



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

DiplomaThesis

**«The impact of the pandemic SARS-CoV-2 on traffic flow:
The case of Athens»**

Georgia kornelatou

Supervisor: Spyropoulou Ioanna, Associate Professor NTUA

**LABORATORY OF TRANSPORTATION
ENGINEERING**



Athens, October 2023

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Ιωάννα Σπυροπούλου για την καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας για τα δεδομένα που μου παρείχε. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για τη στήριξη τους κατά τη φοίτηση μου βοηθώντας με να επιτύχω όλους μου τους στόχους.

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.

Κορνελάτου Γεωργία

Υπογραφή Φοιτήτριας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της πανδημίας στην κυκλοφορία στο λεκανοπέδιο Αττικής. Αναλυτικότερα, για τον σκοπό αυτό συλλέχθηκαν κυκλοφοριακά δεδομένα από 62 ανιχνευτές που ήταν εγκατεστημένοι σε κύριες οδικές αρτηρίες καλύπτοντας όλη την έκταση της περιοχής μελέτης. Οι μετρήσεις για κάθε διατομή αφορούν ωριαίο κυκλοφοριακό φόρτο, ωριαία μέση ταχύτητα και ωριαία χρονική κατάληψη. Ως περίοδος μελέτης ορίστηκαν οι μήνες από Μάρτιο έως Νοέμβριο για τα έτη 2019, 2020 και 2022. Έπειτα από τη συλλογή των δεδομένων, ακολούθησε η επεξεργασία τους, ώστε να καταλήξουν σε μια τελική βάση δεδομένων κατάλληλη για τη στατιστική ανάλυση. Το πρώτο στάδιο της ανάλυσης των δεδομένων ήταν η δημιουργία διαγραμμάτων ελέγχου προκειμένου να εξασφαλιστούν η ποιότητα και η αξιοπιστία των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν διαγράμματα ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου και μέσης ωριαίας ταχύτητας για όλα τα έτη διερεύνησης για τη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας και τη Λεωφόρο Κηφισίας. Για κάθε μήνα μελέτης επιλέχθηκε μια καθημερινή ημέρα και μια ημέρα του Σαββατοκύριακου. Έπειτα, ορίστηκαν οι εξαρτημένες και οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν πίνακες συσχέτισης των ανεξάρτητων μεταβλητών για τα έτη 2019, 2020 και 2022. Το δεύτερο στάδιο της ανάλυσης περιλάμβανε τη δημιουργία μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης στο λογισμικό R. Πιο συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν τρία μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή τον κυκλοφοριακό φόρτο (ανά λωρίδα) για τα έτη 2019, 2020 και 2022. Έπειτα δημιουργήθηκαν άλλα δύο μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου (ανά λωρίδα) για τα έτη 2019 – 2020 και 2019 – 2022. Κάποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν η ώρα, η ημέρα, ο μήνας, τα μέτρα περιορισμού κατά της πανδημίας κ.ά. Τα αποτελέσματα των μοντέλων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης φανερώνουν τη συσχέτιση του κυκλοφοριακού φόρτου με τις ανεξάρτητες μεταβλητές που ορίστηκαν. Παρατηρήθηκε λοιπόν, πως όσο πιο αυστηρά είναι τα μέτρα περιορισμού κατά της πανδημίας, τόσο μειωμένος παρουσιάζεται ο κυκλοφοριακός φόρτος για το 2020 με τη δυσμενέστερη περίπτωση αυτή του καθολικού lockdown. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει πως οι μετακινούμενοι τήρησαν τα μέτρα περιορισμού για κάποιο χρονικό διάστημα. Σημαντική παρατήρηση ήταν επίσης η αύξηση της ποσοστιαίας διαφοράς του κυκλοφοριακού φόρτου, μεταξύ 2019 – 2022, σε σχέση με τη Δευτέρα και ειδικότερα για το Σαββατοκύριακο. Η παρατήρηση αυτή ίσως οφείλεται στην επιθυμία των μετακινούμενων να διασκεδάζουν περισσότερο συγκριτικά με το έτος 2019, το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς ο πληθυσμός είχε βιώσει δύο έτη περιορισμών με σημαντική μείωση της διασκέδασης του. Τέλος, το 2020 παρατηρήθηκε μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με το 2019, ενώ το 2022 παρουσίασε αύξηση συγκριτικά με το 2019, υποδεικνύοντας πως ίσως η κινητικότητα επανήλθε σε μια μορφή κανονικότητας.

Λέξεις κλειδιά: κυκλοφοριακός φόρτος, μέτρα περιορισμού, πανδημία, γραμμική παλινδρόμηση, lockdown, κρούσματα

ABSTRACT

The aim of this thesis is to investigate the impact of the pandemic on traffic in Athens, Greece. Specifically, for this purpose, traffic data were collected from 62 detectors that were installed on main roads covering the entire extent of the study area. The hourly measurements for each cross section involved traffic flow, mean speed and occupancy data. The study period was from March until November for 2019, 2020 and 2022. Following data collection, data processing took place resulting in the final database suitable for statistical analysis. The first stage of data analysis was the design of control charts in order to ensure the quality and reliability of the data. In more detail, traffic flow and mean speed charts (per hour) were designed for all of the investigated years for Vasilissis Sofias Avenue and Kifissias Avenue. A weekday and a weekend day were selected for each month. After the design of flow charts, the dependent and independent variables were defined and then correlation tables of the independent variables were created for the years 2019, 2020, and 2022. The second stage of the analysis involved the creation of linear regression models utilizing R software. More specifically, three multiple linear regression models were created with traffic flow (per lane) as the dependent variable for 2019, 2020 and 2022. Then two more linear regression models were created with dependent variable the percentage change in traffic flow (per lane). for the years 2019 – 2020 and 2019 – 2022. Some of the independent variables were time, day, month, covid restrictions, etc. The results of multiple linear regression models revealed a correlation of traffic flow with the independent variables. It was therefore observed that the stricter the preventive measures against the pandemic were, the lower the traffic flow was for 2020 with the worst case scenario being that of the lockdown. This fact indicates that the commuters complied with the preventive measures for some time. An important observation was also the increase in the percentage change of traffic flow, between 2019 – 2022, in comparison with Monday and especially for the weekend. This observation may be due to the desire of commuters to engage more in recreational activities compared to 2019, which can be justified as the population had experienced two years of restrictions with a significant decrease in such activities. Finally, in 2020 a decrease was observed in traffic flow compared to 2019, while 2022 showed an increase compared to 2019, indicating that perhaps the mobility has returned to a form of normality.

Keywords: traffic flow, preventive measures, pandemic, linear regression analysis, lockdown, covid cases

Πίνακας Περιεχομένων

| | |
|---|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 1 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ | 2 |
| 2.1 Βασικές Έννοιες Κυκλοφοριακής Τεχνικής..... | 2 |
| Κυκλοφοριακός φόρτος (traffic volume/traffic flow)..... | 2 |
| Ταχύτητα | 2 |
| Συγκέντρωση..... | 3 |
| Διαχωρισμός..... | 4 |
| 2.2 Μαθηματικά μοντέλα συσχέτισης βασικών κυκλοφοριακών μεγεθών | 5 |
| Θεμελιώδης σχέση κυκλοφοριακής ροής..... | 5 |
| Σχέση ταχύτητας – πυκνότητας | 5 |
| Σχέση ταχύτητας – κυκλοφοριακού φόρτου..... | 6 |
| Σχέση κυκλοφοριακού φόρτου – πυκνότητας | 8 |
| 2.3 Προσεγγιστικά μοντέλα κυκλοφορίας | 9 |
| Μοντέλο του Greenshields – 1935 | 9 |
| Μοντέλο του Greenberg - 1959 | 10 |
| Μοντέλο του Underwood - 1961 | 11 |
| Μοντέλο του Edie - 1961 | 11 |
| 2.4 Χρονικές διακυμάνσεις κυκλοφοριακού φόρτου | 13 |
| 2.4.1 Μηνιαία διακύμανση | 13 |
| 2.4.3 Ημερήσια διακύμανση | 14 |
| 2.4.3 Ωριαία διακύμανση | 14 |
| 2.4.1 Διακύμανση μέσα στην ώρα | 15 |
| 2.5 Συμπεριφορά Μετακίνησης (Travel Behavior)..... | 16 |
| 2.6 Συναφείς έρευνες | 22 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ..... | 29 |
| 3.1 Πορεία Πανδημίας..... | 29 |
| 3.2 Περιοχή μελέτης..... | 30 |
| Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού τομέα Αθηνών..... | 31 |
| Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού τομέα Αθηνών | 32 |
| Περιφερειακή Ενότητα Νοτίου τομέα Αθηνών..... | 34 |

| | |
|---|----|
| Περιφερειακή Ενότητα Βορείου τομέα Αθηνών..... | 36 |
| Περιφερειακή Ενότητα Πειραιώς..... | 38 |
| 3.3 Επιλογή ανιχνευτών..... | 39 |
| 3.4 Επιλογή ημερών..... | 47 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Επεξεργασία δεδομένων..... | 50 |
| 4.1 Λήψη και επεξεργασία δεδομένων..... | 50 |
| 4.2 Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων..... | 51 |
| 4.3 Τελική βάση δεδομένων..... | 64 |
| 4.4 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων..... | 66 |
| Γραμμική παλινδρόμηση..... | 67 |
| Στατιστικοί έλεγχοι..... | 69 |
| Βιβλιοθήκες R..... | 72 |
| Εξαρτημένες μεταβλητές..... | 73 |
| Ανεξάρτητες μεταβλητές..... | 73 |
| Πίνακας συσχέτισης (Correlation Matrix)..... | 75 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης..... | 77 |
| 5.1 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου 2019..... | 77 |
| 5.2 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου 2020..... | 79 |
| 5.3 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου 2022..... | 81 |
| 5.4 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου 2020 - 2019..... | 84 |
| 5.5 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου 2022 - 2019..... | 86 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – Συμπεράσματα..... | 88 |
| 6.1 Βασικά συμπεράσματα..... | 88 |
| 6.2 Προτάσεις περαιτέρω έρευνας..... | 90 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – Βιβλιογραφία..... | 92 |
| Ξένα..... | 92 |
| Ελληνική..... | 93 |

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

| | |
|---|----|
| Διάγραμμα 2.1: Διάγραμμα ταχύτητας-πυκνότητας (πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)..... | 5 |
| Διάγραμμα 2.2: Διάγραμμα μέσης χωρικής ταχύτητας – κυκλοφοριακού φόρτου (πηγή: Αντωνίου, Σπυροπούλου 2015)..... | 6 |
| Διάγραμμα 2.3: Διάγραμμα κυκλοφοριακού φόρτου - πυκνότητας (πηγή: Αντωνίου, Σπυροπούλου 2015)..... | 8 |
| Διάγραμμα 2.4: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Greenshields (πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2019) | 10 |
| Διάγραμμα 2.5: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Greenberg (πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2019) | 11 |
| Διάγραμμα 2.6: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Edie (πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2019) | 12 |
| Διάγραμμα 2.7: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής (Συγκεντρωτικά μοντέλα) (πηγή:Romanowska and Jamroz, 2021) | 13 |
| Διάγραμμα 4.1: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 52 |
| Διάγραμμα 4.2: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 52 |
| Διάγραμμα 4.3: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 53 |
| Διάγραμμα 4.4: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 53 |
| Διάγραμμα 4.5: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας..... | 54 |
| Διάγραμμα 4.6: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας..... | 55 |
| Διάγραμμα 4.7: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας..... | 56 |
| Διάγραμμα 4.8: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας..... | 56 |
| Διάγραμμα 4.10: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 57 |
| Διάγραμμα 4.9: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 57 |
| Διάγραμμα 4.11: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 58 |
| Διάγραμμα 4.12: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 59 |
| Διάγραμμα 4.13: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 59 |
| Διάγραμμα 4.14: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας..... | 60 |
| Διάγραμμα 4.15: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας..... | 61 |
| Διάγραμμα 4.16: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας..... | 61 |
| Διάγραμμα 4.17: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας..... | 62 |
| Διάγραμμα 4.18: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας..... | 62 |

Ευρετήριο Εικόνων

| | |
|--|----|
| Εικόνα 3.1: Σημεία ανιχνευτών στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών | 31 |
| Εικόνα 3.2: Σημεία ανιχνευτών στον Δυτικό Τομέα Αθηνών | 33 |
| Εικόνα 3.3: Σημεία ανιχνευτών στον Νότιο Τομέα Αθηνών | 35 |
| Εικόνα 3.4: Σημεία ανιχνευτών στον Βόρειο Τομέα Αθηνών | 37 |
| Εικόνα 3.5: Σημεία ανιχνευτών στην Ενότητα Πειραιώς | 39 |
| Εικόνα 3.6: Σημεία ανιχνευτών στο λεκανοπέδιο Αττικής..... | 47 |
| Εικόνα 4.1: Δείγμα δεδομένων από το ΚΔΚ..... | 50 |
| Εικόνα 4.2: Είδη ασυμμετρίας (πηγή:Business & economics statistics, Thomson South Western, 2002)..... | 70 |
| Εικόνα 4.3: Είδη κύρτωσης (πηγή: Business & economics statistics, Thomson South Western, 2002) | 71 |

Ευρετήριο Πινάκων

| | |
|---|----|
| Πίνακας 3.1: Ανιχνευτές διερεύνησης..... | 40 |
| Πίνακας 3.2: Επιλογή ημερομηνιών μελέτης..... | 48 |
| Πίνακας 5.1 Πίνακας συσχέτισης ανεξάρτητων μεταβλητών 2019..... | 75 |
| Πίνακας 4.2: Πίνακας συσχέτισης ανεξάρτητων μεταβλητών 2020..... | 76 |
| Πίνακας 4.3: Πίνακας συσχέτισης ανεξάρτητων μεταβλητών 2022..... | 76 |
| Πίνακας 5.1: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2019..... | 77 |
| Πίνακας 5.2: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2020..... | 79 |
| Πίνακας 5.3: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2022..... | 82 |
| Πίνακας 5.4: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2020 - 2019..... | 84 |
| Πίνακας 5.5: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2022 - 2019..... | 86 |

Συντομογραφίες

| | |
|------|--------------------------------|
| ΜΜΜ | Μέσα Μαζικής Μεταφοράς |
| Ι.Χ. | Ιδιωτικής Χρήσης |
| ΚΔΚ | Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας |
| ΗΠΑ | Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η COVID-19 είναι μια ασθένεια που προκαλείται από τον ιό SARS-CoV-2, έναν νέο κορωνοϊό που εντοπίστηκε πρώτη φορά στην πόλη Wuhan της επαρχίας Hubei στην Κίνα το Δεκέμβριο του 2019. Από τότε έως σήμερα (Οκτώβριος 2023), έχουν επιβεβαιωθεί 6.101.379 κρούσματα και 37.089 θάνατοι στην Ελλάδα (worldometer).

Η πανδημία της COVID-19 προκάλεσε παγκόσμιες ανησυχίες και είχε σοβαρές κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. Για την αντιμετώπιση της εξάπλωσης του ιού, πολλές χώρες έλαβαν μέτρα όπως η επιβολή κοινωνικής απόστασης, ο περιορισμός των μαζικών συναθροίσεων και η επιβολή lockdown. Συνεπώς, λόγω των περιορισμών στις μετακινήσεις και του lockdown, η κινητικότητα των πολιτών και κατά συνέπεια ο κυκλοφοριακός φόρτος του οδικού δικτύου μειώθηκε σε πολλές περιοχές. Πολλοί άνθρωποι εργάζονταν από το σπίτι, ενώ οι μετακινούμενοι απέφευγαν τα επαγγελματικά ταξίδια ή τα ταξίδια αναψυχής.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνηθεί η επιρροή της πανδημίας στην κυκλοφορία στο λεκανοπέδιο της Αττικής. Αναλυτικότερα, εξετάζεται ο κυκλοφοριακός φόρτος, καθώς και η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας της πανδημίας.

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από 7 Κεφάλαια. Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζονται τα εισαγωγικά στοιχεία, τα οποία περιγράφουν τον σκοπό και τη δομή της διπλωματικής εργασίας. Το Κεφάλαιο 2 αποτελείται από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και από τους ορισμούς των βασικών κυκλοφοριακών μεγεθών. Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται μια σύντομη περιγραφή της κατάστασης που επικρατούσε στην πανδημία και η περιγραφή της περιοχής μελέτης. Στο ίδιο κεφάλαιο αναφέρεται επίσης η επιλογή των ανιχνευτών και των ημερών μελέτης. Στο Κεφάλαιο 4 αναλύεται η μεθοδολογία της επεξεργασίας των δεδομένων, ο ποιοτικός τους έλεγχος, καθώς και το θεωρητικό υπόβαθρο που απαιτείται για τη γραμμική παλινδρόμηση. Στο Κεφάλαιο 5, παρουσιάζονται τα τελικά μοντέλα της γραμμικής παλινδρόμησης καθώς και ο σχολιασμός τους. Το Κεφάλαιο 6 αποτελείται από τα συμπεράσματα της έρευνας καθώς και τις προτάσεις περαιτέρω έρευνας. Τέλος, το κεφάλαιο 7 αποτελείται από τη βιβλιογραφία της διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Βασικές Έννοιες Κυκλοφοριακής Τεχνικής

Κατά τον σχεδιασμό και τη μελέτη της οδικής υποδομής είναι απαραίτητη η χρήση χαρακτηριστικών μεγεθών της κυκλοφορίας τα οποία καθορίζουν ποιοτικά και ποσοτικά το είδος της ροής των οχημάτων που αναμένεται να κυκλοφορούν στις νέες ή υπό αναβάθμιση οδούς. Πολυετής έρευνα και μελέτη των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας έχει οδηγήσει στη χρήση των παρακάτω χαρακτηριστικών μεγεθών, τα οποία εξετάζει η θεωρία της κυκλοφοριακής ροής (Ι. Γκόλιας κ.α., 2000-2003).

Κυκλοφοριακός φόρτος (traffic volume/traffic flow)

Ορίζεται ως ο συνολικός αριθμός οχημάτων που διέρχονται από μια διατομή στη μονάδα του χρόνου. Ο κυκλοφοριακός φόρτος εκφράζεται από την παρακάτω σχέση:

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

Όπου :

- **N**: ο αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή
- **T**: η διάρκεια της περιόδου διέλευσης των οχημάτων (ανάγεται σε ώρα)

(Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

Ταχύτητα

Στην κυκλοφοριακή τεχνική, η ταχύτητα αποτελείται από δύο διαστάσεις, τη χρονική και τη χωρική.

Μέση χρονική Ταχύτητα (time mean speed)

Η μέση χρονική ταχύτητα (\bar{u}_t) είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που διέρχονται από μια διατομή και εκφράζεται σε μονάδες μήκους/χρόνο. Ο τρόπος μέτρησης της αφορά μέτρηση σε σημείο των στιγμιαίων ταχυτήτων u_i των οχημάτων (N) που διέρχονται από αυτό στη διάρκεια κάποιας περιόδου T και αποτελεί τον μέσο όρο τους (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

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

Μέση χωρική ταχύτητα (space mean speed)

Η μέση χωρική ταχύτητα (\bar{u}_s) είναι ο αριθμητικός μέσος όρος των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που βρίσκονται σε κάποιο οδικό τμήμα σε δεδομένη χρονική στιγμή και εκφράζεται σε μονάδες μήκους/χρόνο.

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

Όπου u_i είναι οι στιγμιαίες ταχύτητες των οχημάτων (M) σε οδικό τμήμα D σε δεδομένη χρονική στιγμή t .

Συγκέντρωση

Η συγκέντρωση είναι ένα κυκλοφοριακό μέγεθος που εκφράζει τις κυκλοφοριακές συνθήκες μέσα από δύο μεγέθη: την πυκνότητα και τη χρονική κατάληψη.

Πυκνότητα (density)

Η πυκνότητα (k) είναι ο αριθμός των οχημάτων στη μονάδα μήκους και εκφράζεται σε οχήματα/χλμ. Ουσιαστικά, εκφράζει τη συγκέντρωση στη διάσταση του χώρου. Ο τρόπος μέτρησης της αφορά μέτρηση του αριθμού των οχημάτων (M) που βρίσκονται σε οδικό τμήμα μήκους D σε δεδομένη χρονική στιγμή t .

