χαλαρότητα με την οποία εφαρμόστηκε η καραντίνα τη δεύτερη φορά. Όσον αφορά τα μέτρα περιορισμού, όπως παρατηρείται όλα δείχνουν να μειώνουν το ποσοστό μεταβολής, με τη μεγαλύτερη μείωση να παρατηρείται στην εφαρμογή του lockdown πάνω από 18%. Όσον

αφορά τις ώρες αιχμής, παρατηρείται σε όλες μείωση με την μεγαλύτερη όμως να εμφανίζεται στην απογευματινή αιχμή (19:00-20:00) όπως και στο προηγούμενο μοντέλο εργασίας. Τέλος, όσον αφορά τον αυτοκινητόδρομο παρατηρείται σημαντική μείωση στη χρήση του (μεγαλύτερη του 13%), καθώς οι μετακινούμενοι επέλεξαν να μην το χρησιμοποιήσουν καθώς η κυκλοφορία στο υπόλοιπο δίκτυο ήταν μειωμένη λόγω των περιορισμών και δεν υπήρχε συμφόρηση.

4.8.3 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου ψυχαγωγίας

Το επόμενο μοντέλο που δημιουργήθηκε αποτελείται από διατομές που έχουν αποκλειστικά ως σκοπό μετακίνησης την ψυχαγωγία. Για την επιλογή των δεδομένων δημιουργήθηκαν εκ νέου υποσύνολα του αρχικού χρησιμοποιώντας διαφορετικές συνθήκες. Επομένως, για τη δημιουργία του πρώτου υποσυνόλου επιλέχθηκαν διατομές με τιμή στη μεταβλητή του σκοπού μετακίνησης 2. Στη συνέχεια με βάση αυτό το σύνολο δημιουργήθηκε νέο υποσύνολο, στο οποίο επιλέχθηκαν μόνο οι ημέρες με τιμή 5 και 6, δηλαδή Παρασκευή και Σάββατο. Με βάση αυτό σαν σύνολο θα δημιουργηθεί και το τελικό υποσύνολο, το οποίο θα περιέχει μόνο τις ώρες που χρησιμοποιήθηκαν και για τον σχεδιασμό των διαγραμμάτων, δηλαδή 21:00-24:00 Παρασκευή, 00:00-05:00 Σάββατο και 22:00-24:00 Σάββατο.

Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα κυκλοφοριακού φόρτου διασκέδασης.

Μοντέλο Κυκλοφοριακού Φόρτου Διασκέδασης				
Εξαρτημένη Μεταβλητή: Διαφορά Κυκλοφοριακού Φόρτου (Dflow)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	-222.6043	43.3619	-5.134	0.000000297
Διασωληνωμένοι Ασθενείς	-0.6722	0.1258	-5.344	9.58E-08
Σάββατο	-63.8569	18.8569	-3.386	0.000715
Διόδια	355.8602	14.0503	25.328	< 2e-16
Περιοχή εκτός κέντρου	-203.3767	33.9242	-5.995	2.2E-09
Προάστια	-181.4398	34.8171	-5.211	0.000000197
Μάιος	117.2941	25.4323	4.612	0.00000411
Ιούνιος	275.111	27.5191	9.997	< 2e-16
Ιούλιος	362.742	27.2321	13.32	< 2e-16
Σεπτέμβριος	278.8294	28.9218	9.641	< 2e-16
Οκτώβριος	229.4717	37.2026	6.168	7.55E-10
Νοέμβριος	378.5492	43.7087	8.661	< 2e-16
Ώρα: 4-5	88.7809	26.673	3.328	0.000881
Ώρα: 5-6	136.2298	26.6445	5.113	0.000000331
Ώρα: 21-22	-140.272	32.5316	-4.312	0.0000166
Ώρα: 22-23	-155.1137	23.0348	-6.734	1.87E-11
Ώρα: 23-24	-162.7967	23.0211	-7.072	1.78E-12
Ώρα: 24-1	-132.93	23.0259	-5.773	8.34E-09
Μέτρο περιορισμού 3: Κλειστά σχολεία, εστίαση, λιαν εμπόριο	-112.1632	25.5853	-4.384	0.0000119
Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown.	-414.5247	28.3524	-14.62	< 2e-16
Adj. R²	0.378			
R²	0.381			
AIC	63803			

Με βάση το συγκεκριμένο μοντέλο προέκυψε πως όσον αφορά τη διαφορά του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με την ώρα, διακρίνεται πως μόνο οι πρώτες πρωινές ώρες παρουσιάζουν μία σημαντική αύξηση, ενώ όλα τα υπόλοιπα χρονικά διαστήματα παρουσιάζουν μείωση. Όσον αφορά τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με την ημέρα και έχοντας ως βάση σύγκρισης την Παρασκευή παρατηρείται μείωση το Σάββατο. Επιπλέον, όσον αφορά τη μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τους μήνες και έχοντας ως βάση σύγκρισης τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο, διακρίνεται ότι από τον Μάιο μέχρι και τον Νοέμβριο υπάρχει αύξηση του, για καθώς τα περισσότερα

μέτρα περιορισμού που αφορούν την διασκέδαση είχαν αρθεί. Επιπλέον, τόσο οι περιοχές εκτός του κέντρου όσο και τα προάστια παρουσιάζουν σημαντική μείωση σε σχέση με τις