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

Η ελάχιστη τιμή που μπορεί να λάβει η πυκνότητα είναι η τιμή 0 όταν δεν υπάρχει κανένα όχημα στο οδικό τμήμα που εξετάζεται. Αντίστοιχα, λαμβάνει τη μέγιστη τιμή k_j (jam density) όταν τα οχήματα βρίσκονται σε στάση με μικρή απόσταση μεταξύ τους και ισούται με 110-150 οχήματα/χλμ. θεωρώντας ένα μέσο χωρικό διάκενο (μήκος οχήματος και απόσταση ασφαλείας) ίσο περίπου με 7-9 μέτρα/όχημα. Επιπλέον, μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής της πυκνότητας υπάρχει μία τιμή η οποία αναφέρεται ως χαρακτηριστική τιμή της πυκνότητας και παρατηρείται για συνθήκες μέγιστου φόρτου. Η χαρακτηριστική τιμή της πυκνότητας k_m κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 26-42 οχήματα/χλμ. που αντιστοιχεί σε χωρικό διάκενο 24-38 μέτρα/όχημα.

Χρονική κατάληψη

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

Διαχωρισμός

Ο διαχωρισμός εκφράζει την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών οχημάτων είτε στη χρονική είτε στη χωρική διάσταση με τα μεγέθη: μέσος χρονικός και μέσος χωρικός διαχωρισμός.

Χρονικός διαχωρισμός h_t (time headway)

Ως χρονικός διαχωρισμός (h_t) ορίζεται ο χρόνος μεταξύ των διελεύσεων δύο διαδοχικών οχημάτων από μία διατομή και εκφράζεται σε μονάδες χρόνου. χρονικού διαστήματος και ο μέσος χρονικός διαχωρισμός αποτελεί τον μέσο όρο τους. Ο τρόπος μέτρησής του αφορά την καταγραφή των χρονικών στιγμών διέλευσης των οχημάτων από μία συγκεκριμένη διατομή (π.χ. τη στιγμή διέλευσης των μπροστινών τροχών των οχημάτων) κατά τη διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος, και ο μέσος χρονικός διαχωρισμός αποτελεί τον μέσο όρο τους.

$$\bar{h}_t = \frac{\sum_{i=1}^N h_{t(i)}}{N}$$

Χωρικός διαχωρισμός (space headway)

Ως χωρικός διαχωρισμός (h_s) ορίζεται η απόσταση μεταξύ των δύο διαδοχικών οχημάτων σε μία χρονική στιγμή και εκφράζεται σε μονάδες μήκους. Ο τρόπος μέτρησης του αφορά την καταγραφή της θέσης των οχημάτων σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή και τον υπολογισμό των επιμέρους αποστάσεων μεταξύ των διαδοχικών οχημάτων. Ο μέσος χωρικός διαχωρισμός αποτελεί τον μέσο όρο τους.

$$\bar{h}_s = \frac{\sum_{i=1}^N h_{s(i)}}{N}$$

2.2 Μαθηματικά μοντέλα συσχέτισης βασικών κυκλοφοριακών μεγεθών

Θεμελιώδης σχέση κυκλοφοριακής ροής

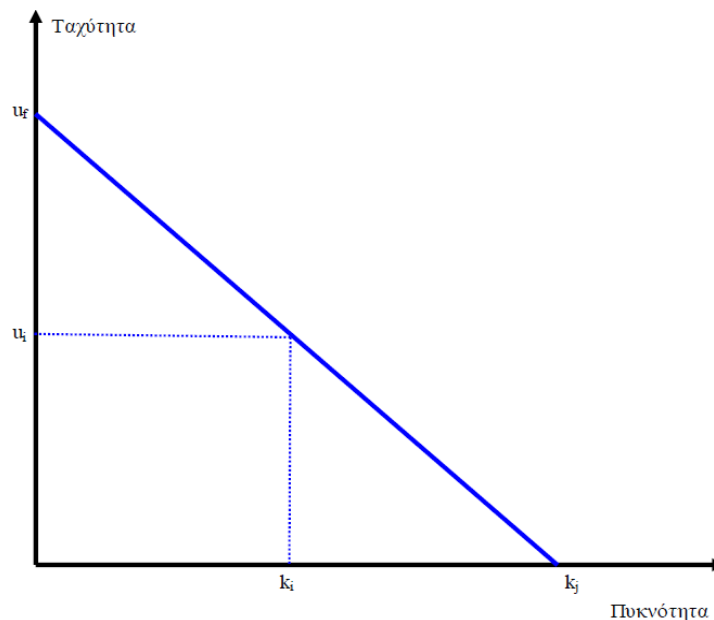
Η θεμελιώδης σχέση της κυκλοφοριακής ροής συνδέει τα τρία χαρακτηριστικά μεγέθη: κυκλοφοριακός φόρτος q , μέση ταχύτητα (u_s) και πυκνότητα (k).

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

Η παραπάνω σχέση ισχύει υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις και τα μεγέθη εφόσον είναι στοχαστικά, υπεισέρχονται στη σχέση μόνο ως μέσοι όροι. Επίσης, η σχέση αυτή ισχύει όταν επικρατούν σταθερές συνθήκες στο υπό εξέταση οδικό τμήμα, δηλαδή συνθήκες ελεύθερης ροής.

Σχέση ταχύτητας – πυκνότητας

Η συσχέτιση της ταχύτητας και της πυκνότητας αποτυπώνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 2.1: Διάγραμμα ταχύτητας-πυκνότητας (πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

- Όταν δεν υπάρχουν οχήματα στο οδικό τμήμα ο οδηγός μπορεί να επιλέξει την ταχύτητα που θα αναπτύξει. Η ταχύτητα αυτή δεν είναι απεριόριστη, αλλά εξαρτάται

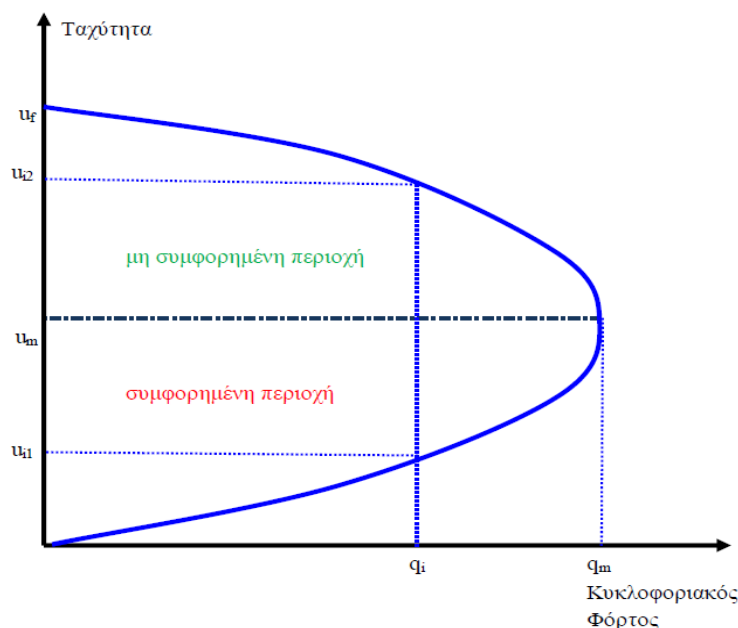
από τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου Η ταχύτητα αυτή ορίζεται ως η ταχύτητα ελεύθερης ροής (free flow speed – u_f). Κατά συνέπεια, όταν ισχύει $k=0$ η μέση χωρική ταχύτητα ισούται με την ταχύτητα ελεύθερης ροής u_f , δηλαδή $u_s=u_f$.

- Όσο αυξάνονται τα οχήματα μέσα στο οδικό τμήμα ο οδηγός πρέπει να διατηρεί ικανοποιητικές αποστάσεις από εμπροσθεν, όπισθεν και από τα παράπλευρα κινούμενα οχήματα, ταυτόχρονα κάνει ελιγμούς προσπέρασης, αλλαγής λωρίδας κ. ά. Κατά συνέπεια, όσο αυξάνεται η πυκνότητα k μειώνεται η χωρική ταχύτητα u_s .
- Τέλος, όταν το οδικό τμήμα «γεμίσει», τότε τα οχήματα βρίσκονται σε στάση. Σε αυτή την οριακή συνθήκη ισχύει $k=k_j$ και $u_s=0$.

Με βάση τα παραπάνω, σε μία τιμή της πυκνότητας k_i αντιστοιχεί μια τιμή χωρικής ταχύτητας u_i . Το εμβαδό που ορίζεται από τα σημεία k_i και u_i εκφράζει τον κυκλοφοριακό φόρτο. Συνεπώς, στο διάγραμμα παρουσιάζονται τρία χαρακτηριστικά μεγέθη, του κυκλοφοριακού φόρτου, της πυκνότητας και της ταχύτητας, γι' αυτό και αποτελεί το θεμελιώδες διάγραμμα της κυκλοφοριακής ροής.

Σχέση ταχύτητας – κυκλοφοριακού φόρτου

Η συσχέτιση της ταχύτητας και του κυκλοφοριακού φόρτου αποτυπώνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



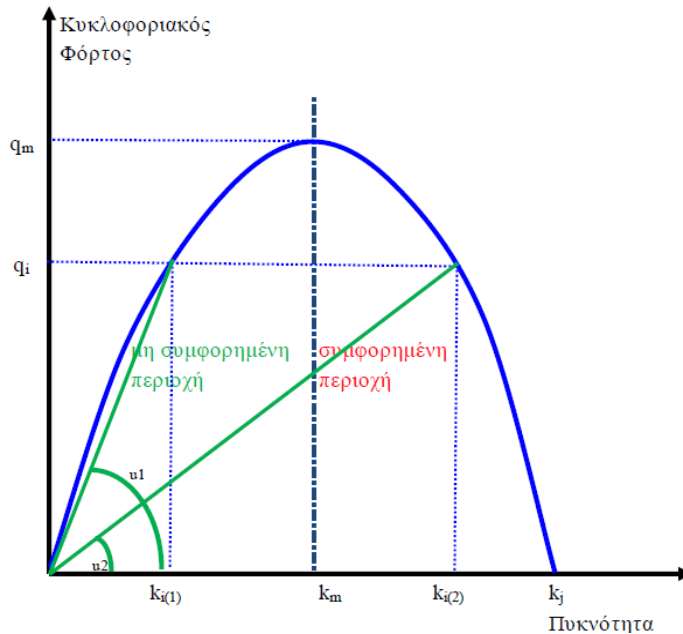
Διάγραμμα 2.2: Διάγραμμα μέσης χωρικής ταχύτητας – κυκλοφοριακού φόρτου
(πηγή: Αντωνίου, Σπυροπούλου 2015)

- Σε μη συμφορημένη περιοχή, όταν δεν διέρχονται οχήματα από μια διατομή μέσα στο εξεταζόμενο χρονικό διάστημα δεν υπάρχει κυκλοφορία. Επομένως, όταν $q=0$ η μέση χωρική ταχύτητα είναι ίση με την ταχύτητα ελεύθερης ροής u_f .
- Σε μη συμφορημένη περιοχή, όσο αυξάνονται τα οχήματα που διέρχονται από τη διατομή ο οδηγός πρέπει να διατηρεί ικανοποιητικές αποστάσεις από εμπροσθεν, όπισθεν και από τα παράπλευρα κινούμενα οχήματα. Κατά συνέπεια, όσο αυξάνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος q μειώνεται η χωρική ταχύτητα u_s .
- Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης, με την αύξηση των οχημάτων που διέρχονται από μια διατομή και κατ' επέκταση του κυκλοφοριακού φόρτου, οι συνθήκες κυκλοφορίας δυσχεραίνουν και κάποια στιγμή επέρχεται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Σε συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης, όσο ο αριθμός των οχημάτων που μπορεί να διέλθει από τη διατομή μειώνεται, τόσο μειώνεται και η ελευθερία κίνησης των οχημάτων. Κατά συνέπεια, έχουμε ταυτόχρονη μείωση του φόρτου q και της χωρικής ταχύτητας u_s .
- Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης, όταν πλέον έχει «γεμίσει» το οδικό τμήμα, δηλαδή όταν $k=k_j$, τα οχήματα είναι σταματημένα και δεν δύναται να διέλθουν οχήματα από τη διατομή. Σε αυτή την οριακή συνθήκη ισχύει $q=0$ και $u_s=0$.

Με βάση τα παραπάνω, σε μια τιμή του φόρτου q_i αντιστοιχούν δύο τιμές της ταχύτητας u_s μια για τη συμφορημένη και μία για τη μη συμφορημένη περιοχή. Αντίστοιχα, για μια τιμή της ταχύτητας u_s αντιστοιχεί μια τιμή του κυκλοφοριακού φόρτου q_i .

Σχέση κυκλοφοριακού φόρτου – πυκνότητας

Η συσχέτιση του κυκλοφοριακού φόρτου και της πυκνότητας αποτυπώνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 2.3: Διάγραμμα κυκλοφοριακού φόρτου - πυκνότητας (πηγή: Αντωνίου, Σπιροπούλου 2015)

- Σε μη συμφορημένη περιοχή, όταν δεν υπάρχουν οχήματα στο υπό εξέταση οδικό τμήμα, δεν διέρχονται οχήματα από την υπό εξέταση διατομή. Κατά συνέπεια, ισχύει $q=0$ και $k=0$. Σε μη συμφορημένη περιοχή, όσο αυξάνονται τα οχήματα που βρίσκονται στο υπό εξέταση τμήμα, τόσο αυξάνεται και ο αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από μια διατομή, έως τη στιγμή που ο κυκλοφοριακός φόρτος θα λάβει τη μέγιστη τιμή q_m . Κατά συνέπεια, όσο αυξάνεται η πυκνότητα k τόσο αυξάνεται και ο κυκλοφοριακός φόρτος q , έως την οριακή συνθήκη $k=k_m$ και $q=q_m$.
- Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης, όσο αυξάνεται ο αριθμός των οχημάτων στο οδικό τμήμα, τόσο μειώνεται ο αριθμός των οχημάτων που μπορεί να διέλθει από τη διατομή. Κατά συνέπεια, έχουμε με περαιτέρω αύξηση της πυκνότητας k μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου q .
- Σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης, όταν δηλαδή $k=k_j$, τα οχήματα είναι σταματημένα και δε δύναται να διέλθουν οχήματα από τη διατομή. Σε αυτή την οριακή συνθήκη ισχύει $k=k_j$ και $q=0$.

2.3 Προσεγγιστικά μοντέλα κυκλοφορίας

Στην παρούσα ενότητα αναφέρονται προσεγγιστικά μοντέλα που συσχετίζουν τα χαρακτηριστικά μεγέθη της κυκλοφοριακής ροής τα οποία αναφέρονται ως εμπειρικά, ο σχεδιασμός των οποίων προέκυψε μετά από ανάλυση μετρήσεων και προσεγγίζει περισσότερο τις πραγματικές συνθήκες της κυκλοφορίας. Ενδεικτικά παρουσιάζονται τα μοντέλα των Greenshields (1935), Greenberg (1959), Underwood (1961) και Edie (1961), μέσα από αντίστοιχες σχέσεις και διαγράμματα.

Μοντέλο του Greenshields – 1935

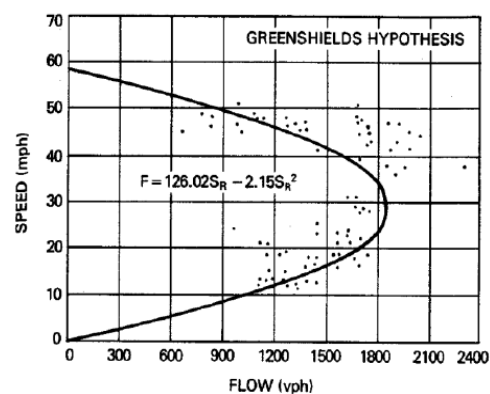
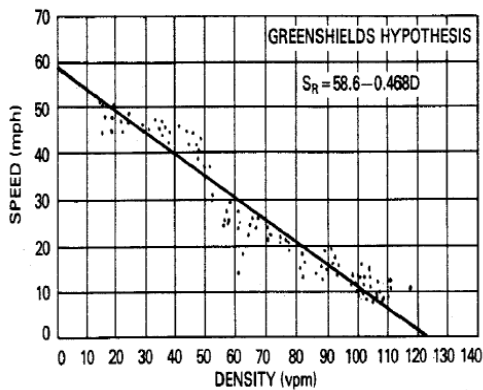
Ο Greenshields ορίζει τη γραμμική σχέση μεταξύ μέσης χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας ως εξής:

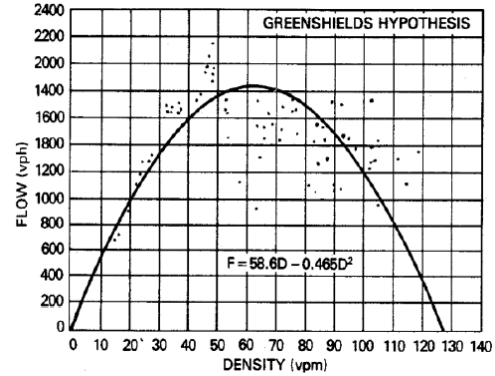
$$u_s = u_f \left(1 - \frac{k}{k_j}\right)$$

Όπου :

- u_s : μέση χωρική ταχύτητα
- u_f : ταχύτητα ελεύθερης ροής
- k : πυκνότητα
- k_j : πυκνότητα σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα που αποτυπώνουν τις σχέσεις φόρτου, ταχύτητας και πυκνότητας με βάση τους ορισμούς του Greenshields, μιας τροποποιημένης του Greenberg και του Eddie.





Διάγραμμα 2.4: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Greenshields
(πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2019)

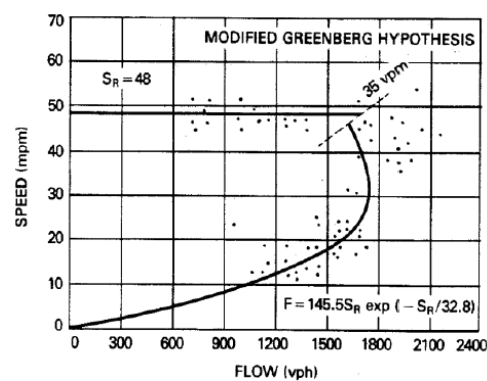
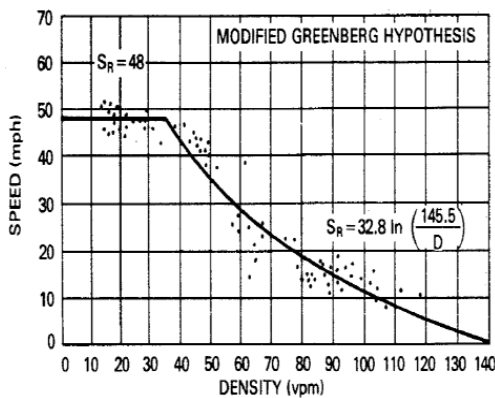
Μοντέλο του Greenberg - 1959

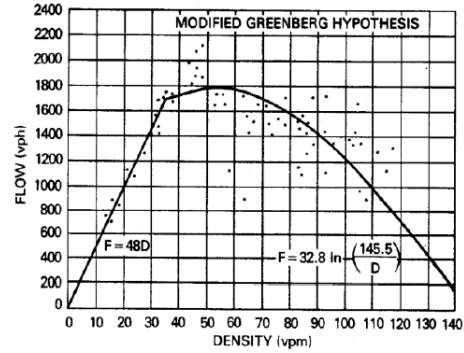
Η σχέση μέσης χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας κατά τον Greenberg είναι λογαριθμική και είναι η εξής:

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

Όπου :

- u_s : μέση χωρική ταχύτητα
- u_m : ταχύτητα σε συνθήκες μέγιστου κυκλοφοριακού φόρτου
- k : πυκνότητα
- k_j : πυκνότητα σε κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης





Διάγραμμα 2.5: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Greenberg
(πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2019)

Μοντέλο του Underwood - 1961

Η σχέση μέσης χωρικής ταχύτητας και πυκνότητας κατά Underwood είναι εκθετική και είναι η εξής:

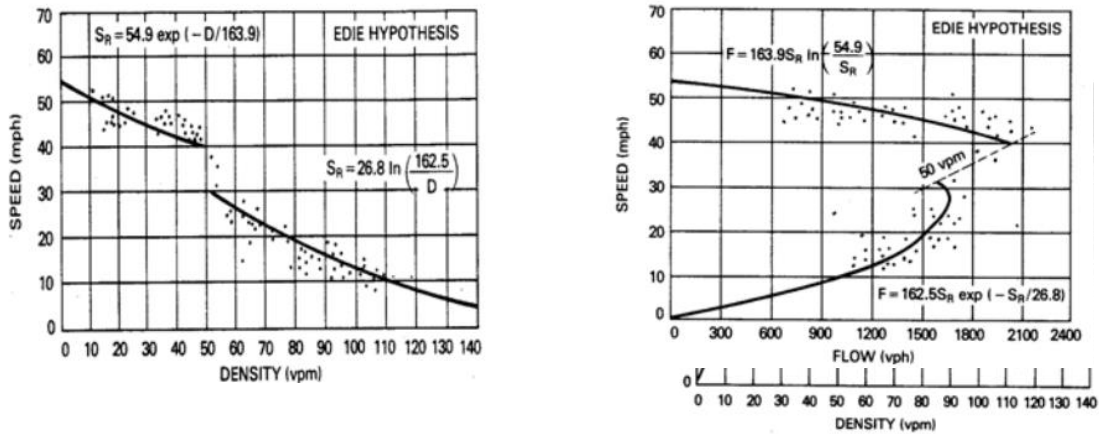
$$u_s = u_f e^{-\frac{k}{k_m}}$$

Όπου :

- u_s : μέση χωρική ταχύτητα
- u_f : ταχύτητα ελεύθερης ροής
- k : πυκνότητα
- k_m : πυκνότητα σε συνθήκες μέγιστου κυκλοφοριακού φόρτου

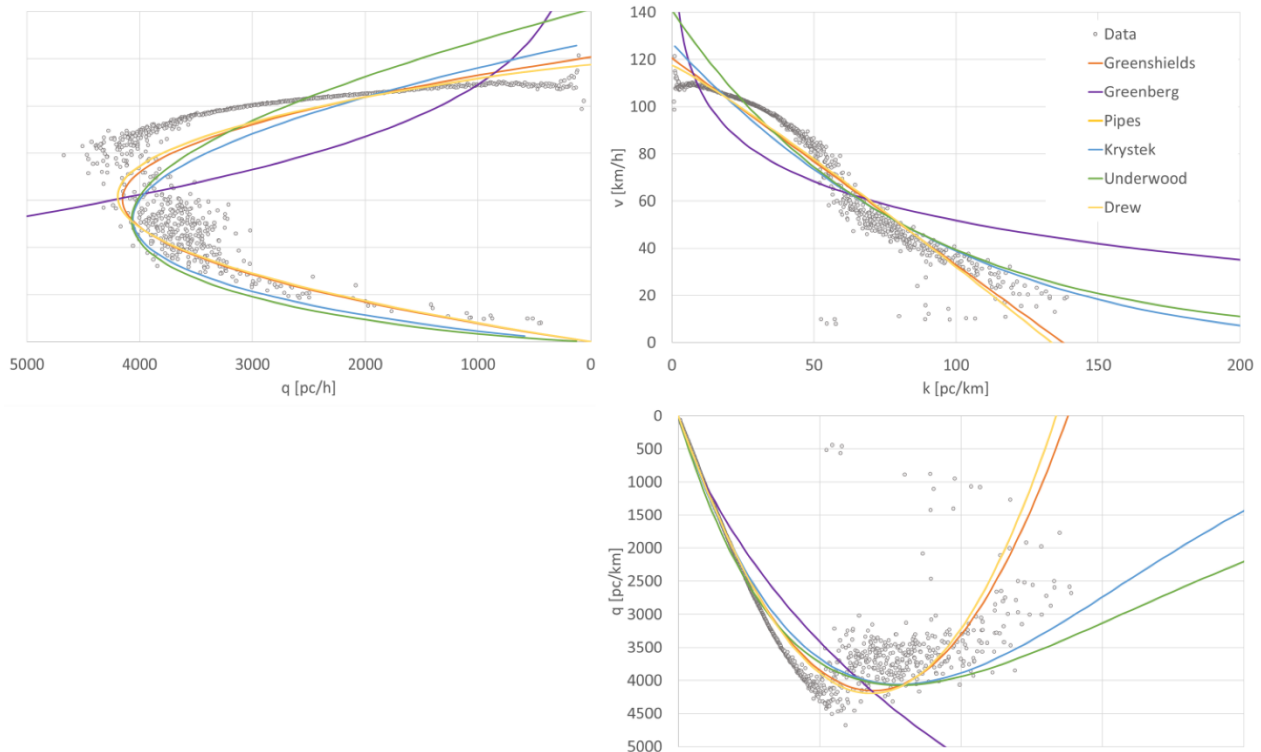
Μοντέλο του Edie - 1961

Το μοντέλο του Edie για την αντίστοιχη σχέση μέσης ταχύτητας και πυκνότητας αποτελείται από τη σχέση του Underwood για συνθήκες ελεύθερης ροής και τη σχέση του Greenberg για συνθήκες συμφόρησης. Η σχέση αυτή είναι ασυνεχής, δηλαδή εκθετική και λογαριθμική.



Διάγραμμα 2.6: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής κατά Edie
(πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2019)

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα μοντέλα Greenshields, Greenberg, Underwood, Pipes, Krystek και Drew για τις σχέσεις μεταξύ βασικών των μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής.



Διάγραμμα 2.7: Σχέσεις μεταξύ βασικών μεγεθών της κυκλοφοριακής ροής (Συγκεντρωτικά μοντέλα)
(πηγή: Romanowska and Jamroz, 2021)

2.4 Χρονικές διακυμάνσεις κυκλοφοριακού φόρτου

Η μελέτη των διακυμάνσεων είναι απαραίτητη ώστε να καθοριστούν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι όσο ακριβέστερα γίνεται, με βάση τους οποίους θα μελετηθούν τα οδικά έργα. Ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσιάζει 3 κύκλους διακύμανσης: κατά τη διάρκεια ενός έτους, κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Από τους κύκλους αυτούς προκύπτουν οι αντίστοιχες διακυμάνσεις: μηνιαίες (εποχιακές), ημερήσιες και ωριαίες (Ι. Γκόλιας κ.ά.).

2.4.1 Μηνιαία διακύμανση

Η μηνιαία (εποχιακή) διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου, δηλαδή η μεταβολή του μέσα στο έτος αντανακλά κυρίως τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής, καθώς αποτυπώνει τη διαφοροποίηση της κινητικότητας σε περιόδους διακοπών (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015). Πιο συγκεκριμένα, σε περιοχές αναψυχής παρατηρείται έντονη εποχιακή διακύμανση αφού καθ' όλη την τουριστική περίοδο οι κυκλοφοριακοί φόρτοι παρουσιάζονται αυξημένοι, αντίθετα στις αστικές περιοχές η μηνιαία διακύμανση δεν παρουσιάζεται ιδιαίτερα έντονη με εξαίρεση τους καλοκαιρινούς μήνες. Τελικά, οι περισσότεροι συγγραφείς αναφέρουν πιο έντονα φαινόμενα τα

Σαββατοκύριακα συγκριτικά με τις καθημερινές (Codling, 1972; Changnon, 1996; Hassan and Barker, 1999; Chung et al., 2005).

2.4.3 Ημερήσια διακύμανση

Η ημερήσια διακύμανση αναφέρεται στη διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου ως προς την περίοδο μίας εβδομάδας και εξαρτάται από τον τύπο της οδού. Ο κυκλοφοριακός φόρτος κατά τη διάρκεια των 5 εργάσιμων ημερών μιας εβδομάδας δεν παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις. Αντίθετα, το Σάββατο και την Κυριακή, διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες της εβδομάδας και εμφανίζεται μειωμένος στις κεντρικές περιοχές εργασίας και αυξημένος στις περιοχές αναψυχής. Όσον αφορά τις ημερήσιες διακυμάνσεις, δημιουργείται μια διαφοροποίηση μεταξύ συστηματικών και τυχαίων. Η συστηματική διακύμανση ορίζεται ως η διακύμανση που μπορεί να εξηγηθεί από προσωρινούς και περιστασιακούς παράγοντες, όπως οι εργάσιμες ημέρες, οι εποχές, οι αργίες και ο καιρός. Η τυχαία διακύμανση ορίζεται ως μια διακύμανση που δε μπορεί να εξηγηθεί. Οι εποχιακές διακυμάνσεις δεν είναι τόσο έντονες στον αστικό ιστό (Aunet, 2000; Stathopoulos and Karlaftis 2001); Keay and Simmonds 2005). Επιπλέον, οι εποχιακές διακυμάνσεις φαίνεται να διαφέρουν μεταξύ Ευρώπης και Ηνωμένων Πολιτειών. Πολλοί συγγραφείς υποστηρίζουν πως οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι μειωμένοι τον Ιούλιο και τον Αύγουστο ως αποτέλεσμα της μειωμένης κινητικότητας των εργαζομένων κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών διακοπών (Lyly, 1968; Schmidt, 1996; Stathopoulos and Karlaftis, 2001b; Chrobok et al., 2004), ενώ σε μια έρευνα στις ΗΠΑ κατέληξαν πως οι κυκλοφοριακοί φόρτοι ήταν ελάχιστα υψηλότεροι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Festin, 1996; Aunet and Wisconsin.2000. Αυτές οι διαφορές οφείλονται πιθανότατα στη διάρκεια των διακοπών που είναι μικρότερη για τους εργαζομένους στις ΗΠΑ. Όσο αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι ξεκάθαρα μειωμένοι τα Σαββατοκύριακα συγκριτικά με τις καθημερινές. Επιπλέον, διάφοροι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ως οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι υψηλότεροι τις Πέμπτες και τις Παρασκευές, συγκριτικά με τις Δευτέρες, τις Τρίτες και τις Τετάρτες (Schmidt, 1996; US DOT, 2001; DLTR, 2001; Keay and Simmonds 2005). Οι συγγραφείς Stathopoulos και Karlaftis (2001b) εξέτασαν αν οι ημερήσιοι κυκλοφοριακοί φόρτοι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των καθημερινών και βρήκαν πως δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ωστόσο, τα σαββατοκύριακα υπήρχε μια σημαντική στατιστική διαφορά από τις καθημερινές και τα Σάββατα διέφεραν από τις Κυριακές.

2.4.3 Ωριαία διακύμανση

Η ωριαία (κατά τη διάρκεια της ημέρας) διακύμανση είναι εξίσου σημαντική καθώς εκφράζει τις καθημερινές συνήθειες ζωής και εργασίας που καθορίζουν τον χρόνο κατά τον οποίο γίνονται οι μετακινήσεις προσώπων και αγαθών. Χαρακτηριστικές περιόδους

κατά τις οποίες ο φόρτος παίρνει υψηλές τιμές είναι οι πρωινές και απογευματινές χρονικές περίοδοι, στη διάρκεια των οποίων οι χρήστες πηγαίνουν προς και επιστρέφουν από την εργασία τους. Η μία ώρα που ο φόρτος παίρνει, συνολικά, την υψηλότερη του τιμή ονομάζεται ώρα αιχμής (peak hour)(Ι. Γκόλιας κ.α.(200-2004).

Οι Lomax et al. (2003) σύγκριναν την καθυστέρηση για διαφορετικές στιγμές μέσα στην ώρα και βρήκαν πως το 47% από τις συνολικές καθυστερήσεις προέκυψαν κατά τη διάρκεια της απογευματινής αιχμής ενώ το 30% προέκυψε κατά τις πρωινές ώρες αιχμής. Επιπλέον, το 22% από τις συνολικές καθυστερήσεις προέκυψαν εκτός των απογευματινών ωρών αιχμής, αντίθετα το ποσοστό καθυστέρησης κατά τις πρωινές ώρες εκτός των ωρών αιχμής, ήταν μηδενικό. Το υπολειπόμενο 1% από τη συνολική καθυστέρηση προέκυψε κατά τις βραδινές ώρες.

Ο Transpute (2000) σύγκρινε τις καθυστερήσεις για διάφορες χρονικές στιγμές της ημέρας στους αυτοκινητόδρομους της Ολλανδίας και συμπέρανε πως οι απογευματινές ώρες αιχμής είναι δυσμενέστερες από αυτές των πρωινών ωρών αιχμής (περίπου 47% και 40% αντίστοιχα από τις συνολικές καθυστερήσεις). Πέρα από τη συνολική εικόνα του καθημερινού κυκλοφοριακού προφίλ (ωριαίες διακυμάνσεις στους κυκλοφοριακούς φόρτους), η εικόνα των περιόδων αιχμής είναι επίσης σημαντική για τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Σύμφωνα με τους Chrobok et al. (2004), το καθημερινό κυκλοφοριακό προφίλ από Δευτέρα έως Πέμπτη δείχνει μια σύντομη πρωινή αιχμή και μια αυξημένη και ευρύτερη απογευματινή αιχμή. Σύμφωνα με τον May (1990), οι ήπιες διακυμάνσεις μπορεί να υποδηλώνουν πως η ζήτηση υπερβαίνει την κυκλοφοριακή ικανότητα και η περίοδος αιχμής παρατείνεται.

2.4.1 Διακύμανση μέσα στην ώρα

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η γνώση της ωριαίας διακύμανσης δεν είναι αρκετή, αφού η συγκέντρωση αφίξεων οχημάτων σε μικρότερη μονάδα χρόνου (πχ. δεκαπεντάλεπτο) είναι δυνατόν να οδηγεί σε διαφορετικά μεγέθη σχεδιασμού. Η διακύμανση του κυκλοφοριακού φόρτου μέσα στην ώρα λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό της οδού με τη χρήση του Συντελεστή Ώρας Αιχμής (ΣΩΑ). Ο ΣΩΑ ορίζεται, κατά κανόνα, ως ο λόγος του αριθμού των οχημάτων που περνούν από μια διατομή λωρίδας ή οδού σε μια ώρα, προς τον τετραπλάσιο αριθμό των οχημάτων που περνούν από την ίδια διατομή κατά τη διάρκεια των 15 συνεχόμενων λεπτών της ώρας που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο φόρτο κυκλοφορίας. Από τον ορισμό του, ο ΣΩΑ μπορεί να πάρει τιμές από 0.25 έως 1.00. Η τιμή 1.00 αντιστοιχεί σε περιπτώσεις απόλυτα ομοιόμορφης κατανομής της κυκλοφορίας κατά την ώρα αιχμής, ώστε οποιαδήποτε 15 συνεχόμενα λεπτά μέγιστης κυκλοφορίας να αντιστοιχεί το ένα τέταρτο της συνολικής κυκλοφοριακής ροής της ώρας. Η άλλη οριακή τιμή 0.25 παρατηρείται μόνο αν η κυκλοφορία παρουσιάζεται μέσα σε μία μόνο περίοδο

15 λεπτών και στην υπόλοιπη χρονική περίοδο δεν υπάρχει καθόλου κυκλοφορία. Στην πράξη ο ΣΩΑ κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 0.85 και 0.95.

2.5 Συμπεριφορά Μετακίνησης (Travel Behavior)

Η συμπεριφορά μετακίνησης αναφέρεται στις επιλογές και τα πρότυπα συμπεριφοράς των ατόμων ή των ομάδων όσον αφορά τις μετακινήσεις τους. Περιλαμβάνει τις επιλογές τους για τον τρόπο μεταφοράς, τη συχνότητα και τον σκοπό των μετακινήσεών τους, την απόσταση που διανύουν και τους παράγοντες που επηρεάζουν αυτές τις αποφάσεις. Η συμπεριφορά μετακίνησης επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως οι προσωπικές προτιμήσεις, οικονομική κατάσταση, οι διαθέσιμες επιλογές μεταφοράς, η υποδομή, τα μοτίβα χρήσης του χώρου και οι πολιτισμικές προτιμήσεις.

Οι Nikiforiadis et al. (2022) διερεύνησαν τις αλλαγές στις μετακινήσεις εξαιτίας του Covid-19, εστιάζοντας στο πιο ενεργό κοινωνικό σύνολο στην Ελλάδα. Όσον αφορά τη συλλογή των δεδομένων, διεξήχθη ένα ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο ανάμεσα στις 15 Ιανουαρίου και τις 15 Φεβρουαρίου 2021. Η περίοδος αυτή ήταν κατά τη διάρκεια του 2ου lockdown. Το ερωτηματολόγιο προωθήθηκε μέσω πολλαπλών διαδικτυακών καναλιών, στοχεύοντας σε ενήλικες μεταξύ 18 και 34 ετών σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας. Η επιλογή αυτής της ηλικιακής ομάδας βασίστηκε στη λογική υπόθεση πως συνιστούν την πιο ενεργή ηλικιακή ομάδα. Αντιθέτως, οι ηλικιωμένοι άνθρωποι έχουν χαμηλά επίπεδα κοινωνικών και οικονομικών δραστηριοτήτων. Παράλληλα, οι φοιτητές που αποτελούν μια μεγάλη αναλογία από τους νέους ενήλικες, έχουν επηρεαστεί από τα lockdowns περισσότερο από κάθε άλλη κοινωνική ομάδα, δεδομένου ότι τα πανεπιστήμια στην Ελλάδα λειτουργούσαν μέσω απομακρυσμένης διδασκαλίας από την πρώτη μέρα του 1ου lockdown.

Έτσι, συλλέχθηκαν 306 απαντήσεις από ανθρώπους που ζούσαν σε 28 διαφορετικές πόλεις της Ελλάδας. Όσον αφορά το ερωτηματολόγιο, περιείχε 5 τμήματα που βασίζονταν στις εξής περιόδους:

- Πριν το 1ο lockdown : Σε αυτό το τμήμα, οι ερωτώμενοι έπρεπε να δηλώσουν την πόλη στην οποία ζουν κατά τους τελευταίους δύο μήνες πριν την πανδημία, καθώς και τη συχνότητα της χρήσης διάφορων μέσων μετακίνησης. Επίσης, είχαν να δηλώσουν τον κύριο σκοπό μετακίνησης που πραγματοποιούσαν με τα μέσα αυτά εκείνη την περίοδο. Τέλος, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν πόσο συχνά αθλούνταν και πόση ώρα έκαναν προπόνηση καθώς και αν έκαναν ποδήλατο ή περπατούσαν για σωματική άσκηση.
- Κατά τη διάρκεια του 1ου lockdown: Σε αυτό το τμήμα, οι ερωτώμενοι είχαν επίσης να δηλώσουν την πόλη στην οποία ήταν κατά τη διάρκεια του 1ου lockdown Στη

συνέχεια, ρωτήθηκαν σχετικά με την συχνότητα που έβγαιναν εκτός σπιτιού κατά τη διάρκεια του lockdown. Τέλος, στο τμήμα αυτό περιλαμβάνονταν η συχνότητα, η διάρκεια και ο τύπος σωματικής άσκησης.

- Μετά το 1ο lockdown: Σε αυτό το τμήμα, οι ερωτώμενοι είχαν επίσης να δηλώσουν την πόλη στην οποία ήταν μετά το 1ο lockdown. Στη συνέχεια, ρωτήθηκαν αν μειώθηκε, αυξήθηκε ή αν παρέμεινε το ίδιο η χρήση διάφορων μέσων μεταφοράς συγκριτικά με τη χρήση τους πριν το 1^ο lockdown. Τέλος, περιλαμβάνονταν οι ερωτήσεις σχετικά με τη συχνότητα, τη διάρκεια και τον τύπο σωματικής άσκησης.
- Κατά τη διάρκεια του 2ου lockdown: το τμήμα αυτό περιλάμβανε πανομοιότυπες ερωτήσεις με αυτό κατά τη διάρκεια του 1ου lockdown.
- Γενικές ερωτήσεις: το τελευταίο τμήμα περιλάμβανε δημογραφικές ερωτήσεις (φύλο, απασχόληση, εκπαίδευση), καθώς και ερωτήσεις σχετικά με τη διάθεση Ι.Χ., μοτοσυκλέτας και ποδηλάτου. Επιπρόσθετα, οι ερωτώμενοι έπρεπε να αξιολογήσουν το περιβάλλον της πόλης σε ότι αφορά την ασφάλεια και την ευκολία να περπατούν, να κάνουν ποδήλατο και πατίνι (οι ερωτήσεις αυτές αναφέρονται στην πόλη που διέμενε ο κάθε ερωτώμενος κατά την περίοδο μετά το 1^ο lockdown). Για την αξιολόγηση αυτή χρησιμοποιήθηκε μια κλίμακα Likert πέντε βαθμών (Likert, 1932).