περιοχές του κέντρου της πόλης. Όσον αφορά τους διασωληνωμένους ασθενείς, γίνεται αντιληπτό ότι η αύξηση τους επιφέρει μείωση των μετακινήσεων με σκοπό τη διασκέδαση. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η αύξηση στην χρήση του αυτοκινητοδρόμου της ΑΟ, η οποία ενδεχομένως οφείλεται καθαρά και μόνο σε γεωγραφικούς λόγους, δηλαδή στο γεγονός ότι οι σκοποί μετακίνησης στις συγκεκριμένες διατομές, ως επί το πλείστον αφορούσαν σκοπούς διαφορετικούς από τη διασκέδαση. Τέλος, όπως παρατηρείται, το μέτρο περιορισμού που αφορά τη διακοπή λειτουργίας του λιανεμπορίου και της εστίασης μειώνει σημαντικά τις μετακινήσεις ψυχαγωγίας, καθώς επίσης ακόμα σημαντικότερη μείωση επιφέρει η εφαρμογή του ολικού lockdown.

4.8.4 Γενικό Μοντέλο Ταχύτητας

Στο πρώτο στάδιο της ανάλυσης, το γενικό, το μοντέλο έχει δημιουργηθεί με το 100% των δεδομένων της τελικής βάσης δεδομένων. Δηλαδή, τα δεδομένα θα αποτελούνται από διατομές που εξυπηρετούν όλους τους σκοπούς μετακίνησης (1,2 και 3). Με βάση τη μέση ταχύτητα κίνησης για αυτά τα δεδομένα θα δημιουργηθεί το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και θα εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με αυτή στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα γενικού μοντέλου μέσης ταχύτητας κίνησης.

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Διαφορά Μέσης Ταχύτητας Κίνησης (DSpeed)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
(Intercept)	0.81786	0.286315	2.857	0.004285
Τετάρτη	0.491804	0.107566	4.572	4.84E-06
Σάββατο	-0.436348	0.124636	-3.501	0.000464
Κυριακή	-3.440924	0.28466	-12.088	< 2e-16
Απρίλιος	0.690202	0.198711	3.473	0.000514
Μάιος	-0.952939	0.185147	-5.147	2.66E-07
Ιούνιος	-2.215994	0.242904	-9.123	< 2e-16
Ιούλιος	-2.992259	0.24062	-12.436	< 2e-16
Αύγουστος	-4.80721	0.424404	-11.327	< 2e-16
Σεπτέμβριος	-2.463285	0.25518	-9.653	< 2e-16
Οκτώβριος	-2.139058	0.258153	-8.286	< 2e-16
Νοέμβριος	-2.631351	0.300708	-8.751	< 2e-16
Θάνατοι	0.040015	0.005354	7.473	7.91E-14
Ώρα: 2-3	-0.634898	0.222912	-2.848	0.004398
Ώρα: 3-4	-1.275672	0.223126	-5.717	1.09E-08
Ώρα: 4-5	-2.058308	0.223402	-9.213	< 2e-16

Κεφάλαιο 4- Μεθοδολογία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων.

Ώρα: 5-6	-2.161189	0.223248	-9.681	< 2e-16
Ώρα: 6-7	-1.299551	0.22279	-5.833	5.47E-09
Ώρα: 9-10	3.292056	0.222973	14.764	< 2e-16
Ώρα: 10-11	6.837594	0.222851	30.682	< 2e-16
Ώρα: 11-12	4.194032	0.222912	18.815	< 2e-16
Ώρα: 12-13	2.58612	0.223065	11.594	< 2e-16
Ώρα: 13-14	2.017882	0.222882	9.054	< 2e-16
Ώρα: 14-15	1.667332	0.222519	7.493	6.82E-14
Ώρα: 15-16	1.855539	0.222912	8.324	< 2e-16
Ώρα: 16-17	2.161291	0.222821	9.7	< 2e-16
Ώρα: 17-18	3.513274	0.222791	15.769	< 2e-16
Ώρα: 18-19	4.475324	0.222368	20.126	< 2e-16
Ώρα: 19-20	6.157523	0.222731	27.646	< 2e-16
Ώρα: 20-21	6.390116	0.2227	28.694	< 2e-16
Ώρα: 21-22	4.535039	0.222579	20.375	< 2e-16
Ώρα: 22-23	2.574911	0.222549	11.57	< 2e-16
Ώρα: 23-24	1.873549	0.222519	8.42	< 2e-16
Ώρα: 9-10	0.790395	0.22264	3.55	0.000385
Διόδια	-2.77917	0.083749	-33.185	< 2e-16
Περιοχή εκτός κέντρου	1.500076	0.179365	8.363	< 2e-16
Προάστια	2.012624	0.18089	11.126	< 2e-16
Μέτρο Περιορισμού 2: Κλειστά σχολεία και εστίαση	1.247635	0.212512	5.871	4.36E-09
Μέτρο περιορισμού 3: Κλειστά σχολεία, εστίαση, λιανεμπόριο	2.805268	0.254639	11.017	< 2e-16
Μέτρο περιορισμού 5: Υποχρεωτική εφαρμογή 50% τηλεργασίας	2.906729	0.425294	6.835	8.29E-12
Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown.	2.877039	0.224703	12.804	< 2e-16
Adj. R²	0.1299			
R²	0.13			
AIC	492262			