Οι απαντήσεις του ερωτηματολογίου από κάθε ερωτώμενο εμπλουτίστηκαν με δεδομένα που συσχετίζονται με τα χαρακτηριστικά της πόλης στην οποία διαμένουν. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε πόλη συλλέχθηκαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Πληθυσμός, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011),
- Περιοχή,
- Πληθυσμιακή πυκνότητα,
- Πυκνότητα ποδηλατοδρόμων, χρησιμοποιώντας διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το συνολικό μήκος του δικτύου ποδηλατοδρόμων (Μονάδα Βιώσιμης Κινητικότητας, 2021).

Όσον αφορά την ανάλυση των δεδομένων, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων στην οποία προστέθηκε κάθε απάντηση που δόθηκε με τα χαρακτηριστικά κάθε πόλης, με βάση τις απαντήσεις που δόθηκαν. Αρχικά, τα δεδομένα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας περιγραφική στατιστική υπολογίζοντας συχνότητες και ποσοστά, στοχεύοντας σε μια συνολική εικόνα σχετικά με την κατανομή του δείγματος λαμβάνοντας υπόψιν παράλληλα τις απαντήσεις που είναι βασισμένες σε ερωτήσεις δημογραφικού περιεχομένου και

διαθεσιμότητας μέσω μετακίνησης. Το δεύτερο βήμα ανάλυσης ασχολείται με την ανάπτυξη ενός διακριτού δυαδικού μοντέλου με τη μέθοδο παλινδρόμησης. Από τις 306 απαντήσεις, οι περισσότεροι ερωτώμενοι ήταν γυναίκες (60%), φοιτητές κολλεγίου (70%) και προπτυχιακοί (64%). Επίσης, σχεδόν πάνω από το μισό δείγμα είχε στην κατοχή του ένα αυτοκίνητο και το 42% είχε ποδήλατο. Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν πως οι νέοι ενήλικες μείωσαν τη χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών και αύξησαν το περπάτημα, χωρίς να παρατηρηθούν σημαντικές αλλαγές σε άλλα μέσα μετακίνησης. Η χρήση ποδηλάτου αυξήθηκε σε πόλεις με αυξημένη πυκνότητα ποδηλατοδρόμων. Τέλος, το περπάτημα αυξήθηκε κυρίως από ανθρώπους οι οποίοι υποστήριζαν πως η πόλη τους είναι φιλική για περπάτημα.

Οι Abdullah et al. (2020) εξέτασαν τις αλλαγές που προέκυψαν στη συμπεριφορά μετακίνησης εξαιτίας του Covid-19. Αρχικά, συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο χρησιμοποιώντας το “Google forms” και διανεμήθηκε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και διάφορων μέσων κοινωνικής δικτύωσης από τις 9 Μαΐου έως τις 31 Μαΐου του 2020. Η συλλογή των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο “Snowball Sampling”, αποσπώντας 1203 απαντήσεις από διάφορες χώρες παγκοσμίως. Οι ερωτήσεις αυτές αποτελούνταν από τρεις κατηγορίες:

1. Κοινωνικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά,
2. Χαρακτηριστικά πρωτευόντων μετακινήσεων πριν και κατά τη διάρκεια του Covid-19,
3. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μεταφορικού μέσου για πρωτεύουσες μετακινήσεις πριν και κατά τη διάρκεια του Covid-19.

Οι περισσότεροι άνθρωποι (56.6%) δήλωσαν πως δεν πηγαίνουν στο γραφείο ή στο σχολείο και δουλεύουν ή διαβάζουν στο σπίτι, ενώ το 11.4% ανέφερε πως δεν άλλαξε τίποτα κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Ο κύριος λόγος μετακίνησης για τους περισσότερους ερωτώμενους (58%) πριν τον Covid-19 ήταν η εργασία. Παρ’ όλα αυτά, μειώθηκε στο 30% κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Αντίθετα, οι αγορές έγιναν ο κύριος λόγος μετακίνησης για το 44% των ερωτώντων κατά τη διάρκεια του Covid-19, ενώ πριν την πανδημία οι αγορές ήταν ο κύριος λόγος μετακίνησης μόνο για το 4% του συνολικού δείγματος. Επίσης, το 71% των ερωτηθέντων κινούνταν σε απόσταση 0χλμ-10χλμ κατά τη διάρκεια του Covid-19, ενώ πριν την πανδημία το 45% κινούνταν στην ακτίνα των 10χλμ. Το 36% των ερωτώντων δήλωσε πως χρησιμοποιεί τη δημόσια συγκοινωνία για τις πρωτεύουσες μετακινήσεις πριν τον Covid-19. Κατά τη διάρκεια του Covid-19 παρουσιάστηκε μείωση στη χρήση της δημόσιας συγκοινωνίας καθώς τη χρησιμοποιούσε μόνο το 13% την περίοδο αυτή. Αντίθετα, η χρήση των Ι.Χ. αυξήθηκε από 32%, που ήταν πριν τον Covid-19, σε 39% κατά τη διάρκεια του Covid-19. Εξίσου σημαντικό είναι πως το περπάτημα, ως πρωτεύον τρόπο μετακίνησης, αυξήθηκε κατά 7% κατά τη διάρκεια του

Covid-19 σε σύγκριση με πριν την εμφάνιση του. Παρατηρήθηκε πως οι αγορές έγιναν πρωτεύον σκοπός μετακίνησης κατά τη διάρκεια του Covid-19. Επιπλέον, η συχνότητα των μετακινήσεων μειώθηκε καθώς και οι αποστάσεις των μετακινήσεων. Παρατηρήθηκε επίσης αυξημένη χρήση των Ι.Χ. και των ποδηλάτων, ενώ παράλληλα μειωμένη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς και των ταξί.

Οι Anwari et al. (2021) εξέτασαν την επίδραση που είχε ο Covid-19, καθώς και τα περιοριστικά μέτρα από την κυβέρνηση για τον περιορισμό της εξάπλωσης του, στη συμπεριφορά μετακίνησης στο Μπανγκλαντές. Αρχικά, συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο προκειμένου να καταγράψει τις απαντήσεις των ερωτώμενων, οι οποίοι προέρχονταν από διάφορα κοινωνικοοικονομικά υπόβαθρα. Οι ερωτήσεις αφορούσαν αριθμό μετακινήσεων και προτιμήσεις μέσου μεταφοράς για μια ποικιλία σκοπών μετακίνησης πριν και κατά τη διάρκεια του Covid-19. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε μέσω κοινωνικών μέσων δικτύωσης, εφόσον δε γινόταν η συνέντευξη δια ζώσης εξαιτίας της πανδημίας. Η έρευνα διεξήχθη από τη 1 Μαΐου μέχρι τις 20 Ιουνίου 2020, αποσπώντας 572 απαντήσεις. Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό R προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια εκτίμηση για τον αριθμό των μετακινήσεων, τη χρήση του μέσου μεταφοράς και την επιρροή διάφορων κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών στον αριθμό των μετακινήσεων και την επιλογή του μέσου μεταφοράς. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν πίνακες συσχέτισης, λογιστική παλινδρόμηση και διαγράμματα Sankey. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν χωρίστηκαν σε 3 κατηγορίες: Ανάλυση δημογραφικών χαρακτηριστικών των ερωτηθέντων, ανάλυση των σκοπών μετακίνησης και ανάλυση της επιλογής μεταφορικού μέσου. Τα αποτελέσματα φανέρωσαν πως οι περισσότεροι συμμετέχοντες ήταν από αστικές περιοχές (46.85%). Αυτό προέκυψε επειδή στις αγροτικές περιοχές η τεχνολογία είναι περιορισμένη. Όσον αφορά την απασχόληση, οι περισσότεροι συμμετέχοντες ήταν υπάλληλοι (36.71%), επιχειρηματίες (16.43%) και φοιτητές (30.94%). Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ήταν άτομα χαμηλού εισοδήματος. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως ο Covid-19 προκάλεσε μεγάλη ποικιλία στην επιλογή μεταφορικού μέσου και μειωμένη συχνότητα στις μετακινήσεις. Επίσης, ο Covid-19 μείωσε δραστικά τις μετακινήσεις ψυχαγωγίας, ωστόσο δε μειώθηκαν ιδιαίτερα τα επαγγελματικά ταξίδια. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως παρόλο που η τηλεργασία ή τηλεεκπαίδευση αυξήθηκαν κατά 950%, καθώς και οι αγορές κατά 170%, φαίνεται πως οι αυξήσεις αυτές περιορίστηκαν μόνο στις αστικές περιοχές. Τα λεωφορεία συνέχισαν να χρησιμοποιούνται κυρίως για αγορές (43.18%), αλλά και για ψυχαγωγικούς σκοπούς σε κοντινές (26.75%) και μακρινές αποστάσεις (35.66%). Η πλειοψηφία συνέχισε να χρησιμοποιεί τα λεωφορεία διότι δεν υπήρχε κάποια φθηνότερη εναλλακτική λύση.

Οι Irawan et al. (2022) εξέτασαν τις αλλαγές στη συμπεριφορά μετακίνησης στην αρχή της πανδημίας Covid-19 στην Ινδονησία. Αρχικά, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο χρησιμοποιώντας το "Google Forms", το οποίο διανεμήθηκε μέσω διάφορων κοινωνικών

μέσων δικτύωσης. Το ερωτηματολόγιο αποτελούταν από 8 ενότητες. Για τις 4 πρώτες ενότητες χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Likert. Στην πρώτη ενότητα οι ερωτήσεις αφορούσαν την κινητικότητα των ανθρώπων κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Η δεύτερη ενότητα αφορούσε ερωτήσεις για τη στάση τους απέναντι στην πανδημία. Πιο συγκεκριμένα, πόσο επικίνδυνος θεωρούσαν πως είναι ο Covid-19. Η τρίτη ενότητα σχετιζόταν με τη συμπεριφορά των ανθρώπων στο κοντινό τους περιβάλλον ως προς τον Covid-19. Στην τέταρτη ενότητα οι συμμετέχοντες είχαν να απαντήσουν κατά πόσο προστατεύουν τον εαυτό τους από τον Covid-19. Στην πέμπτη ενότητα συλλέχθηκαν πληροφορίες για τη συχνότητα των μετακινήσεων πριν και κατά τη διάρκεια της πανδημίας για κάθε δραστηριότητα μέσα σε μία εβδομάδα. Επίσης, έπρεπε να αναφέρουν το μέσο με το οποίο μετακινούνταν πριν και κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Η έκτη ενότητα κατέγραψε τις αντιδράσεις των ερωτώμενων για τη χρήση τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών (ICT) κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Στην έβδομη ενότητα οι ερωτήσεις αφορούσαν τη διάρκεια στη χρήση ICT, καθώς και online υπηρεσιών. Στην τελευταία ενότητα συλλέχθηκαν κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. Η χρονική περίοδος της έρευνας ήταν από τον Μάρτιο έως τον Απρίλιο του 2020. Τα δεδομένα έδειξαν πως το 71.28% και το 15.82% των συμμετεχόντων ανέφερε πως οι μετακινήσεις τους μειώθηκαν “πολύ σημαντικά” και “σημαντικά”, αντίστοιχα. Επιπλέον, το 8.10% επέλεξε να μείνει σπίτι κατά την έξαρση του Covid-19. Ανέφεραν επίσης πως μείωσαν τον μέσο όρο μετακινήσεων για τη δουλειά ή το σχολείο, από 5 φορές την εβδομάδα σε 2 φορές. Ο αριθμός των μετακινήσεων για ψυχαγωγία και αγορές μειώθηκαν ελάχιστα από 2 φορές την εβδομάδα σε 1 και από 3 σε 2, αντίστοιχα. Πάνω από το 50% των ερωτηθέντων χρησιμοποιούσαν μοτοσυκλέτες για τις μετακινήσεις τους στην εργασία, το σχολείο, για τις αγορές και για ψυχαγωγικούς σκοπούς. Συγκρίνοντας με τις μετακινήσεις κατά τη διάρκεια της πανδημίας, φαίνεται πως εκτός από τις μετακινήσεις για αγορές, περισσότερο από το 40% των ερωτηθέντων επέλεξε να μη μετακινείται αντί να συμμετέχει σε διάφορες δραστηριότητες εκτός σπιτιού. Όσον αφορά τη χρήση εργαλείων της ICT, σχεδόν το 80% εργαζόταν μέσω τηλεργασίας. Παρ’ όλα αυτά, υπήρξε μια μείωση κατά 68% στις παραγγελίες προϊόντων που διαφημίζονται μέσω τηλεόρασης στην αρχή της έξαρσης του ιού και 72% μείωση στις online αγορές.

Σε μια άλλη μελέτη των Shamshiripour et al. (2020) διερευνήθηκαν οι αλλαγές, καθώς και το μέγεθος, στη συμπεριφορά μετακίνησης κατά τη διάρκεια της πανδημίας και αν αυτές οι αλλαγές θα παραμείνουν ή θα επανέλθουν στην ισχύουσα κατάσταση πριν την εμφάνιση του Covid-19. Για να επιτευχθεί αυτό, συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο συνδυάζοντας τις μεθόδους δεδηλωμένης προτίμησης (SP) και αποκαλυπτόμενης προτίμησης (RP) και εφαρμόστηκε σε κεντρική περιοχή του Σικάγου. Πιο συγκεκριμένα, για να αντλήσει πληροφορίες συντάχθηκε σε τρεις κύριες κατηγορίες:

1. Κοινωνικοδημογραφικά στοιχεία όπως περιοχή διαμονής, ηλικία, φύλο, καταγωγή αλλά και άλλους οικονομικούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένων του επαγγέλματος και του ετήσιου εισοδήματος.
2. Παράγοντες σχετικούς με την υγεία, όπως βάρος, ύψος, σωματική άσκηση, αλλά και παράγοντες ρίσκου έκθεσης στον ιό όπως προϋπάρχοντα προβλήματα υγείας και επαφή με επιβεβαιωμένο κρούσμα.
3. Ένα εκτεταμένο σύνολο ερωτήσεων σχετικά με τη στάση και την αντίληψη των ανθρώπων, τις συνήθειες και την καθημερινή δραστηριότητα και συμπεριφορά μετακίνησης.

Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε από τις 5 Απριλίου 2020 μέχρι τις 2 Ιουνίου του 2020, μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας Qualtrics. Επίσης, εφαρμόστηκε το Google Map API για να συλλεχθούν προσεγγιστικά οι τοποθεσίες κατοικίας των συμμετεχόντων. Έπειτα από επεξεργασία των 1200 απαντήσεων, θεωρήθηκαν έγκυρες οι 915 απαντήσεις. Η ανάλυση των απαντήσεων έδειξε πως το 71% των ανθρώπων δεν είχε εργαστεί ποτέ από το σπίτι πριν την εμφάνιση του Covid-19, ενώ το 15% εργαζόταν ήδη από το σπίτι για τουλάχιστον 5 φορές την εβδομάδα. Επιπλέον, το 37% των συμμετεχόντων ανέφερε πως δεν είχε εργαστεί ποτέ από το σπίτι κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Αναλύοντας αυτή την κατηγορία, έγινε αντιληπτό πως το 9% είναι υγειονομικό προσωπικό και το υπόλοιπο ποσοστό είναι εργαζόμενοι σε καταστήματα λιανικής, στη βιομηχανία μεταφορών και άλλα υπηρεσιακά επαγγέλματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι άνθρωποι δίνουν περισσότερη έμφαση στην αποφυγή του συνωστισμού και των καταστημάτων κατά τη διάρκεια της πανδημίας συγκριτικά με πριν την πανδημία. Όσον αφορά τις μετακινήσεις μέσω αεροπλάνου, αναμένεται το 43% του πληθυσμού να μετακινείται με αεροπλάνο με λιγότερη συχνότητα στο μέλλον. Επίσης, ένα σημαντικό μέρος του πληθυσμού συσχετίζει τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς και τις υπηρεσίες “carpooling” με μέτρια έως υψηλή πιθανότητα έκθεσης στον κορωνοϊό. Συνεπώς, επιλέγουν να χρησιμοποιούν άλλα πιο ασφαλή μέσα μεταφοράς.

Οι Ku et al. (2021) ανέλυσαν τις αλλαγές στους τρόπους μετακίνησης των ανθρώπων εξαιτίας του Covid-19, στη Σεούλ της Νότιας Κορέας. Η καθημερινή μετακίνηση από και προς τη δουλειά, για ψώνια και για ψυχαγωγία προκύπτουν από μια ποικιλία σκοπών. Επίσης, οι μετακινήσεις αυτές διεξάγονται από διάφορα μεταφορικά μέσα, όπως Ι.Χ., μετρό και λεωφορεία συγκοινωνίας. Αρχικά, διεξήχθη ένας έλεγχος T (T-test) για να καθορίσει αν ο Covid-19 έχει όντως επηρεάσει τις αλλαγές στον κυκλοφοριακό φόρτο σε κάθε μέσο μεταφοράς για την ίδια περίοδο. Βάση της ανάλυσης των δεδομένων, Έτσι, συλλέχθηκαν δεδομένα εισόδου και εξόδου οχημάτων για κάθε μέσο μεταφοράς στη Σεούλ. Τα δεδομένα παρήχθησαν από δημόσια ιδρύματα για την ανάλυση των αλλαγών στους τρόπους μετακίνησης των επιβατών κατά τη διάρκεια του Covid-19. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε για τον Ιανουάριο έως τον Ιούνιο για τα έτη 2019 και 2020. Τα

δεδομένα αφορούσαν Ι.Χ., λεωφορεία, μετρό και τρένα. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του "Seoul Metro", "Korea Train Express", "Saemaeul" και "Mugunghwa". Επιπρόσθετα, ως εναλλακτικός τρόπος μετακίνησης, συλλέχθηκαν δεδομένα ενοικίασης ποδηλάτων από το "Seoul Bike Service". Τα δεδομένα για τα Ι.Χ. συλλέχθηκαν από ανιχνευτές οχημάτων σε 135 σημεία έρευνας στη Σεούλ. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα επιβατών μέσω των αστικών λεωφορείων με κάθε στάση στη Σεούλ, καθώς και για κάθε στάση μετρό. Τα αποτελέσματα του T-test έδειξαν έδειξαν πως η χρήση των μέσων μεταφοράς άλλαξε εξαιτίας της εμφάνισης του covid-19. Η κυκλοφορία στους δρόμους, στους σιδηρόδρομους και των δημόσιων ποδηλάτων έχουν αλλάξει όπως φαίνεται από τα στατιστικά στοιχεία. Η αύξηση της κυκλοφορίας των δημόσιων ποδηλάτων ήταν η υψηλότερη συγκριτικά με το προηγούμενο έτος ανάμεσα σε όλες τις κατηγορίες μέσων μεταφοράς και ήταν ανάλογη με τον αριθμό των κρουσμάτων στην Κορέα. Συνεπώς, συμπεραίνεται πως η χρήση των δημόσιων ποδηλάτων στη Σεούλ αποτελεί ένα σημαντικό μέσο μεταφοράς κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Η ανάλυση του ποσοστού χρήσης των μέσων μεταφοράς έδειξε πως το ποσοστό χρήσης των λεωφορείων, αστικών και μητροπολιτικών σιδηρόδρομων, που είναι παραδοσιακά μέσα δημόσιας συγκοινωνίας, μειώθηκε σε σύγκριση με τα ποσοστά χρήσης του προηγούμενου έτους εξαιτίας της πανδημίας. Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε αύξηση του ποσοστού χρήσης των Ι.Χ και παράλληλα μείωση του ποσοστού χρήσης των δημόσιων συγκοινωνιών. Συνεπώς, συμπεραίνεται πως οι μετακινούμενοι προσπάθησαν να αποφύγουν τα μέσα μαζικής μεταφοράς διότι είναι αρκετά πιθανό να έρθουν σε επαφή με άλλους μετακινούμενους. Παρ' όλα αυτά οι μετακινούμενοι φαίνεται να προτιμούν τα Ι.Χ οχήματα εφόσον υπάρχει μικρότερη πιθανότητα επαφής με άλλους μετακινούμενους. Τέλος, είναι αρκετά πιθανό, η αλλαγή από τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς στη χρήση Ι.Χ οχημάτων να συνδέεται με την αύξηση των πωλήσεων στα Ι.Χ οχήματα κατά τη διάρκεια της πανδημίας.

2.6 Συναφείς έρευνες

Σε πρόσφατες έρευνες εκτιμήθηκαν οι επιπτώσεις στον κυκλοφοριακό φόρτο εξαιτίας της μείωσης της κινητικότητας κατά τη περίοδο του Covid-19. Στο παρακάτω κεφάλαιο παρουσιάζονται περιληπτικά κάποιες συναφείς έρευνες.

Οι Lee et al. (2020) διερεύνησαν τους ημερήσιους κυκλοφοριακούς φόρτους στη Νότια Κορέα από 1 Ιανουαρίου έως 31 Μαρτίου 2020. Τα δεδομένα συγκρίθηκαν με τα δεδομένα του 2019 της ίδιας περιόδου προκειμένου να διερευνηθούν οι διαφορές στους κυκλοφοριακούς φόρτους. Αρχικά, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων που αναπαριστούσε τον κυκλοφοριακό φόρτο σε μορφή σημείων. Τα δεδομένα αυτά πάρθηκαν από την εταιρεία "Korea Expressway Corporation" και τα δεδομένα για τα επιβεβαιωμένα κρούσματα από την "Korea Centers for Disease Control and Prevention"

(KCDC). Τα κυκλοφοριακά δεδομένα συλλέχθηκαν από συστήματα ανίχνευσης οχημάτων (VDS). Επίσης, αναλύθηκαν τα κρούσματα στη Νότια Κορέα χρησιμοποιώντας τα στατιστικά από το KCDC. Πραγματοποιήθηκε μη γραμμική παλινδρόμηση για την ανάλυση των αλλαγών στους κυκλοφοριακούς φόρτους που προέκυψαν για το 2020 και απλή γραμμική παλινδρόμηση για τη σχέση μεταξύ του κυκλοφοριακού φόρτου και των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων. Από την ανάλυση προέκυψε πως ο μέσος ημερήσιος κυκλοφοριακός φόρτος μεταξύ Ιανουαρίου και Μαρτίου μειώθηκε κατά 9.7% σε σχέση με το 2019. Όλες οι περιοχές έδειξαν μια μείωση στην κυκλοφορία τον Φεβρουάριο, ενώ τον Μάρτιο παρουσιάστηκε αύξηση. Στην περιοχή Ίντσον υπήρχε μια σημαντική γραμμική σχέση ανάμεσα στον αυξανόμενο αριθμό των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων και τον αυξανόμενο κυκλοφοριακό φόρτο. Αυτό υποδεικνύει πως υπήρχε συχνότερη επαφή μεταξύ των ανθρώπων αυξάνοντας το ρίσκο της εξάπλωσης του Covid-19.

Οι Aloi et al. (2020) εκτίμησαν την επιρροή των περιοριστικών μέτρων που εφαρμόστηκαν, λόγω του Covid-19, στις 15 Μαρτίου 2020 στην πόλη Σανταντέρ της Ισπανίας, συγκρίνοντας τα κυκλοφοριακά δεδομένα έξι εβδομάδων πριν και μετά την εφαρμογή των μέτρων. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από 480 επαγγελματικούς βρόγχους που καταγράφουν δεδομένα κυκλοφοριακού φόρτου για κάθε λεπτό. Πιο συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν δεδομένα τοποθεσίας των μέσων μαζικής μεταφοράς, τα οποία αναλύθηκαν για να παρέχουν ταχύτητα και αριθμό των στάσεων από το ευφυές σύστημα μεταφορών (ITS) και τα δεδομένα των εισιτηρίων που παρείχαν τον αριθμό των χρηστών οποιαδήποτε στιγμή, σε οποιαδήποτε στάση, γραμμή και όχημα. Επίσης, αναλύθηκαν εγγραφές από 45 κάμερες ελέγχου χρησιμοποιώντας τεχνικές επεξεργασίας εικόνας καθιστώντας δυνατό να διακρίνουν την κινητικότητα των πεζών. Με το σύστημα καταγραφής, έγινε εφικτό να γίνει επεξεργασία και σύγκριση των εικόνων πριν και κατά τη διάρκεια της καραντίνας. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για να γίνει μια επανεκτίμηση στις μετακινήσεις προέλευσης-προορισμού προκειμένου να γίνει μια αρχική διάγνωση στο κατά πόσο έχει μειωθεί η κινητικότητα και πόσο έχει αλλάξει η κατανομή και ο σκοπός των μετακινήσεων.

Η ανάλυση των δεδομένων φανέρωσε τη μείωση της κινητικότητας κατά 76%. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς μειώθηκε κατά 93%. Επίσης, η κινητικότητα κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες μειώθηκε λιγότερο από τις απογευματινές, όπου η μείωση είναι πιο δραστική με την απουσία της απογευματινής αιχμής. Η εφαρμογή των περιοριστικών μέτρων επηρέασε τους σκοπούς μετακίνησης των ανθρώπων, όπου κύριος σκοπός μετακίνησης ήταν η εργασία. Η μείωση της κινητικότητας προκάλεσε επίσης τη μείωση της εκπομπής ρύπων κατά 60% καθώς και τη μείωση των τροχαίων έως και 67%.

Σε μελέτη των Parr et al. (2020) αναλύθηκαν οι δραστικές αλλαγές στη συμπεριφορά μετακίνησης συγκρίνοντας κυκλοφορικά δεδομένα αυτοκινητόδρομων στη Φλόριντα για τα έτη 2020 και 2019 αντίστοιχα. Η περίοδος μελέτης ήταν από 1 Ιανουαρίου έως 22 Μαρτίου 2020 και 2019 αντίστοιχα. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από το κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας της Φλόριντα. Πιο συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν κυκλοφοριακοί φόρτοι, ταχύτητα και τύπος οχήματος ανά ώρα χρησιμοποιώντας τηλεμετρικούς σταθμούς παρακολούθησης που μεταδίδουν τα δεδομένα μέσω κινητού τηλεφώνου ή ασύρματης επικοινωνίας. Συλλέχθηκαν έτσι οι ωριαίες κυκλοφοριακές μετρήσεις και επεξεργάστηκαν από 262 τηλεμετρικούς σταθμούς παρακολούθησης. Ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε σε ποσοστό 47.5% έως τις 22 Μαρτίου του 2020 συγκριτικά με αυτόν του 2019. Επίσης, ο κυκλοφοριακός φόρτος στους αυτοκινητοδρόμους μειώθηκε κατά 52.4% όταν συγκρίθηκε με αυτόν του 2019, ενώ στις οδικές αρτηρίες ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώθηκε κατά 40.6%. Επιπλέον, το κλείσιμο των σχολείων και των καταστημάτων εστίασης θεωρείται ότι σχετίζεται με την μείωση της κυκλοφορίας που παρατηρείται από τον Μάρτιο του 2020, καθώς επίσης και με τη μείωση της κυκλοφορίας που 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 κορωνοϊό 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. Η επιρροή του Covid-19 εμφανίστηκε νωρίτερα στις αστικές περιοχές απ' ότι στις υπεραστικές, δίχως να προσδιορισθεί ο λόγος που συνέβη. 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 παρατηρήθηκε μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου με καθυστέρηση 5 ημερών σε σχέση με τους αυτοκινητοδρόμους. Ένα ακόμη συμπέρασμα που προέκυψε 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 υπήρξε μια καθυστέρηση 4 ημερών σε σύγκριση με τις αστικές αρτηρίες.

Ο Bucsky (2020) μελέτησε τις σημαντικές επιπτώσεις του Covid-19 στο σύστημα μεταφορών της Βουδαπέστης. Πρόκειται για μία ιδιαίτερη περίπτωση, καθώς η Βουδαπέστη κατέχει ένα από τα υψηλότερα ποσοστά χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς. Ως ερευνητική περίοδος ορίστηκε ο Μάρτιος του έτους 2020. Πιο συγκεκριμένα, στις 16

Μαρτίου ανακοινώθηκαν οι περιορισμοί λόγω Covid-19, επομένως πραγματοποιήθηκε μια σύγκριση πριν και μετά τα νέα μέτρα που εφαρμόστηκαν. Τα δεδομένα για όλα τα μέσα μετακίνησης συλλέχθηκαν από διαφορετικές πηγές. Οι ημερήσιοι κυκλοφοριακοί φόρτοι για τις οδικές μεταφορές δόθηκαν από τη Budapest Roads Ltd. και την εφαρμογή δρομολογίων Waze. Για τα μέσα μαζικής μεταφοράς, οι ημερήσιοι αριθμοί χρηστών υπολογίστηκαν βάσει των μετρήσεων επιβατών από το Budapest Center for Transport Ltd. και κατανεμήθηκαν ανά ημέρα μέσω του Google mobility report. Ο αριθμός των χρηστών ποδηλάτων ήταν διαθέσιμος από πέντε σταθμούς αυτόματων μετρήσεων, ενώ τα δεδομένα χρήσης του συστήματος κοινής χρήσης ποδηλάτων (BSS) παρήχθησαν από τη BBK. Τέλος, για τον αριθμό των πεζών έγινε μια εκτίμηση με τη βοήθεια δεδομένων τοποθεσίας της Google. Τα δεδομένα έδειξαν πως οι οδικές και δημόσιες μεταφορές μειώθηκαν απότομα στις 16 και 17 Μαρτίου, παράλληλα με την ανακοίνωση των κυβερνητικών μέτρων. Το επίπεδο κινητικότητας παρέμεινε το ίδιο χαμηλό και τις υπόλοιπες μέρες του Μαρτίου. Παρ' όλα αυτά η χρήση ποδηλάτου και το σύστημα κοινής χρήσης ποδηλάτων (BSS) είχαν μια ανοδική πορεία κατόπιν των περιορισμών κινητικότητας που εφαρμόστηκαν για την εξάλειψη του Covid-19. Συγκρίνοντας τη μέση κυκλοφορία των δύο πρώτων εβδομάδων με αυτή των δύο τελευταίων εβδομάδων του Μαρτίου, παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 37% στις γέφυρες του Δούναβη και 34% στους αυτοκινητόδρομους M1 και M7. Οι χρήστες της εφαρμογής waze σημείωσαν ακόμα μεγαλύτερη μείωση (61%), καθώς η εφαρμογή δε χρησιμοποιούταν εφόσον δεν υπήρχε κυκλοφοριακή συμφόρηση μετά τις 16 Μαρτίου και η χρήση εφαρμογών σχεδιασμού δεν ήταν ιδιαίτερη σημαντική. Οι δημόσιες συγκοινωνίες ήταν αυτές που δέχθηκαν τη μεγαλύτερη μείωση από την πανδημία. Πιο συγκεκριμένα, η BBK υπολόγισε πτώση χρηστών κατά 90% την τέταρτη εβδομάδα. Όσον αφορά τους πεζούς, δεν υπάρχουν επίσημα δεδομένα διαθέσιμα. Παρ' όλα αυτά έγινε μια εκτίμηση από δεδομένα τοποθεσίας μέσω Google και δημόσιων ερευνών, όπου διαπιστώθηκε σημαντική μείωση χρόνου εκτός σπιτιού, από τις 6.63 ώρες στις 23 Μαρτίου, μειώθηκε σε 2.92 ώρες στις 31 Μαρτίου. Σύμφωνα με διαθέσιμες πηγές δεδομένων κινητικότητας και της κοινής γνώμης, διαπιστώθηκε πως υπήρξε μείωση περίπου 50% στην κυκλοφορία των πεζών, κατά το δεύτερο μισό του Μαρτίου. Η κυκλοφορία των ποδηλάτων υπολογίστηκε σε πέντε διαφορετικές τοποθεσίες στη Βουδαπέστη, συγκρίνοντας την περίοδο 1 Μαρτίου έως τις 31 Μαρτίου του 2020 με 3 Μαρτίου έως 2 Απριλίου του 2019. Για τις δύο περιόδους μετρήθηκε ο ίδιος αριθμός εργασιμων ημερών και σαββατοκύριακων. Κατά το δεύτερο μισό του Μαρτίου, το επίπεδο κυκλοφορίας των ποδηλάτων παρέμεινε χαμηλό παρόλο που ελήφθησαν μέτρα τα οποία ενθάρρυναν τους κατοίκους να χρησιμοποιούν τα ποδήλατα. Πιο συγκεκριμένα, η BKK εισήγαγε άλλα 20 χλμ προσωρινών λωρίδων στην ήδη υπάρχουσα μήκους 256 χλμ, μειώνοντας τον αριθμό λωρίδων οχημάτων σε κάποιους κεντρικούς δρόμους. Παρ' όλα αυτά η επέμβαση της

ΒΚΚ δεν ενθάρρυνε τους κατοίκους να χρησιμοποιούν περισσότερο το ποδήλατο ως μέσο μετακίνησης.

Ο Muley et al. (2021) αξιολόγησαν τον αντίκτυπο των μέτρων αντιμετώπισης της πανδημίας στη ζήτηση της κυκλοφορίας και την οδική ασφάλεια στο Κατάρ. Πιο συγκεκριμένα συλλέχθηκαν από την αρχή δημοσίων έργων (ASHGHAL) ημερήσιες μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου, που εισέρχονται και εξέρχονται από την πόλη της Ντόχα, από 24 διασταυρώσεις κάθε 15 λεπτά για αρκετές ημέρες. Όσον αφορά τα δεδομένα οδικής ασφάλειας του Κατάρ, συλλέχθηκαν από την Αρχή Σχεδιασμού και Στατιστικής της πολιτείας του Κατάρ (Planning and Statistics Authority, 2020) και αφορούν στοιχεία ατυχημάτων και παραβάσεων από τον Ιανουάριο έως τον Μάιο 2020. Πραγματοποιήθηκε έτσι σύγκριση του κυκλοφοριακού φόρτου πριν και μετά την εφαρμογή μιας σειράς προληπτικών μέτρων, αλλά και πριν και μετά την έναρξη της πανδημίας. Τα προληπτικά μέτρα ήταν τα εξής:

1. Διακοπή λειτουργίας όλων των εκπαιδευτικών οργανισμών και περιορισμός στις παγκόσμιες πτήσεις από συγκεκριμένες χώρες.
2. Διακοπή λειτουργίας όλων των εμπορικών καταστημάτων (εκτός των φαρμακείων και των καταστημάτων παροχής φαγητού), των υπηρεσιών ταξί, της δημόσιας συγκοινωνίας και των διεθνών πτήσεων από όλες τις χώρες.
3. Περιορισμός του αριθμού των εργαζομένων στον εργασιακό χώρο στο 20%, προωθώντας την τηλεργασία για τους υπόλοιπους εργαζόμενους για τους δημόσιους και ιδιωτικούς τομείς. Επίσης, απαγορεύτηκαν όλες οι μη αναγκαίες μετακινήσεις. Το μέτρο αυτό περιλαμβάνει και τα προηγούμενα μέτρα.

Στη συνέχεια, έγινε η σύγκριση των ατυχημάτων και παραβάσεων με τα αντίστοιχα του έτους 2019. Ένα συμπέρασμα που προέκυψε από τη σύγκριση των κυκλοφοριακών φόρτων είναι πως τα κυκλοφοριακά μοτίβα ήταν παρόμοια πριν και μετά την εφαρμογή των μέτρων, παρ' όλα αυτά οι κυκλοφοριακοί φόρτοι μειώθηκαν σημαντικά σε ποσοστό πάνω από 30%. Γενικότερα, η κυκλοφορία κατά τις ώρες αιχμής μειώθηκε αρκετά μετά από την εφαρμογή κάθε μέτρου. Παρ' όλα αυτά η μείωση της απογευματινής ώρας αιχμής μετά την εφαρμογή του μέτρου 3 δεν ακολούθησε το αναμενόμενο αποτέλεσμα εξαιτίας άλλων παραγόντων, όπως η αλλαγή στις μετακινήσεις των πολιτών λόγω του ιερού μήνα του Ραμαζανιού. Όσον αφορά την οδική ασφάλεια, τα μηνιαία ατυχήματα και οι παραβάσεις, συγκρίθηκαν με τις τιμές του έτους 2019, από τον Ιανουάριο έως τον Ιούνιο. Τα συνολικά ατυχήματα παρουσίασαν μία μείωση της τάξης του 16%, 35% και 38% κατά τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο αντίστοιχα. Τον Μάρτιο, οι μερικοί περιορισμοί (μέτρα 1 και 2) δεν έδειξαν κάποια αλλαγή στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα, ενώ τον Απρίλιο και τον Μάιο η εφαρμογή των τριών μέτρων μείωσε δραστικά

τα θανατηφόρα ατυχήματα κατά 54% και 42% αντίστοιχα. Τέλος, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν πως η μέγιστη μείωση της κυκλοφορίας κατά τις ώρες αιχμής συσχετίζεται με την εφαρμογή των μέτρων 3 και 2.

Οι Macioszek and Kurek (2021) ανέλυσαν τους κυκλοφοριακούς φόρτους πριν και μετά τα περιοριστικά μέτρα που εφαρμόστηκαν λόγω του Covid-19 σε μια περιοχή της Πολωνίας. Αρχικά, συλλέχθηκαν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι για επιλεγμένες διασταυρώσεις για το 2019 και το 2020 από το κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας του Γκλίβιτσε. Τα δεδομένα περιλάμβαναν ημερήσιους κυκλοφοριακούς φόρτους για το 2019 και το 2020, διαιρεμένοι σε δεκαπεντάλεπτα διαστήματα.

Προκειμένου να χαρακτηριστούν οι αλλαγές στους κυκλοφοριακούς φόρτους των επιλεγμένων διασταυρώσεων πριν και μετά την εφαρμογή των περιοριστικών μέτρων, συγκρίθηκαν τα παρακάτω κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά για το 2019 και το 2020:

- Ο μέσος όρος κυκλοφοριακού φόρτου τις εργάσιμες ημέρες σε συγκεκριμένες εβδομάδες του έτους,
- Ο συνολικός κυκλοφοριακός φόρτος σε συγκεκριμένες ημέρες της εβδομάδας και συγκεκριμένους μήνες,
- Η κατανομή του συνολικού κυκλοφοριακού φόρτου κατά τις εργάσιμες ημέρες σε συγκεκριμένες εβδομάδες και η πρόβλεψη των κυκλοφοριακών φόρτων για το 2020,
- Η κατανομή του συνολικού κυκλοφοριακού φόρτου για συγκεκριμένες εβδομάδες και η πρόβλεψη των κυκλοφοριακών φόρτων για το 2020,
- Παράγοντες που μεταβάλλουν την κυκλοφορία τις ερχόμενες εβδομάδες του χρόνου,
- Παράγοντες που μεταβάλλουν τη μέση ετήσια κίνηση,
- Την ημερήσια κατανομή της κυκλοφορίας για συγκεκριμένες εβδομάδες.