Ξεκινώντας από τις ημέρες όπως παρατηρείται την Τετάρτη υπάρχει αύξηση της ταχύτητας κίνησης σε σχέση με Δευτέρα, ενώ τα Σαββατοκύριακα μείωση, πράγμα αναμενόμενο αφού τα Σαββατοκύριακα υπήρχε αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος σε σχέση με τις καθημερινές. Όσον αφορά τους μήνες παρατηρείται αύξηση σε σχέση με τον Μάρτιο τον μήνα Απρίλιο λόγω των μέτρων περιορισμού της κυκλοφορίας, ενώ τους υπόλοιπους μήνες παρατηρείται μείωση καθώς αίρονταν οι περιορισμοί. Επιπλέον, η αύξηση των θανάτων δείχνει να αυξάνει την ταχύτητα κίνησης. Όσον αφορά την μεταβολή της ταχύτητας μέσα

στην ώρα, έχοντας ως βάση την ώρα 0:00-1:00, παρατηρείται μείωση της ταχύτητας τις πρώτες πρωινές ώρες, ενώ από τις 0 μέχρι και τις 24:00 όπου και ο κόσμος κυκλοφορεί περισσότερο, παρατηρείται αύξηση της ταχύτητας, πράγμα αναμενόμενο καθώς υπήρξε

σημαντική μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου όπως προέκυψε από το αντίστοιχο μοντέλο. Επίσης, περιοχές εκτός του κέντρου καθώς και τα προάστια υποδεικνύεται αύξηση της ταχύτητας κίνησης σε σχέση με το κέντρο, πράγμα που συμβαδίζει με τα αποτελέσματα του κυκλοφοριακού φόρτου. Τέλος, όλα τα μέτρα περιορισμού μείωσαν την κυκλοφορία στην πόλη με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ταχύτητα κίνησης περίπου κατά 3χλμ/ώρα για τα μέτρα 3,4 και 7.

4.8.5 Μοντέλο ταχύτητας εργασίας

Για την επιλογή των δεδομένων του συγκεκριμένου μοντέλου, επιλέχθηκε υποσύνολο των δεδομένων, αντίστοιχο με αυτό για τον κυκλοφοροριακό φόρτο που αφορά την εργασία. Δηλαδή διατομές που αφορούν τον σκοπό μετακίνησης 1, ημέρες με τιμή 1,2,3 και 4, δηλαδή Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Πέμπτη, καθώς και ώρες κατά τις οποίες εμφανίζονται οι αιχμές του κυκλοφοριακού φόρτου τις καθημερινές ημέρες δηλαδή οι 11:00, και 20:00.

Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα μοντέλου ταχύτητας κίνησης εργασίας.

Μοντέλο Ταχύτητας Εργασίας				
Εξαρτημένη Μεταβλητή: Διαφορά Μέσης Ταχύτητας (Dspeed)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	0.80679	0.41083	1.964	0.04958
Πέμπτη	-0.86814	0.28204	-3.078	0.00209
Προάστια	0.5371	0.24103	2.228	0.02588
Ποσοστό Θετικότητας των Τεστ	-0.12645	0.05097	-2.481	0.01312
Ιούνιος	-2.56223	0.43439	-5.898	3.78E-09
Ιούλιος	-3.91244	0.39308	-9.953	< 2e-16
Σεπτέμβριος	-0.95742	0.39206	-2.442	0.01462
Νοέμβριος	2.95635	0.48616	6.081	1.23E-09
Διόδια	-1.27295	0.23248	-5.476	4.46E-08
Τετάρτη	0.67458	0.27625	2.442	0.01463
Μέτρο Περιορισμού 2: Κλειστά σχολεία και εστίαση	3.40311	0.44319	7.679	1.74E-14
Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown.	8.10967	0.36929	21.96	< 2e-16
Ώρα: 9-10	3.8993	0.38679	10.081	< 2e-16
Ώρα: 10-11	8.99779	0.38674	23.266	< 2e-16
Ώρα: 15-16	0.91922	0.38684	2.376	0.01751
Ώρα: 18-19	4.13639	0.38653	10.701	< 2e-16
Ώρα: 19-20	6.51411	0.38679	16.841	< 2e-16
Adj. R²	0.29			
R²	0.30			
AIC	85335			

Όσον αφορά στη μεταβολή της ταχύτητας κίνησης στην ώρα διακρίνεται αύξηση, γεγονός λογικό, αφού τις ώρες αιχμής παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου. Η σημαντικότερη αύξηση παρατηρείται στην πρωινή αιχμή με περαιτέρω αύξηση περίπου 9χλμ/ώρα.

Όσον αφορά στη μεταβολή της ταχύτητας συγκριτικά με τις ημέρες και έχοντας ως βάση σύγκρισης τη Δευτέρα, διακρίνεται μικρή αύξηση της ταχύτητας την Τετάρτη ενώ μείωση παρατηρείται την Πέμπτη. Όσον αφορά στη μεταβολή της ταχύτητας κίνησης συγκριτικά με τους μήνες και έχοντας ως βάση σύγκρισης τον μήνα Μάρτιο παρατηρείται μείωση της όλους τους μήνες εκτός από τον Νοέμβριο, τον οποίο υπάρχει μικρή αύξηση λόγω του λοκνταουν που εποβλήθηκε από την 2^η εβδομάδα και έπειτα και περιόρισε τις δραστηριότητες των μετακινούμενων. Τα μέτρα που έδειξαν να επηρεάζουν περισσότερο

την ταχύτητα είναι το κλείσιμο το σχολείων και την εστίασης με περαιτέρω αύξηση 3.4 χλμ/ώρα, ενώ τη σημαντικότερη αύξηση την επιφέρει το lockdown το οποίο λόγω της μείωσης του φόρτου φαίνεται να αυξάνει την ταχύτητα κατά περίπου 8 χλμ/ώρα.