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως η μεγαλύτερη μείωση των κυκλοφοριακών φόρτων ήταν κατά τη διάρκεια του πρώτου κύματος της πανδημίας (από 9 έως 10 Μαΐου 2020). Εκείνη την περίοδο, ο παράγοντας μεταβλητότητας κυκλοφορίας κυμαινόταν από 1.10% έως -45.70% σε συγκεκριμένες διασταυρώσεις. Κατά τη διάρκεια του 2020, παρατηρήθηκε επίσης μείωση στις τιμές των κυκλοφοριακών φόρτων κάτω του ΕΜΗΚ, το οποίο προέκυψε από τις χειμερινές και τις καλοκαιρινές γιορτές ή από το δεύτερο κύμα της πανδημίας που προέκυψε στην Πολωνία κατά τους φθινοπωρινούς μήνες. Οι μειώσεις αυτές δεν είναι τόσο μεγάλες όπως ήταν κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας. Οι τιμές του συνολικού κυκλοφοριακού φόρτου σε συγκεκριμένες μέρες της εβδομάδας για

συγκεκριμένους μήνες του 2020 ήταν χαμηλότερες από αυτές του 2019 για τις διασταυρώσεις που αναλύθηκαν. Η κατανομή στον κυκλοφοριακό φόρτο για συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, χαρακτηρίστηκε από μικρότερη διασπορά ανά ημέρα σε σύγκριση με αυτή του 2019. Επιπλέον, το 2020 οι πρωινές και απογευματινές ώρες αιχμής έδειξαν μεγαλύτερη ελάττωση συγκριτικά με το 2019. Το 2019 οι πρωινές ώρες αιχμής ήταν από τις 6:00 έως τις 8:00 και οι απογευματινές ώρες αιχμής ήταν από τις 14:00 έως τις 15:00. Το 2020, οι πρωινές και απογευματινές ώρες αιχμής ήταν οι ίδιες με αυτές του 2019 μέχρι τη 12^η εβδομάδα. Μετά τη 12^η εβδομάδα του 2020, η πρωινές ώρες αιχμής ήταν μεταξύ 4:00 και 6:00, ενώ οι απογευματινές ώρες ήταν μεταξύ 13:00 και 16:00. Τέλος, για κάθε διασταύρωση κάθε μήνα του έτους (εκτός από τον Φεβρουάριο), η κατανομή της κυκλοφορίας το 2020 θεωρείται αδιευκρίνιστη συγκριτικά με την κατανομή το 2019.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η συλλογή δεδομένων είναι μια σημαντική διαδικασία καθώς ορίζει την κατεύθυνση και το εύρος της έρευνας πεδίου. Εξίσου σημαντική είναι και η διερεύνηση της περιοχής μελέτης καθώς και της χρονικής περιόδου που επιλέγεται.

3.1 Πορεία Πανδημίας

Το 2020 η Ελλάδα, όπως και ο υπόλοιπος κόσμος, αντιμετώπισε την πανδημία του κορωνοϊού (COVID-19). Το πρώτο επιβεβαιωμένο κρούσμα κορωνοϊού στην Ελλάδα ανακοινώθηκε στις 26 Φεβρουαρίου 2020. Από εκείνη τη στιγμή, η χώρα αντιμετώπισε μια σειρά προκλήσεων και επέβαλλε αυστηρά μέτρα για να περιορίσει την εξάπλωση του ιού. Πιο συγκεκριμένα, στις 10 Μαρτίου επιβλήθηκαν τα πρώτα περιοριστικά μέτρα, όπως η απαγόρευση των μαζικών συναθροίσεων, το κλείσιμο των σχολείων και των πανεπιστημίων, η αναστολή αθλητικών εκδηλώσεων και η αναβολή πολιτιστικών εκδηλώσεων. Στις 13 Μαρτίου πραγματοποιείται πλήρης κλείσιμο των εστιατορίων, μπαρ, καφετεριών, νυχτερινών κέντρων, γυμναστηρίων και άλλων δημόσιων χώρων.

Στις 23 Μαρτίου εκδίδεται προεδρικό διάταγμα για την επιβολή περιοριστικών μέτρων και απαγόρευση της κυκλοφορίας σε όλη τη χώρα (lockdown). Οι περισσότερες επιχειρήσεις και οι δημόσιοι χώροι κλείνουν, εκτός από αυτούς που θεωρούνται απαραίτητοι όπως τα φαρμακεία και τα σούπερ μάρκετ. Τα μέτρα αυτά επέφεραν σημαντική μείωση μετακινήσεων και των επαφών μεταξύ των ανθρώπων, με αποτέλεσμα να μειωθεί σημαντικά ο αριθμός των νέων κρουσμάτων.

Στις 4 Μαΐου ξεκίνησε η άρση των μέτρων και η Αρχή της "κανονικότητας υπό συνθήκες κορωνοϊού". Επαναλειτούργησαν καταστήματα, ανοικτοί χώροι, επιχειρήσεις και βιομηχανικές μονάδες με υποχρεωτική τήρηση κανόνων υγιεινής και κοινωνικής απόστασης. Από τις 11 Μαΐου έγινε επανέναρξη λειτουργίας των περισσότερων εμπορικών καταστημάτων και η επαναλειτουργία τους συνοδεύτηκε από υποχρέωση τήρησης μέτρων ατομικής προστασίας από τους εργαζόμενους και τους πελάτες, περιορισμούς αναφορικά με τον μέγιστο αριθμό πελατών εντός των καταστημάτων και την κατά περίπτωση υποχρεωτική χρήση μασκών και γαντιών μιας χρήσης. Την ίδια μέρα ξεκίνησε και η επαναλειτουργία όλων των Λυκείων και φροντιστηρίων της χώρας, με μαθήματα μόνο για τους μαθητές της Γ' Λυκείου και με την εφαρμογή κανόνων υγιεινής και τήρησης αποστάσεων για την αποτροπή συναθροίσεων ή συγχρωτισμού. Στις 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. Τα δημοτικά σχολεία και τα νηπιαγωγεία επαναλειτούργησαν επίσης από την 1η Ιουνίου. Οι

επιχειρήσεις εστίασης άρχισαν να λειτουργούν εκ νέου από τις 25 Μαΐου με τοποθέτηση τραπεζοκαθισμάτων μόνο σε εξωτερικούς χώρους και τήρηση αποστάσεων μεταξύ αυτών. Ακολούθησε, μέσα στον Ιούνιο, η λειτουργία των πάρκων αναψυχής, των θεματικών πάρκων και των ανοιχτών παιδότοπων, καθώς και των επιχειρήσεων εστίασης σε εσωτερικούς χώρους, των καταλυμάτων διακοπών και των αθλητικών εγκαταστάσεων. Όσον αφορά στην επανέναρξη λειτουργίας του τουρισμού, αυτή έγινε την 1η Ιουλίου αλλά με συγκεκριμένες διαδικασίες ελέγχου και οδηγίες.

Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, η Ελλάδα υποδέχθηκε μεγάλο αριθμό τουριστών. Παρά τα μέτρα προφύλαξης που είχαν επιβληθεί, ήταν αναμενόμενο να αυξηθούν τα κρούσματα. Τον Αύγουστο, τα κρούσματα αρχίζουν και πάλι να καταγράφουν μία ανοδική πορεία παρά την υψηλή θερμοκρασία και καθημερινά σημειώνεται τριψήφιος αριθμός κρουσμάτων με αποτέλεσμα το δεύτερο κύμα πανδημίας να έρχεται όλο και πιο κοντά. Οι αρχές προχώρησαν σε περαιτέρω περιορισμούς και επέβαλαν αυστηρότερα μέτρα για την αντιμετώπιση της αύξησης των κρουσμάτων. Στις 25 Σεπτεμβρίου εκδίδεται ΦΕΚ όπου εφαρμόστηκε σύστημα τηλεργασίας στον ιδιωτικό τομέα σε ποσοστό 40% επί του συνολικού αριθμού των εργαζομένων, ενώ από 2 Νοεμβρίου 2020 το ποσοστό αυτό αυξήθηκε στο 50%, με σκοπό την αναχαίτιση της εξάπλωσης του νέου κορωνοϊού και την αποσυμφόρηση των μέσων μαζικής μεταφοράς (MMM).

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. Η αύξηση των κρουσμάτων σε διάφορες περιοχές της χώρας οδήγησαν στην ανακοίνωση νέων μέτρων και συγκεκριμένα νέου καθολικού περιορισμού των μετακινήσεων (lockdown) σε ολόκληρη τη χώρα από τις 7 Νοεμβρίου 2020. Τα σχολεία και οι δημοτικές αθλητικές εγκαταστάσεις παρέμειναν κλειστά, ενώ απαγορεύθηκαν και οι αθλητικές δραστηριότητες καθ' όλη τη διάρκεια του lockdown.

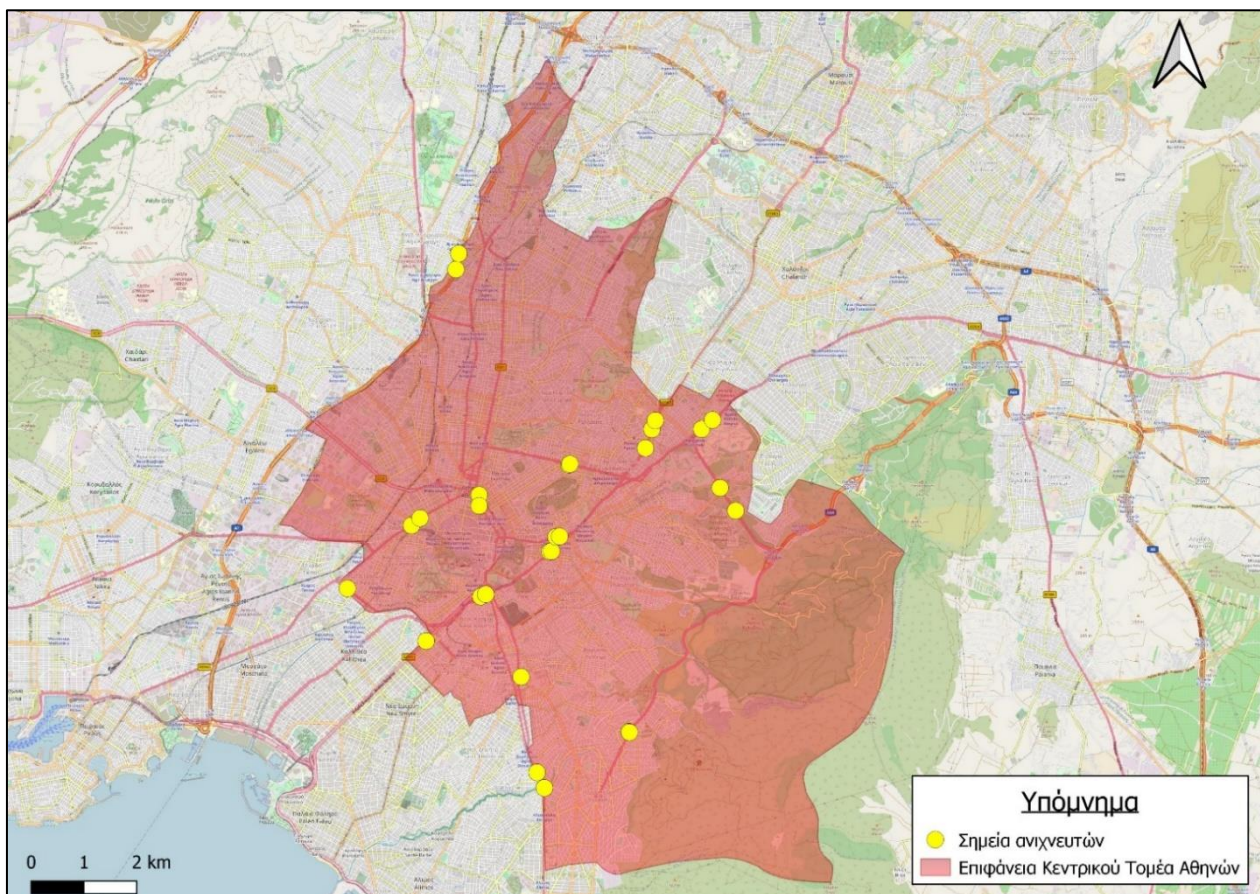
3.2 Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης που ορίστηκε για τη διερεύνηση των επιπτώσεων της πανδημίας στον κυκλοφοριακό φόρτο είναι το Λεκανοπέδιο Αττικής. Το Λεκανοπέδιο Αττικής, γνωστό και ως Λεκανοπέδιο Αθηνών, είναι ο πεδινός γεωγραφικός χώρος στο κέντρο της Αττικής, εντός του οποίου έχει αναπτυχθεί το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας. Περιβάλλεται ημικυκλικά από τα όρη Αιγάλεω (Δ), Ποικίλο (Δ-ΒΔ), Πάρνηθα (Β), Πεντέλη (ΒΑ) και Υμηττό (Α), ενώ στα νότια βρέχεται από το Σαρωνικό κόλπο. Το πολεοδομικό συγκρότημα Αθηνών - Πειραιώς (Π.Σ. Αθηνών - Πειραιώς) αποτελεί μία μεγάλη αστική περιοχή στην Αττική, η οποία περιλαμβάνει την Αθήνα, τον Πειραιά και τα προάστιά τους. Εκτείνεται κατά κύριο λόγο στο λεκανοπέδιο Αττικής. Σύμφωνα με το Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα (ΠΕΠ) Αττικής βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων πέντε Περιφερειακών

Ενοτήτων της Περιφέρειας Αττικής: Κεντρικού Τομέα Αθηνών, Νότιου Τομέα Αθηνών, Βόρειου Τομέα Αθηνών, Δυτικού Τομέα Αθηνών και Πειραιώς. Κάθε περιφερειακή ενότητα της Αττικής διαθέτει πολλές οδικές αρτηρίες που συγκροτούν το οδικό δίκτυο της Αττικής. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες από τις σημαντικότερες οδικές αρτηρίες, καθώς και οι περιφερειακές ενότητες στις οποίες εκτείνονται.

Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού τομέα Αθηνών

Ο κεντρικός Τομέας Αθηνών περιλαμβάνει το αστικό τμήμα του κέντρου του λεκανοπεδίου των Αθηνών που περικλείεται από την Εθνική Οδό Αθηνών-Λαμίας, τα Τουρκοβούνια, τον Υμηττό και τον Ιλισσό ποταμό. Η Περιφερειακή Ενότητα Κεντρικού τομέα Αθηνών συνορεύει με τον Βόρειο Τομέα, τον Δυτικό Τομέα και τον Νότιο Τομέα Αθηνών. Ο πληθυσμός της ενότητας Κεντρικού τομέα είναι 996.283 κάτοικοι, η πυκνότητα πληθυσμού της είναι 11.796,14 κάτοικοι ανά τ.χλμ. και η έκτασή της είναι 87,27 τ.χλμ.



Εικόνα 3.1: Σημεία ανιχνευτών στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Σημαντικές οδικές αρτηρίες που διαπερνούν τον κεντρικό τομέα Αθηνών είναι οι λεωφόροι Βασιλίσσης Σοφίας και Αλεξάνδρας, καθώς και οι οδοί Σταδίου και Παναγή Τσαλδάρη.

Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας

Η Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας είναι από τις μεγαλύτερες και κεντρικότερες λεωφόρους της Αθήνας. Πρόκειται για μια Λεωφόρο μήκους 2,8 χλμ. που διασταυρώνεται με τις οδούς Ακαδημίας, Σέκερη, Σούτσου και τις Λεωφόρους Βασιλέως Κωνσταντίνου και Μεσογείων. Ξεκινάει από την πλατεία Συντάγματος και καταλήγει στη Λεωφόρο Αλεξάνδρας και Κηφισίας.

Λεωφόρος Αλεξάνδρας

Η Λεωφόρος Αλεξάνδρας είναι ο κεντρικός οδικός άξονας του Δήμου της Αθήνας, ο οποίος ενώνει τη Λεωφόρο Πατησίων με τη Λεωφόρο Κηφισίας, ενώ παράλληλα αποτελεί βόρειο όριο του Αθηναϊκού Δακτυλίου.

Οδός Σταδίου

Η οδός Σταδίου είναι ιστορικός δρόμος στο κέντρο της Αθήνας με μήκος 980 μ. Συνδέει την Πλατεία Ομονοίας με την Πλατεία Συντάγματος. Εντάσσεται στο ρυμοτομικό πλέγμα του πολεοδομικού σχεδίου που εφαρμόστηκε βόρεια της παλαιάς πόλης, αναπτυσσόμενη περιμετρικά του ιστορικού κέντρου και παραλλήλως της Ακαδημίας και της Πανεπιστημίου.

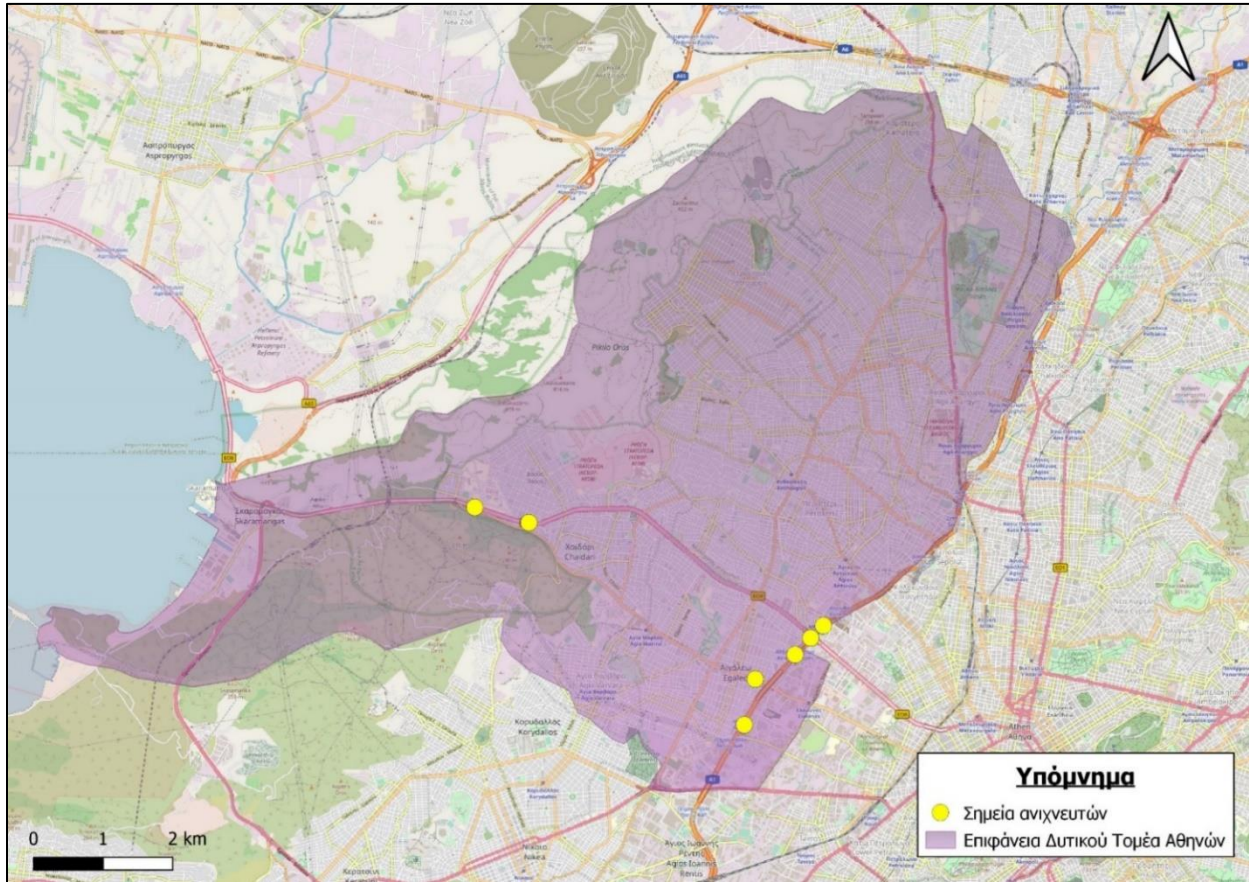
Οδός Παναγή Τσαλδάρη

Η Οδός Παναγή Τσαλδάρη είναι ιστορικός δρόμος στην 1η δημοτική ενότητα της πόλης της Αθήνας με αρχική ονομασία Οδός Πειραιώς. Έχει μήκος περίπου ένα χιλιόμετρο. Εντάσσεται στο ρυμοτομικό πλέγμα του πολεοδομικού σχεδίου που εφαρμόστηκε βόρεια της παλαιάς πόλης, αναπτυσσόμενη περιμετρικά του ιστορικού κέντρου, παραλλήλως της Αγίου Κωνσταντίνου η οποία οδηγεί στη Λεωφόρο Αθηνών και έναντι των οδών Ακαδημίας και Σταδίου στα ανατολικά. Ο δρόμος ξεκινά από την Ομόνοια και διέρχεται από την Πλατεία Κουμουνδούρου και τον αρχαιολογικό χώρο του Κεραμεικού, για να καταλήξει στην Οδό Πειραιώς μετά τη διακλάδωση με την Ιερά Οδό στον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, στο Γκάζι και το Θησείο.

Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού τομέα Αθηνών

Η Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών περιλαμβάνει το δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου των Αθηνών που περικλείεται από την Εθνική Οδό Αθηνών-Λαμίας και τα

όρη Αιγάλεω και Ποικίλο. Συνορεύει με τον Κεντρικό Τομέα, την Περιφερειακή Ενότητα Πειραιώς και την Περιφερειακή Ενότητα Δυτικής Αττικής. Ο πληθυσμός της ενότητας Δυτικού τομέα, σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του 2021, είναι 475.809 κάτοικοι, η πυκνότητα πληθυσμού της είναι 7.126,08 κάτοικοι ανά τ.χλμ. και η έκτασή της είναι 66,8 τ.χλμ.



Εικόνα 3.2: Σημεία ανιχνευτών στον Δυτικό Τομέα Αθηνών

Σημαντικές οδικές αρτηρίες που διασχίζουν την Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού τομέα Αθηνών είναι η Λεωφόρος Κηφισού, η Λεωφόρος Πέτρου Ράλλη και η Λεωφόρος Αθηνών.

Λεωφόρος Κηφισού

Η Λεωφόρος Κηφισού είναι κεντρικός οδικός άξονας των Αθηνών, ο οποίος έχει κατασκευαστεί επί του ποταμού Κηφισού. Με μήκος 14 χλμ., ξεκινά από την περιοχή της Κηφισιάς και διατρέχει πλήθος δήμων και συνοικιών της Αττικής, καταλήγοντας στον Φαληρικό όρμο, όπου και συνδέεται με τη Λεωφόρο Ποσειδώνος. Ουσιαστικά, ενώνει κατακόρυφα τον Βόρειο Τομέα Αθηνών με τον Πειραιά. Οι περιοχές που διασχίζει είναι η

Νέα Φιλαδέλφεια, οι Άγιοι Ανάργυροι, ο Άγιος Ιωάννης Ρέντης, το Αιγάλεω, το Περιστέρι, ο Πειραιάς και το Παλαιό Φάληρο.

Λεωφόρος Πέτρου Ράλλη

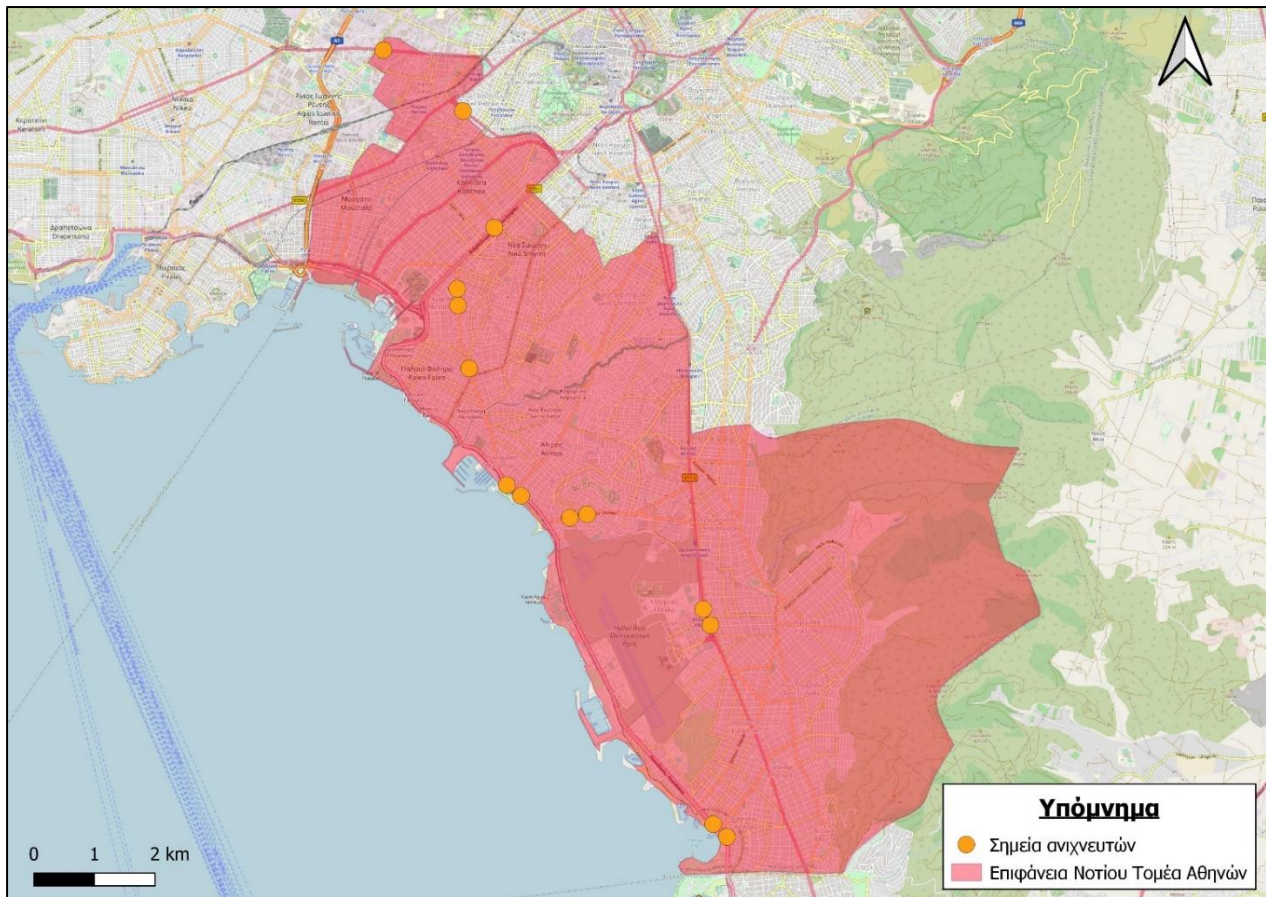
Η Λεωφόρος Πέτρου Ράλλη, είναι μεγάλος κεντρικός οδικός άξονας που εκτείνεται σε μήκος 7 χιλιομέτρων και συνδέει το Βοτανικό στο κέντρο της Αθήνας με τη Νίκαια. Ξεκινάει από την οδό Πειραιώς, διασχίζει τα όρια των δήμων Ταύρου, Αιγάλεω και Ρέντη, και καταλήγει στο κέντρο της Νίκαιας, όπου συνεχίζει έως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

Λεωφόρος Αθηνών

Η Λεωφόρος Αθηνών είναι κύρια οδική αρτηρία που ξεκινά από το κέντρο της Αθήνας και κατευθύνεται δυτικά, ως την Εθνική οδό Αθηνών-Κορίνθου. Συγκεκριμένα, από την πλατεία Καραϊσκάκη και τον Σταθμό Μετρό Μεταξουργείο, ξεκινά με την ονομασία Αχιλλέως. Την ονομασία Λεωφόρος Αθηνών αποκτά από τη διασταύρωσή της με τη Λεωφόρο Κωνσταντινουπόλεως και διασχίζει τις περιοχές Αιγάλεω και Χαϊδάρι, φτάνοντας έως το Δαφνί. Από τη Μονή Δαφνίου ενώνεται με την Ιερά Οδό, μέχρι τα όρια του Δήμου Ελευσίνας, απ' όπου ξεκινά η Εθνική οδός Αθηνών-Κορίνθου. Αποτελεί μέρος των Εθνικών Οδών 8 και 8α.

Περιφερειακή Ενότητα Νοτίου τομέα Αθηνών

Η Περιφερειακή Ενότητα Νοτίου Τομέα Αθηνών περιλαμβάνει το νοτιότερο τμήμα του λεκανοπεδίου της Αττικής. Ο πληθυσμός της Περιφερειακής Ενότητας Νοτίου Τομέα είναι 526.996 κάτοικοι, η πυκνότητα πληθυσμού της είναι 7.692,46 κάτοικοι ανά τ.χλμ. και η έκτασή της είναι 70 τ.χλμ.



Εικόνα 3.3: Σημεία ανιχνευτών στον Νότιο Τομέα Αθηνών

Σημαντικές οδικές αρτηρίες που διαπερνούν τον νότιο τομέα Αθηνών είναι οι Λεωφόροι Συγγρού, Βουλιαγμένης, Ποσειδώνος και Αλίμου.

Λεωφόρος Ανδρέα Συγγρού

Η Λεωφόρος Ανδρέα Συγγρού είναι μια λεωφόρος μήκους 5 χλμ., η οποία συνδέει το κέντρο των Αθηνών με το Φάληρο και την Καλλιθέα στην περιοχή Τζιτζιφιές. Αφετηρία της Λεωφόρου είναι η οδός Αθανασίου Διάκου και τερματισμός η Λεωφόρος Ποσειδώνος. Επίσης, διασταυρώνεται με τις οδούς Καλλιρόης, Λαγουμιτζή, Λάμπρου Κατσώνη και Λεωφόρου Αμφιθέας.

Λεωφόρος Βουλιαγμένης

Η Λεωφόρος Βουλιαγμένης είναι ο κύριος οδικός άξονας των Νοτίων Προαστίων και το συνολικό μήκος της είναι 15,3 χιλιόμετρα. Ξεκινά από το κέντρο, σχεδόν, της Αθήνας και καταλήγει στις αρχές του Δήμου Βουλιαγμένης, σε σύνδεση με την Λεωφόρο Ποσειδώνος.

Η Λεωφόρος Βουλιαγμένης δεν έχει ενιαίο σχεδιασμό καθώς ξεκινά με δύο διαφορετικούς δρόμους στο ύψος του Παγκρατίου, για να γίνει ενιαία Λεωφόρος στο ύψος του Αγίου Δημητρίου. Διαθέτει τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση ενώ υπάρχουν παράλληλα και εσωτερικοί δρόμοι για την εξυπηρέτηση της τοπικής κίνησης.

Λεωφόρος Ποσειδώνος

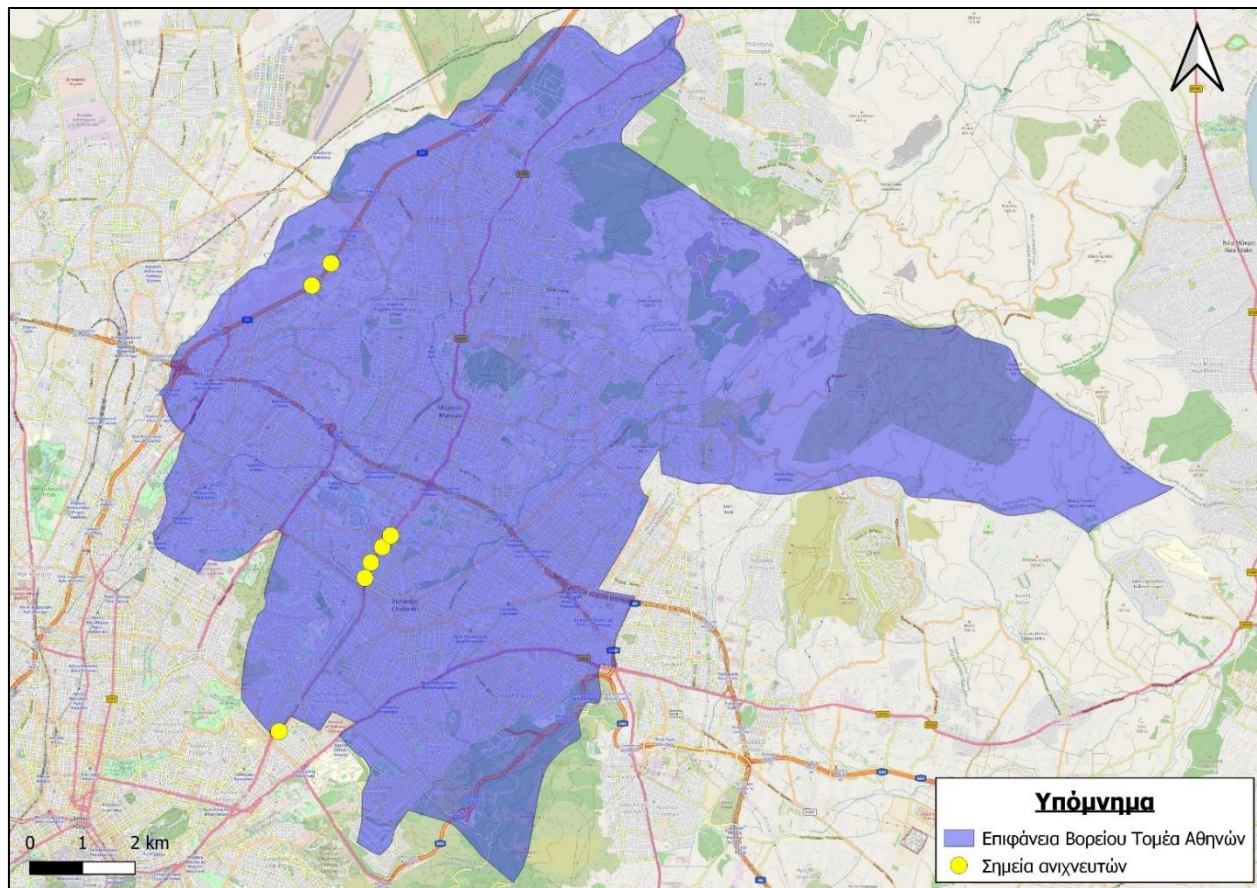
Η Λεωφόρος Ποσειδώνος, είναι μια παραθαλάσσια λεωφόρος, μήκους 15,4 χλμ., στα νότια προάστια της Αθήνας. Ξεκινάει από τον Πειραιά, διέρχεται από το Παλαιό Φάληρο, την Καλλιθέα, τον Άλιμο, το Ελληνικό, τη Γλυφάδα και καταλήγει στη Βούλα, όπου μετονομάζεται και σε Λεωφόρος Κωνσταντίνου Καραμανλή. Αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες λεωφόρους ακόμη και για το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας.

Λεωφόρος Αλίμου

Η Λεωφόρος Αλίμου είναι λεωφόρος η οποία συνδέει τη λεωφόρο Ποσειδώνος με τη λεωφόρο Βουλιαγμένης. Έχει μήκος 2,5 χλμ. και είναι μια από τις σημαντικές λεωφόρους στον Άλιμο. Αποτελεί επίσης όριο του μεγάλου δακτυλίου Αθηνών.

Περιφερειακή Ενότητα Βορείου τομέα Αθηνών

Η Περιφερειακή Ενότητα Βορείου Τομέα Αθηνών είναι σύμπλεγμα δώδεκα αυτοδιοικητικών οντοτήτων οι οποίες εκτείνονται στο βορειοανατολικό τμήμα του λεκανοπεδίου Αττικής, το οποίο περικλείεται από την Πάρνηθα, το Πεντελικό, τον Υμηττό και τα Τουρκοβούνια. Ο Βόρειος Τομέας Αθηνών έχει πληθυσμό 598.847 κατοίκους, πυκνότητα 4.315,08 κατοίκους ανά τ.χλμ. και έκτασή 138,78 τ.χλμ..



Εικόνα 3.4: Σημεία ανιχνευτών στον Βόρειο Τομέα Αθηνών

Σημαντικές οδικές αρτηρίες που διαπερνούν τον Βόρειο τομέα Αθηνών είναι οι Λεωφόροι Κηφισίας και Μεσογείων.

Λεωφόρος Κηφισίας

Η Λεωφόρος Κηφισίας είναι κεντρικός οδικός άξονας της Αθήνας, ο οποίος συνδέει το κέντρο της Αθήνας με τον Βόρειο τομέα. Ο οδικός άξονας ξεκινά από το 7ο δημοτικό διαμέρισμα του Δήμου της Αθήνας στον κόμβο των Αμπελοκήπων και συγκεκριμένα στη διασταύρωση των λεωφόρων Αλεξάνδρας, Βασιλίσσης Σοφίας και Μεσογείων. Αποτελεί κομβικό άξονα μήκους 19 περίπου χιλιομέτρων ανάμεσα στο κέντρο της Αθήνας και την Κηφισιά, γύρω από τον οποίο αναπτύχθηκαν τα βόρεια προάστια. Διέρχεται από τρεις γέφυρες, τη γέφυρα των Αμπελοκήπων, τη νέα γέφυρα Ψυχικού και τη γέφυρα Χαλανδρίου, διακλαδίζεται με τη λεωφόρο Σπύρου Λούη στον κόμβο του Πολύδροσου και διέρχεται από το οδικό δαχτυλίδι στον Παράδεισο Αμαρουσίου, όπου συνδέεται με την

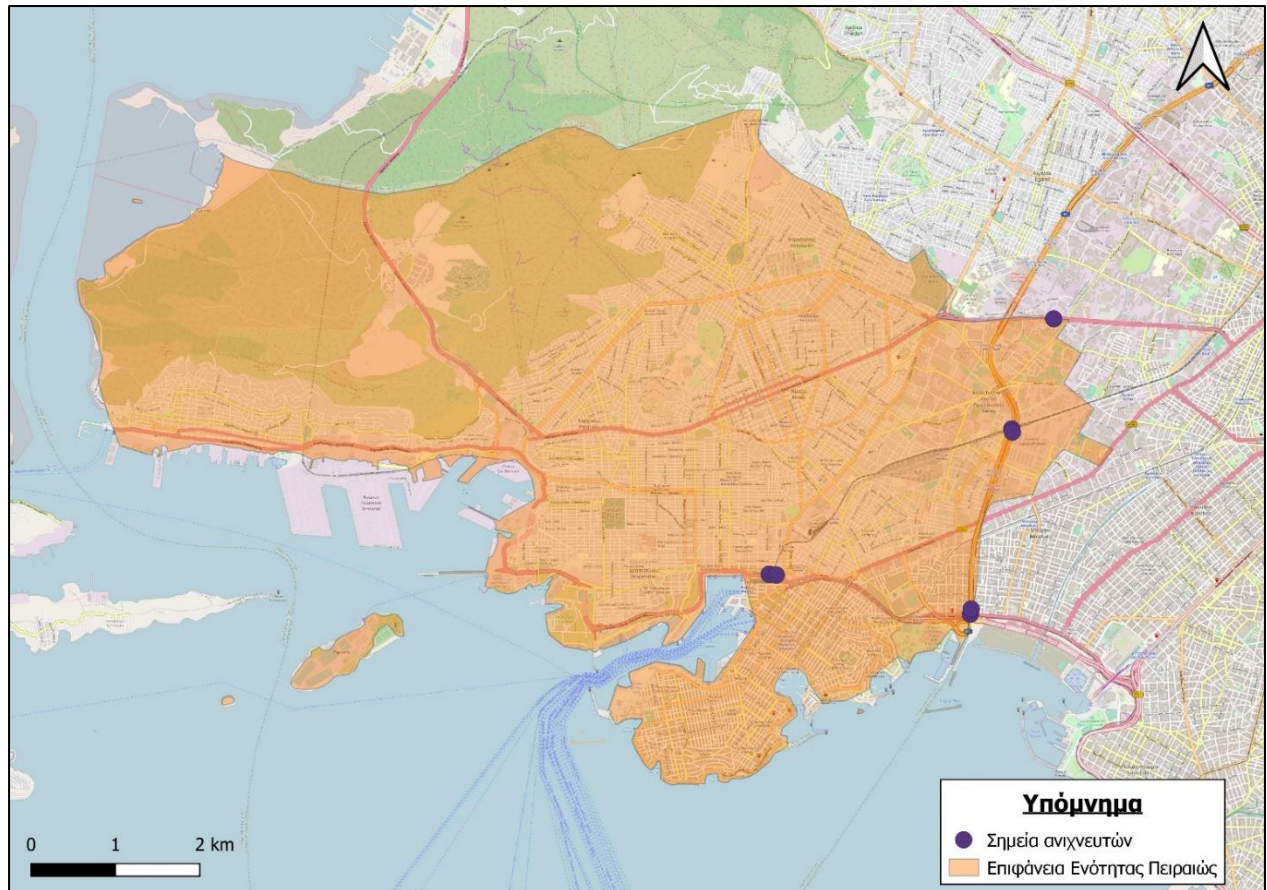
Αττική Οδό. Ο άξονας συνεχίζει προς Μαρούσι για να καταλήξει στην πλατεία Πλατάνου στην Κηφισιά. Εισερχόμενος στην Κηφισιά περιορίζεται σε πρωτεύοντα αστικό δρόμο του οδικού δικτύου της Κηφισιάς και διαχωρίζεται σε δύο οδικούς άξονες, τη λεωφόρο Τατοΐου και τη λεωφόρο Ελευθερίου Βενιζέλου, οι οποίες καταλήγουν στην εθνική οδό Αθηνών-Λαμίας και στη λεωφόρο Θησέως αντίστοιχα.