4.8.6 Μοντέλο ταχύτητας διασκέδασης

Όπως και για το μοντέλο που αφορά την ταχύτητα για τις μετακινήσεις με σκοπό την εργασία, πραγματοποιήθηκε υποσύνολο των δεδομένων, αντίστοιχο με αυτό για τον κυκλοφοροριακό φόρτο που αφορά την διασκέδαση. Δηλαδή για διατομές που αφορούν τον σκοπό μετακίνησης 2, ημέρες με τιμή 5 και 6, δηλαδή Παρασκευή και Σάββατο, καθώς και ώρες κατά τις οποίες πραγματοποιούνται κυρίως οι μετακινήσεις με σκοπό την ψυχαγωγία, δηλαδή 21:00-24:00 Παρασκευή, 00:00-05:00 Σάββατο και 22:00-24:00 Σάββατο.

Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα μοντέλου μέσης ταχύτητας κίνησης διασκέδασης.

Μοντέλο Ταχύτητας Διασκέδασης				
Εξαρτημένη Μεταβλητή: Διαφορά Ταχύτητας Κίνησης (Dspeed)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
(Intercept)	5.3765	0.56609	9.498	< 2e-16
Σάββατο	-1.39533	0.36695	-3.802	0.000145
Μάιος	-1.67907	0.53889	-3.116	0.001847
Ιούνιος	-2.49224	0.58498	-4.26	2.08E-05
Ιούλιος	-3.25061	0.57876	-5.617	2.07E-08
Σεπτέμβριος	-4.87164	0.59571	-8.178	3.78E-16
Οκτώβριος	-3.2105	0.70418	-4.559	5.28E-06
Νοέμβριος	-6.61418	0.78984	-8.374	< 2e-16
Διασωληνωμένοι Ασθενείς	0.03495	0.01104	3.165	0.001563
Μέτρο περιορισμού 3: Κλειστά σχολεία, εστίαση, λιανεμπόριο	1.22887	0.54037	2.274	0.023007
Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown.	3.70195	0.56167	6.591	4.9E-11
Πρόαστια	3.21055	0.31186	10.295	< 2e-16
Ώρα: 4-5	-1.17197	0.54102	-2.166	0.030351
Ώρα: 5-6	-1.35944	0.54039	-2.516	0.011918
Ώρα: 21-22	2.64377	0.60756	4.351	1.38E-05
Ώρα: 22-23	1.93656	0.42234	4.585	4.66E-06
Ώρα: 23-24	1.48587	0.42207	3.52	0.000435
Διόδια	-4.77013	0.2925	-16.308	< 2e-16
Adj. R²	0.174			
R²	0.178			
AIC	30983			

Όσον αφορά τη μεταβολή της ταχύτητας κίνησης στην ώρα, παρατηρείται μία μικρή μείωση τις πρώτες πρωινές ώρες, ενώ το διάστημα 21:00-24:00 διακρίνεται αύξηση με την μεγαλύτερη να είναι στο χρονικό διάστημα 21:00-22:00. Το αποτέλεσμα είναι λογικό καθώς εκείνες τις ώρες, οι οποίες αντιπροσωπεύουν κατά κύριο λόγο τις μετακινήσεις ψυχαγωγίας τόσο την Παρασκευή όσο και το Σάββατο βράδυ, παρατηρείται μεγάλη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου λόγω των μέτρων περιορισμού. Όσον αφορά στη μεταβολή της ταχύτητας κίνησης συγκριτικά με τις ημέρες και έχοντας ως βάση σύγκρισης την Παρασκευή εντοπίζεται μία μικρή μείωση το Σάββατο στην ταχύτητα κίνησης. Συγκριτικά με τους μήνες και έχοντας ως βάση τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο, διακρίνεται μία μείωση της ταχύτητας κίνησης όλους τους υπόλοιπους μήνες, γεγονός αναμενόμενο, αφού οι μήνες αυτοί συνοδεύονται με αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Τα μέτρα περιορισμού της κυκλοφορίας επέφεραν όπως είναι αναμενόμενο αύξηση της ταχύτητας κίνησης, με την μεγαλύτερη να εμφανίζεται όταν είναι σε ισχύ το καθολικό lockdown

(αύξηση 3.7 χλμ/ώρα). Επίσης, όπως παρατηρείται η ταχύτητα αυξάνεται στα προάστια σε σχέση με το κέντρο της πόλης. Τέλος, παρατηρείται μείωση της ταχύτητας στην περιοχή του αυτοκινητόδρομου, πράγμα λογικό αφού όπως προέκυψε από το αντίστοιχο μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρείται σχετική αύξηση των μετακινήσεων ψυχαγωγίας.

4.8.7 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου διακοπών

Όσον αφορά τις μετακινήσεις με σκοπό τις διακοπές, αυτές χωρίστηκαν σε μετακινήσεις που αφορούν τις εξόδους από την Αθήνα, καθώς και τις εισόδους. Συνεπώς αρχικά, πρώτο βήμα ήταν από το σύνολο των διατομών που αφορούν τις διακοπές (σκοπός μετακίνησης 3), να επιλεγούν οι διατομές που αφορούν τον αντίστοιχο σκοπό (είσοδο ή έξοδο) η κάθε μια. Έπειτα, για τις μετακινήσεις που αφορούν τις εξόδους από την Αθήνα πραγματοποιήθηκε φιλτράρισμα ώστε να επιλεγούν οι ώρες από τις 15:00 και μετά, καθώς από την ώρα εκείνη, με την λήξη της εργασία τους οι εργαζόμενοι ξεκινούν να αναχωρούν από την πόλη, ενώ οι πρωινές μετακινήσεις ενδέχεται να εμπεριέχουν και μετακινήσεις που αφορούν την εργασία, για αυτό δεν επιλέχθηκαν. Τέλος, για τις μετακινήσεις που αφορούν την είσοδο στην Αθήνα, δηλαδή την επιστροφή από τις διακοπές, με αντίστοιχο φιλτράρισμα επιλέχθηκαν οι ώρες από τις 10:00 και μετά, καθώς οι ημέρες που επιλέχθηκαν για την επιστροφή των Αθηναίων στην πόλη, αφορούν ημέρες αργιών όπως π.χ η Κυριακή, κατά τις οποίες δεν υπάρχουν μετακινήσεις με σκοπό την εργασία τις πρωινές ώρες.

4.8.7.1 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου επιστροφής

Αρχικά, στους 2 πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των 2 μοντέλων του κυκλοφοριακού φόρτου, που δημιουργήθηκαν για τις μετακινήσεις που αφορούν την επιστροφή από τις διακοπές. Στον πρώτο πίνακα εξαρτημένη μεταβλητή είναι η διαφορά του κυκλοφοριακού φόρτου, ενώ στον δεύτερο η ποσοστιαία μεταβολή του.

Πίνακας 4. 105: Αποτελέσματα πρώτου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου επιστροφής από διακοπές.

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Διαφορά Κυκλοφοριακού Φόρτου (Dflow)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	261.909	58.841	4.451	9.09E-06
Θάνατοι	-23.578	3.268	-7.214	8.11E-13
Ιούνιος	333.332	64.626	5.158	2.79E-07
Ιούλιος	443.761	50.208	8.838	< 2e-16
Νοέμβριος	1327.065	200.195	6.629	4.52E-11
Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown.	-1113.839	70.971	-15.694	< 2e-16
Διόδια	385.213	47.824	8.055	1.48E-15
Προάστια	-798.897	54.173	-14.747	< 2e-16
Adj. R²	0.4186			
R²	0.4189			
AIC	27940			

Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα δεύτερου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου επιστροφής από διακοπές.

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Ποσοστιαία Μεταβολή Κυκλοφοριακού Φόρτου (PDTF)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	0.216789	0.018796	11.534	< 2e-16
Θάνατοι	-0.00979	0.001043	-9.386	< 2e-16
Ιούνιος	0.064153	0.020643	3.108	0.00192
Ιούλιος	0.107389	0.01604	6.695	2.91E-11
Νοέμβριος	0.512251	0.063853	8.022	1.9E-15
Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown.	-0.476607	0.022637	-21.054	< 2e-16
Προάστια	-0.336321	0.016799	-20.02	< 2e-16
Adj. R²	0.53			
R²	0.532			
AIC	218			

Αρχικά, όπως παρατηρείται και στα 2 μοντέλα, οι θάνατοι επιφέρουν μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου. Επιπλέον, σε σχέση με τον Μάιο, στους υπόλοιπους μήνες παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου πράγμα το οποίο είναι λογικό και οφείλεται στο ότι τον Μάιο η χώρα τελούσε υπό αυστηρούς περιορισμούς (lockdown). Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται τον μήνα Νοέμβριο, η οποία μπορεί να εξηγηθεί

ενδεχομένως καθώς πολλοί αποφάσισαν να επιστρέψουν από τις διακοπές τους ή να επιστρέψουν στην οικεία περιφερειακή ενότητα όπως προέβλεπε η σχετική οδηγία πριν το επερχόμενο lockdown. Επίσης, και στις 2 περιπτώσεις η εφαρμογή της καραντίνας (απαγόρευση εξόδου από την Αθήνα) επέφερε την πιο σημαντική μείωση στην επιστροφή των διακοπών, καθώς η είσοδος επιτρεπόταν μόνο στους επαγγελματίες ή σε αυτούς που έχουν σχετική άδεια. Στα προάστια παρατηρείται μειωμένη κυκλοφορία και στα 2 μοντέλα. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι σε κανένα από τα 2 προαναφθέντα μοντέλα, καμία ώρα της ημέρας δεν ήταν στατιστικά σημαντική, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η ώρα δεν επηρεάζει την μεταβολή της κυκλοφορίας, αλλά εξαρτάται από τους παράγοντες που προαναφέρθηκαν.

4.8.7.2 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου αναχώρησης

Όπως και στην περίπτωση επιστροφής από τις διακοπές, έτσι και για την αναχώρηση δημιουργήθηκαν 2 μοντέλα κυκλοφοριακού φόρτου, ένα με εξαρτημένη μεταβλητή την διαφορά του κυκλοφοριακού φόρτου και ένα με την ποσοστιαία μεταβολή του:

Πίνακας 4.12: Αποτελέσματα πρώτου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου αναχώρησης για διακοπές.

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Διαφορά Κυκλοφοριακού Φόρτου (Dflow)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	-1153.915	71.055	-16.24	2E-16
Διόδια	-115.063	42.055	-2.736	0.00642
Ιούνιος	1175.11	81.821	14.362	2E-16
Ιούλιος	1457.473	82	17.774	2E-16
Αύγουστος	2375.905	347.056	6.846	2.06E-11
Νοέμβριος	9807.345	4483.11	2.188	0.02912
Κρούσματα	-2.996	1.487	-2.014	0.04447
Adj. R²	0.575			
R²	0.58			
AIC	8371			

Πίνακας 4.13: Αποτελέσματα δεύτερου μοντέλου κυκλοφοριακού φόρτου αναχώρησης για διακοπές.

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Ποσοστιαία Μεταβολή Κυκλοφοριακού Φόρτου (PDTF)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	-0.40627	0.07477	-5.433	8.95E-08
Διόδια	-0.11849	0.02853	-4.153	3.91E-05
Ιούλιος	0.64095	0.05137	12.478	2E-16
Αύγουστος	0.98419	0.05083	19.363	2E-16
Νοέμβριος	1.23942	0.42768	2.898	0.00393
Ποσοστό θετικότητας των τεστ	-0.09653	0.04029	-2.396	0.01697
Adj. R²	0.568			
R²	0.573			
AIC	230			

Αρχικά, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όπως και στην μετακινήσεις που αφορούν την είσοδο των πολιτών, σε κανένα από τα 2 μοντέλα, η ώρα της ημέρας δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Δηλαδή, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου δεν εξαρτιόταν από την ώρα

της ημέρας. Επιπλέον, όπως παρατηρείται στις ανεξάρτητες μεταβλητές δεν υπάρχει η επιβολή της καραντίνας- απαγόρευση εκτός νομού, καθώς τα αποτελέσματα των υπόλοιπων μεταβλητών του μοντέλου δεν ήταν λογικά και δεν αντιπροσώπευαν την πραγματικότητα, (π.χ το μοντέλο έδειχνε μείωση τους καλοκαιρινούς μήνες σε σχέση με τον Απρίλιο του 2020, όπου υπήρχε υποχρεωτική καραντίνα), οπότε και αποφασίστηκε να παραληφθεί.

Όσον αφορά τους μήνες παρατηρείται σημαντική αύξηση τους καλοκαιρινούς μήνες σε σχέση με τον Απρίλιο, πράγμα λογικό καθώς εκείνη την περίοδο είχαν αρθεί όλοι οι περιορισμοί στην κυκλοφορία των πολιτών και είναι μήνες στους οποίους πραγματοποιείται κατ'εξοχήν οι έξοδος από την πόλη των Αθηνών για τις καλοκαιρινές διακοπές. Παρόλαυτα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο μήνας Νοέμβριος καθώς παρατηρείται ακόμη μεγαλύτερη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, η οποία εξηγείται ενδεχομένως από ότι λόγω του ενόψει του επερχόμενου lockdown ο κόσμος αποφάσισε να

μετακινηθεί προς την επαρχία και τα εξοχικά του για να περάσει την καραντίνα. Επιπλέον, παρουσιάζεται μείωση στη χρήση της Αττικής Οδού, απόρροια ενδεχομένως της μειωμένης κυκλοφορίας στο υπόλοιπο δίκτυο. Τέλος, η αύξηση των κρουσμάτων ή η αύξηση του ποσοστού θετικότητας των τεστ αντίστοιχα, δείχνουν μείωση των μετακινήσεων για διακοπές.

4.8.7.3 Μοντέλο ταχύτητας αναχώρησης

Το τελευταίο μοντέλο που δημιουργήθηκε αφορά τη μέση ταχύτητα κίνησης για τις μετακινήσεις των διακοπών που αφορούν στην έξοδο των πολιτών. Τα αποτελέσματα του μοντέλου δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 4. 146: Αποτελέσματα μοντέλου μέσης ταχύτητας κίνησης αναχώρησης για διακοπές.

Εξαρτημένη Μεταβλητή: Ποσοστιαία Μεταβολή Μέσης Ταχύτητας (PDMS)				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Std. Error	t- value	Pr(> t)
Σταθερός Όρος	2.0206	0.4975	4.061	5.86E-05
Διόδια	-0.3287	0.1723	-1.908	0.05709
Ιούλιος	-0.6479	0.3392	-1.91	0.05683
Αύγουστος	-0.7998	0.3081	-2.596	0.00978
Νοέμβριος	7.7951	2.6789	2.91	0.00382
Ποσοστό θετικότητας των τεστ	-0.7678	0.2568	-2.991	0.00295
Adj. R²	0.167			
R²	0.178			
AIC	1588			

Όπως, παρατηρείται υπάρχει μείωση της ταχύτητας τους καλοκαιρινούς μήνες, αποτέλεσμα της αύξησης του κυκλοφοριακού φόρτου, ενώ τα διόδια και η αύξηση του ποσοστού θετικότητας επιφέρει μικρή μείωση της ταχύτητας.

5. Συμπεράσματα

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο συνοψίζονται τα βασικά συμπεράσματα της διερεύνησης με σκοπό να συνδεθούν όλα μεταξύ ώστε να παρουσιάζουν μία δομή με συνέχεια.

Αρχικά, πράγματι προέκυψε μεγάλη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου, η οποία συνοδεύτηκε με αύξηση της μέσης ταχύτητας τους εξεταζόμενους μήνες (από Μάρτιο μέχρι και Νοέμβριο 2020) σε σχέση με τους αντίστοιχους του 2019. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε τον Απρίλιο και τον Μάιο του 2020, τους μήνες δηλαδή που βρίσκονταν σε ισχύ τα αυστηρότερα περιοριστικά μέτρα, ενώ από εκεί και έπειτα, ενώ παρατηρείται αύξηση των κρουσμάτων και των θανάτων η κυκλοφορία δεν έδειχνε να περιορίζεται, αλλά αντίθετα να αυξάνεται. Η μείωση ήταν ιδιαίτερα εμφανής στις μετακινήσεις ψυχαγωγίας και διακοπών και λιγότερο στην εργασία, για τον λόγο ότι ακόμη και με την επιβολή του υποχρεωτικού περιορισμού (lockdown) ένα σημαντικό ποσοστό των εργαζομένων συνέχιζε να πραγματοποιεί μετακινήσεις με σκοπό την εργασία του.

Ακόμη, η επιβολή του lockdown αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα της μεταβολής της κινητικότητας, καθώς εμφανίζεται σχεδόν σε όλα τα μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης ως μία πολύ στατιστικά σημαντική μεταβλητή. Ιδιαίτερα παρατηρείται ότι κατά την πρώτη φάση της πανδημίας, το πρωτόγνωρο της κατάστασης συνετέλεσε σε σημαντικό βαθμό στην απόλυτη πειθάρχηση των πολιτών στο μέτρο, γεγονός που αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα στην τεράστια πτώση της κινητικότητας. Παρόλαυτα, παρατηρήθηκε ότι η μείωση της κινητικότητας στην Αθήνα είναι μικρότερη κατά την διάρκεια της δεύτερης επιβολής του lockdown και των περιοριστικών μέτρων (2ο κύμα πανδημίας). Οι πολίτες δείχνουν να έχουν συνηθίσει τις νέες συνθήκες και έχουν προσαρμοστεί σε αυτές. Αυτό, σε συνδυασμό με την κόπωση που επήλθε από τα συνεχόμενα και μεγάλης διάρκειας περιοριστικά μέτρα, είχε ως αποτέλεσμα τη χαλάρωση της πειθαρχίας των πολιτών στα μέτρα, με συνέπεια τον μη περιορισμό της κινητικότητας στον προσδοκώμενο βαθμό.

Όσον αφορά τους δείκτες της πανδημίας (κρούσματα, διασωληνωμένοι ασθενείς, θάνατοι και ποσοστό θετικότητας), παρατηρήθηκε ότι πιο αντιπροσωπευτικό παράγοντα αποτέλεσε ο βαθμός θετικότητας των τέστ. Παρόλο που δεν εμφανίζεται σε όλα τα μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης παρατηρήθηκε ότι μπορεί και περιγράφει καλύτερα τα μοντέλα, καθώς αύξανε σε μεγάλο βαθμό το προσαρμοσμένο R^2 σε σχέση με τους υπόλοιπους δείκτες. Ο δείκτης αυτός έδειχνε να συσχετίζεται με την κινητικότητα καθώς η αύξηση τού έδειχνε να περιορίζει την κυκλοφορία, υποδεικνύοντας ότι αποτελεί αντιπροσωπευτικό δείκτη για την πορεία της πανδημίας.

Επιπλέον, όπως παρατηρήθηκε κυρίως από το γενικό μοντέλο του κυκλοφοριακού φόρτου, καθώς και από εκείνα της εργασίας και των διακοπών παρατηρείται σημαντική μείωση της χρήσης του Αυτοκινητόδρομου της Αττικής Οδού. Η χρήση της Αττικής Οδού σε σημαντικό βαθμό συσχετίζεται με την παράκαμψη οδικών τμημάτων του συγκοινωνιακού δικτύου της πόλης τα οποία λειτουργούν σε συνθήκες συμφόρησης. Με την κυκλοφορία όμως μειωμένη αισθητά λόγω των μέτρων περιορισμού, οι μετακινούμενοι έδειξαν να προτιμούν να χρησιμοποιήσουν το υπόλοιπο οδικό δίκτυο το οποίο ήταν αποσυμφορημένο. Ένας ακόμη παράγοντας που ενδεχομένως επιρρέασε την μείωση της χρήσης της Αττικής Οδού, ήταν η οικονομική αβεβαιότητα που έφερε η πανδημία, με αποτέλεσμα οι μετακινούμενοι να μην αισθάνονται ιδιαίτερα πρόθυμοι να πληρώσουν το κόστος των διοδίων που απαιτείται και να επιλέγουν εναλλακτικές διαδρομές. Στην περίπτωση της ψυχαγωγίας παρουσιάζεται αύξηση της χρήσης του αυτοκινητοδρόμου, η οποία όμως οφείλεται καθαρά σε γεωγραφικούς λόγους.

Όσον αφορά την κεντρικότητα μιας αρτηρίας, τα μοντέλα έδειξαν ότι αρτηρίες που βρίσκονται πλησίον του κέντρου και στα προάστια παρουσίασαν μεγαλύτερη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου, σε σχέση με αρτηρίες στο κέντρο της πόλης. Αντίστοιχα, συμπεράσματα εξάγονται και για την ταχύτητα, δηλαδή η ταχύτητα αυξανόταν όσο απομακρυνόταν κάποιος από το κέντρο.

Τέλος, όσον αφορά την ώρα της ημέρας, παρατηρείται μεγαλύτερη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου (και αύξηση της αντίστοιχης μέσης ταχύτητας κίνησης) τις ώρες που ο κόσμος μετακινείται περισσότερο. Πιο συγκεκριμένα, για τις μετακινήσεις με σκοπό την εργασία, παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου τις καθημερινές ημέρες στις 9:00 και 10:00 το πρωί (πρωινή αιχμή), ενώ ακόμη μεγαλύτερη μείωση παρατηρείται κατά την απογευματινή αιχμή στις 19:00 το απόγευμα. Αντίστοιχο φαινόμενο παρατηρείται και για τις μετακινήσεις της ψυχαγωγίας, δηλαδή σημαντική μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου τις Παρασκευές και τα Σάββατα από τις 21:00 μέχρι και τις 24:00 το βράδυ. Όσον αφορά τις μετακινήσεις των διακοπών, σε κανένα μοντέλο η ώρα της ημέρας δεν ήταν στατιστικά σημαντική, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η μεταβολή είτε του κυκλοφοριακού φόρτου είτε της ταχύτητας δεν επιρρεάζεται από την ώρα της ημέρας.

6. Προτάσεις περαιτέρω έρευνας

Στη συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιαστούν προτάσεις για την περαιτέρω έρευνα του θέματος το οποίο εξετάζεται στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Αρχικά, θα μπορούσαν να εξεταστούν εκτός από τον κυκλοφοριακό φόρτο και τη μέση ταχύτητα κίνησης, και άλλα κυκλοφοριακά μεγέθη όπως για παράδειγμα η κατάληψη και ο βαθμός κορεσμού, σε σχέση με πριν την εμφάνιση της πανδημίας.

Επιπλέον, θα μπορούσε να γίνει προσπάθεια για τον προσδιορισμό επιπλέον παραγόντων (ανεξάρτητων μεταβλητών), όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία, η ύπαρξη σηματοδότησης, ο ρυθμός εμβολιασμού των πολιτών κατά της νόσου κ.α οι οποίοι δύναται να επιρεάζουν τα κυκλοφοριακά μεγέθη, ώστε τα μοντέλα παλινδρόμησης να μπορέσουν να εμπλουτιστούν. Επίσης, σε αυτή την εργασία εξετάστηκαν οδικές αρτηρίες της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών. Σε παρόμοια διερεύνηση θα μπορούσε να εξεταστεί τόσο το οδικό δίκτυο των Αθηνών όσο και κάποιας άλλης πόλης της Ελλάδας, όπως η Θεσσαλονίκη, και να υπάρξει σύγκριση των αποτελεσμάτων λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του συγκοινωνιακού δικτύου των δύο πόλεων. Ακόμη, σε παρόμοια διερεύνηση θα μπορούσε να εξεταστεί η επίπτωση της πανδημίας και σε άλλα τμήματα του συγκοινωνιακού δικτύου όπως είναι τα Μέσα Μεταφοράς, οι αερομεταφορές κ.α.

Τέλος, το πιο ενδιαφέρον κομμάτι είναι ότι θα μπορούσαν να δημιουργηθούν μοντέλα πρόγνωσης της κυκλοφορίας (traffic forecast), ή και να πραγματοποιηθεί ανάλυση χρονοσειρών με βάση την οποία να γίνεται πρόβλεψη του κυκλοφοριακού φόρτου ή και άλλων μεγεθών, ώστε σε επόμενα επιδημικά κύμματα ή σε κάποια ενδεχόμενη μελλοντική πανδημία να χρησιμοποιηθούν σαν εργαλείο.

7. Αναφορές

1. Αντωνίου, Κ., & Σπυροπούλου, Ι. (2015). Αρχές Κυκλοφοριακής Τεχνικής και Προσομοίωσης. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
2. Μποζίκας Ν., (2015). Διερεύνηση επίδρασης απεργιών των μέσων μαζικής μεταφοράς στην κυκλοφορία, Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ.
3. Κόκκαλης Χ., (2019). Διερεύνηση των επιπτώσεων της οικονομικής κρίσης στην κυκλοφορία, Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ .
4. Φραντζεσκάκης, Ι., Γκόλιας, Ι., & Πιτσιάβα-Λατινοπούλου , Μ. (2009). Κυκλοφοριακή Τεχνική. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
5. Worldometers.info. 2021. COVID Live Update- Worldometer.
6. Aodos.gr. 2021. Το έργο.
7. Covid19.gov.gr. 2021. Προληπτικά Μέτρα | Covid19.Gov.Gr.
8. W. Weijmars, 2007. Analysis of urban traffic patterns using clustering, Diploma Thesis.
9. Ericsson, E., 2000. Variability in urban driving patterns. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 5(5), pp.337-354.
10. Noussan, Carioni, Sanvito and Colombo, 2019. Urban Mobility Demand Profiles: Time Series for Cars and Bike-Sharing Use as a Resource for Transport and Energy Modeling. Data, 4(3), p.108.
11. SAGE Journals. 2021. Temporal and Spatial Variations of Real-Time Traffic Data in Urban Areas - A. Stathopoulos, M. Karlaftis, 2001.
12. Fhwa.dot.gov. 2021. Office of Highway Policy Information - Policy | Federal Highway Administration.
13. Taylor, A. M. P., Young, W. and Bonsall, P. W. (1996). Understanding Traffic Systems: Data, Analysis and Presentation, Avebury Technical, UK.
14. US DOT (2001). Traffic Monitoring Guide, Technical report, Federal Highway Administration, Washington, USA.