Λεωφόρος Μεσογείων

Η λεωφόρος Μεσογείων είναι κύριος οδικός άξονας της Αθήνας, που συνδέει το κέντρο της πρωτεύουσας με τα Μεσόγεια. Πρόκειται για μια οδική αρτηρία μήκους 8,3 χλμ., η οποία διασταυρώνεται με τη Λεωφόρο Αλεξάνδρας, Μιχαλακοπούλου, Λεωφόρο Παναγιώτου Κανελλοπούλου και Λεωφόρο Κατεχάκη. Η Λεωφόρος Μεσογείων ξεκινάει από τη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας και καταλήγει στην Περιφερειακή Υμηττού και τη Λεωφόρο Λαυρίου.

Περιφερειακή Ενότητα Πειραιώς

Η Περιφερειακή Ενότητα Πειραιώς είναι μία από τις οκτώ περιφερειακές ενότητες στις οποίες διαιρείται η Περιφέρεια Αττικής. Ο πληθυσμός της ενότητας Πειραιώς είναι 443.196 κάτοικοι, η πυκνότητα πληθυσμού της είναι 8.905,67 κάτοικοι ανά τ.χλμ. και η έκτασή της είναι 51 τ.χλμ.



Εικόνα 3.5: Σημεία ανιχνευτών στην Ενότητα Πειραιώς

Σημαντικές οδικές αρτηρίες που διαπερνούν την Περιφερειακή Ενότητα Πειραιώς είναι η Εθνική Οδός 56α.

Εθνική Οδός 56^α

Η Εθνική Οδός 56α έχει μήκος 17 χλμ. και ξεκινάει από τον Σκαρामαγκά, διασχίζοντας τον Πειραιά και καταλήγει στο Παλαιό Φάληρο. Μεγάλο μέρος της αποτελείται από τη Λεωφόρο Ποσειδώνος και σε μεγάλο μήκος έχει διατομή αυτοκινητοδρόμου.

3.3 Επιλογή ανιχνευτών

Η επιλογή των ανιχνευτών πραγματοποιήθηκε με βάση τη διατομή στην οποία ήταν εγκατεστημένος κάθε ανιχνευτής. Επομένως, επιλέχθηκαν ανιχνευτές που ήταν εγκατεστημένοι σε κύριες οδικές αρτηρίες σε όλη την έκταση του Λεκανοπεδίου της

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Αττικής. Συνολικά επιλέχθηκαν 62 ανιχνευτές από τους 621 που υπάρχουν σε όλη την Αττική. Επισημαίνεται ότι δεν επιλέχθηκαν διατομές επί του αστικού αυτοκινητόδρομου της Αττικής Οδού. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ανιχνευτές που επιλέχθηκαν με τα στοιχεία τους.

Πίνακας 3.1: Ανιχνευτές διερεύνησης

| MS | X | Y | ΔΗΜΟΣ | ΟΔΟΣ | ΚΑΤ/ΣΗ | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΣΗΣ |
|-------|-------------|-------------|---------------|--------------------|--------|---|
| MS003 | 480741.8624 | 4214414.496 | ΚΗΦΙΣΙΑ | Ε.Ο. ΑΘΗΝΩΝ-ΛΑΜΙΑΣ | ΝΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ |
| MS005 | 480380.2027 | 4213992.433 | ΚΗΦΙΣΙΑ | Ε.Ο. ΑΘΗΝΩΝ-ΛΑΜΙΑΣ | ΒΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Ε.Ο. ΠΡΟΣ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ |
| MS049 | 475779.3332 | 4208291.725 | ΝΕΑ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑ | Ε.Ο. ΑΘΗΝΩΝ-ΛΑΜΙΑΣ | ΝΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ Λ. ΚΑΤΣΩΝΗ / Κ. ΠΑΛΑΜΑ |
| MS053 | 475726.1295 | 4207992.439 | ΝΕΑ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑ | Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ | Β | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΣΟΥΝΤΑ |
| MS082 | 473173.6784 | 4205300.974 | ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ | Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ | ΒΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΑΠΟ ΚΕΝΤΡΟ |
| MS084 | 472991.5355 | 4205123.906 | ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ | Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ | ΝΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΤΗΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΑΠΟ ΚΕΝΤΡΟ |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

| | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|---------------|------------|----|--|
| MS088 | 472767.5423 | 4204883.543 | ΑΙΓΑΛΕΩ | Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ | ΝΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΤΗΣ Λ. ΑΘΗΝΩΝ ΑΠΟ ΚΟΡΙΝΘΟ |
| MS114 | 471557.4554 | 4201607.721 | ΑΓ. Ι. ΡΕΝΤΗΣ | Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ | Β | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ |
| MS116 | 471550.3871 | 4201644.527 | ΑΓ. Ι. ΡΕΝΤΗΣ | Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ | Ν | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΑΓ. ΙΩ. ΡΕΝΤΗ |
| MS128 | 471067.9998 | 4199512.653 | ΠΕΙΡΑΙΑΣ | Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ | Β | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΛΑΜΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΑΠΟ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ ΑΠΟ ΓΛΥΦΑΔΑ |
| MS130 | 471059.7234 | 4199451.287 | ΠΕΙΡΑΙΑΣ | Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ | Ν | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΗΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ (ΚΟΜΒΟΣ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ) |
| MS193 | 474172.5453 | 4200006.483 | ΚΑΛΛΙΘΕΑ | Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ | ΝΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΑΛΗΡΟ 100 Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΑΒΑΚΗ |
| MS213 | 475159.5699 | 4200951.332 | ΚΑΛΛΙΘΕΑ | Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ | ΒΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΑΠΟ ΛΑΓΟΥΜΙΤΖΗ |
| MS229 | 476196.8896 | 4201793.74 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΚΑΛΛΙΠΡΟΗΣ | ΝΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΔΟ Θ. ΝΕΓΡΗ |
| MS230 | 476290.8113 | 4201836.489 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΚΑΛΛΙΠΡΟΗΣ | Β | ΚΥΡΙΑ ΟΔΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΛΕΩΦ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

| | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-----------|----------------------|----|--|
| MS240 | 477501.7439 | 4202645.334 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΒΑΣ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ | ΝΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΡΔΗΤΤΟΥ 180 Μ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ |
| MS241 | 477535.4333 | 4202652.86 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΒΑΣ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ | ΒΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΙΖΑΡΗ |
| MS246 | 477689.8295 | 4202932.884 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ | ΝΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΠΟ ΣΥΝΤΑΓΜΑ ΠΡΟΣ ΧΙΛΤΟΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΒΑΣ. ΚΩΝ/ΝΟΥ |
| MS260 | 479315.0044 | 4204606.155 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ | Β | ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΟΡΜΟΥ |
| MS261 | 479435.8083 | 4204962.732 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ | Ν | ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΟΡΜΟΥ |
| MS263 | 479502.1879 | 4205130.123 | Ν. ΨΥΧΙΚΟ | Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ | Ν | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ Λ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ |
| MS268 | 479754.0547 | 4205516.819 | Ν. ΨΥΧΙΚΟ | Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ | Β | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ Λ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ |
| MS290 | 481386.6806 | 4208431.538 | ΜΑΡΟΥΣΙ | Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ | Β | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΡΕΛΛΑ (ΚΟΜΒΟΣ ΥΓΕΙΑ) |
| MS291 | 481501.6826 | 4208726.651 | ΜΑΡΟΥΣΙ | Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ | Ν | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΥΘΡΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥ (ΚΟΜΒΟΣ ΥΓΕΙΑ) |
| MS292 | 481718.9668 | 4209019.567 | ΧΑΛΑΝΔΡΙ | Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ | Ν | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΣΠΥΡΟΥ ΛΟΥΗ/ΡΙΖΑΡΕΙΟΥ |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

| | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-----------|------------------|----|---|
| MS295 | 481879.1498 | 4209238.329 | ΧΑΛΑΝΔΡΙ | Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ | Β | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ ΤΗΣ ΣΠΥΡΟΥ ΛΟΥΗ/ΡΙΖΑΡΕΙΟΥ |
| MS299 | 479011.7815 | 4199221.975 | ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ | Λ. ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ | Β | Λ. ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ, 30 ΜΕΤΡΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΔΟ ΚΑΡΕΑ |
| MS305 | 479000.6257 | 4199234.532 | ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ | Λ. ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ | Ν | Λ. ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ, 30 ΜΕΤΡΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΟΔΟ ΚΑΡΕΑ |
| MS371 | 476165.0728 | 4203514.129 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΣΤΑΔΙΟΥ | ΝΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΥΝΤΑΓΜΑ 80 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΣΜΑΤΖΟΓΛΟΥ |
| MS374 | 476166.2106 | 4203719.01 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ | Δ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΤΗΣΙΩΝ |
| MS394 | 477620.7324 | 4202923.613 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΒΑΣ. ΣΟΦΙΑΣ | Δ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 100 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΙΖΑΡΗ |
| MS419 | 477884.7128 | 4204305.803 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | Λ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ | Δ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΑΤΗΣΙΩΝ 165 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ |
| MS427 | 477867.1855 | 4204288.798 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | Λ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ | Α | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ 80 Μ. ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΛΗΠΙΟΥ |
| MS448 | 480378.3707 | 4204965.547 | Ν. ΨΥΧΙΚΟ | Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ | ΒΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΞΕΝΟΠΟΥΛΟΥ |
| MS449 | 480584.2703 | 4205141.309 | Ν. ΨΥΧΙΚΟ | Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ | ΝΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΞΕΝΟΠΟΥΛΟΥ |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

| | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|----------|--------------|----|---|
| MS649 | 468947.5205 | 4206776.78 | ΧΑΪΔΑΡΙ | ΑΘΗΝΩΝ | Δ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΑΦΝΙ 170 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΣΑΤΩΒΡΙΑΝΔΟΥ |
| MS654 | 468170.7009 | 4206996.792 | ΧΑΪΔΑΡΙ | Λ. ΑΘΗΝΩΝ | Α | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ (Α), ΣΤΟ ΥΨΟΣ ΨΥΧΙΑΤΡΕΙΟΥ |
| MS672 | 472340.3407 | 4202936.454 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΠΕΤΡΟΥ ΡΑΛΛΗ | Δ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ 145 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ |
| MS673 | 472047.0153 | 4202948.985 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΠΕΤΡΟΥ ΡΑΛΛΗ | Α | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΓ. ΑΝΝΗΣ |
| MS703 | 475045.8953 | 4203278.919 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΠΕΙΡΑΙΩΣ | ΝΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΙΡΑΙΑ 85 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ |
| MS704 | 474885.1702 | 4203140.715 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΠΕΙΡΑΙΩΣ | ΒΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΜΟΝΟΙΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΕΡΑ ΟΔΟ |
| MS730 | 468675.0427 | 4199924.98 | ΠΕΙΡΑΙΑΣ | ΚΟΝΩΝΟΣ | Δ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ, 160 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΚΑΛΙΜΑΣΙΩΤΗ |
| MS735 | 468760.5395 | 4199917.179 | ΠΕΙΡΑΙΑΣ | ΚΟΝΩΝΟΣ | Α | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΑΘΗΝΑ, ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛ. ΙΠΠΟΔΑΜΙΑΣ (ΡΕΤΣΙΝΑ) |
| MS772 | 473672.034 | 4201946.405 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΧΑΜΟΣΤΕΡΝΑΣ | ΒΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ 180 Μ. ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΔΩΡΟΥ |

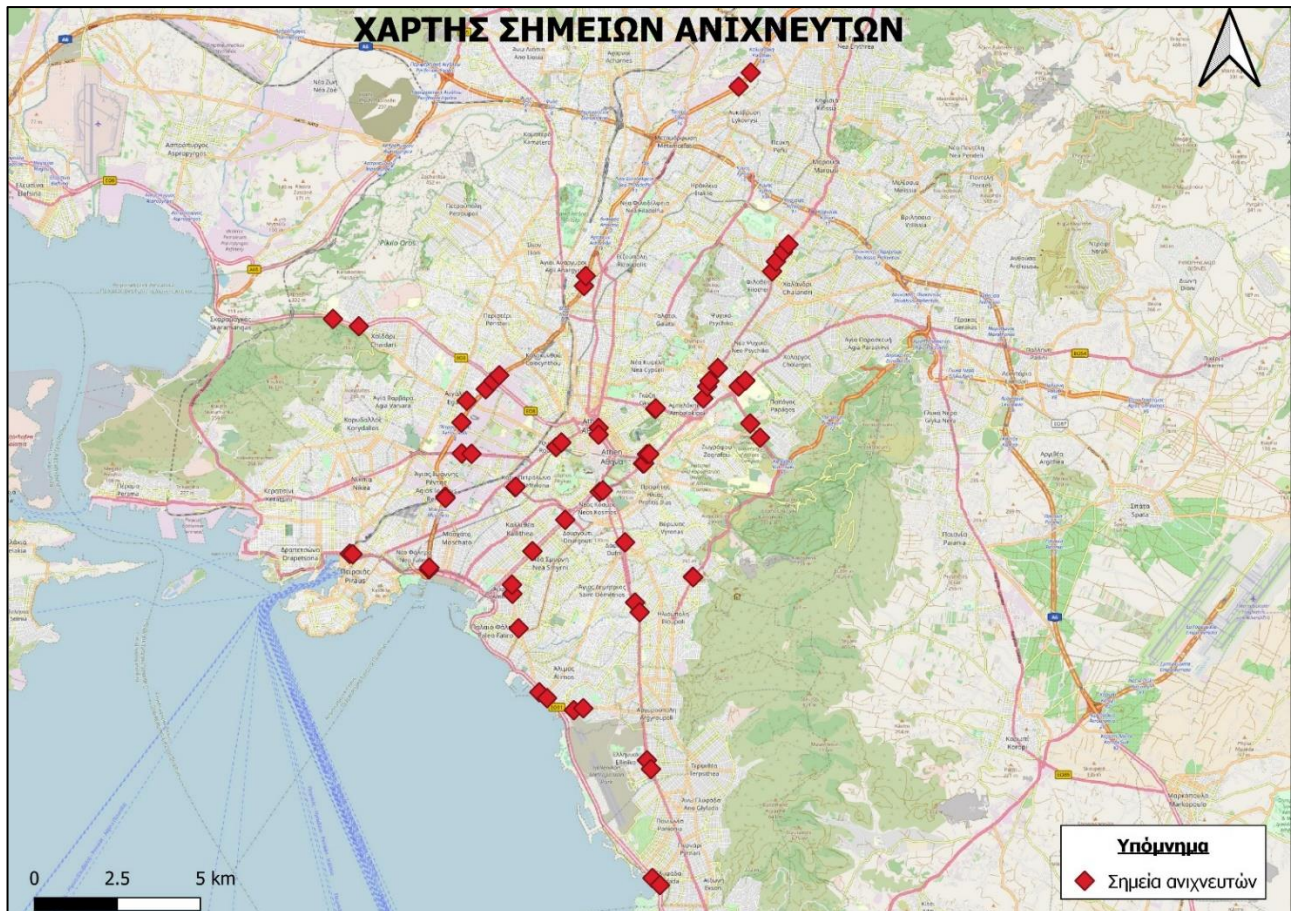
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

| | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-----------|-----------------|----|---|
| MS773 | 473653.7925 | 4201932.366 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΧΑΜΟΣΤΕΡΝΑΣ | ΝΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗ ΡΑΜΠΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΝΔΩΡΟΥ |
| MS794 | 474378.8245 | 4195758.088 | ΑΛΙΜΟΣ | ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ | ΝΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΛΥΦΑΔΑ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΑΜΑΚΙΟΥ |
| MS795 | 474613.8875 | 4195581.857 | ΑΛΙΜΟΣ | ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ | ΒΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΛΤΑ ΦΑΛΗΡΟΥ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΛΑΜΑΚΙΟΥ |
| MS808 | 477784.1383 | 4190163.849 | ΓΛΥΦΑΔΑ | ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ | ΝΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ |
| MS809 | 478011.4487 | 4189952.249 | ΓΛΥΦΑΔΑ | ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ | ΒΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ |
| MS842 | 476960.4605 | 4200272.719 | ΔΑΦΝΗ | ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ | Δ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 50 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ |
| MS847 | 477261.4769 | 4198461.92 | ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ | Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ | Ν | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ, 180 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ |
| MS848 | 477401.9809 | 4198168.545 | ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ | Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ | Β | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΓ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ |
| MS858 | 477619.5717 | 4193712.078 | ΓΛΥΦΑΔΑ | Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ | Ν | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΙΑΣΩΝΙΔΟΥ |
| MS860 | 477738.544 | 4193445.562 | ΓΛΥΦΑΔΑ | Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ | Β | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΕΝΤΡΟ, 160 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΙΑΣΩΝΙΔΟΥ |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

| | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|------------|-----------|----|---|
| MS880 | 475417.6702 | 4195218.715 | ΑΛΙΜΟΣ | ΑΛΙΜΟΥ | A | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ / ΒΑΛΙΑΝΟΥ |
| MS881 | 475702.5099 | 4195276.464 | ΑΛΙΜΟΣ | ΑΛΙΜΟΥ | Δ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ 130 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΒΑΛΙΑΝΟΥ / ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ |
| MS900 | 473557.8344 | 4198996.819 | Π. ΦΑΛΗΡΟ | ΑΜΦΙΘΕΑΣ | N | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΛΙΜΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΑΣΟΝΟΣ |
| MS901 | 473572.1044 | 4198721.604 | Π. ΦΑΛΗΡΟ | ΑΜΦΙΘΕΑΣ | B | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ 110 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΑΣΟΝΟΣ |
| MS902 | 473755.7688 | 4197684.093 | Π. ΦΑΛΗΡΟ | ΑΜΦΙΘΕΑΣ | N | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΛΙΜΟ 120 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΧΙΛΛΕΩΣ |
| MS910 | 481024.3389 | 4203420.988 | ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ | ΚΑΤΕΧΑΚΗ | ΒΔ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ Λ. ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ (ΒΔ) 230 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Ε.Μ.Π. |
| MS933 | 480728 | 4203852 | ΑΘΗΝΑΙΩΝ | ΚΑΤΕΧΑΚΗ | ΝΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΚΑΡΕΑ, 150 Μ. ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΚΟΚΚΙΝΟΠΟΥΛΟΥ |
| MS957 | 472196.4328 | 4204533.875 | ΑΙΓΑΛΕΩ | ΙΕΡΑ ΟΔΟΣ | ΝΑ | ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΘΗΝΑ 150 Μ. ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ |

Παρακάτω παρουσιάζεται ο χάρτης των θέσεων μέτρησης που επιλέχθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας.



Εικόνα 3.6: Σημεία ανιχνευτών στο λεκανοπέδιο Αττικής

3.4 Επιλογή ημερών

Σημαντικό τμήμα της μελέτης αποτελεί η επιλογή της χρονικής περιόδου που θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση. Η χρονική περίοδος που επιλέχθηκε ήταν από τον Μάρτιο έως τον Νοέμβριο για τα έτη 2019, 2020 και 2022. Από τον κάθε μήνα επιλέχθηκε μία εβδομάδα (7 ημέρες) που αντιπροσώπευε το κυκλοφοριακό προφίλ για τον εκάστοτε μήνα. Επιπρόσθετα των ημερών αυτών, επιλέχθηκαν η μεγάλη εβδομάδα και η ημέρα του Αγίου Πνεύματος για τα έτη 2019, 2020 και 2022 αντίστοιχα. Η επιλογή αυτή πραγματοποιήθηκε διότι, όπως θα φανεί στη συνέχεια, οι κυκλοφοριακές συνθήκες αλλάζουν κατά τις εορταστικές περιόδους και τις αργίες. Όσον αφορά την επιλογή των ημερών, επιλέχθηκαν ίδιες ημέρες της εβδομάδας για όλα τα έτη ανεξαρτήτως ημερομηνίας προκειμένου να γίνει σωστή σύγκριση ανάμεσα στα έτη. Επίσης, η τελική επιλογή ημερών δεν περιλάμβανε αργίες που δεν είχαν σταθερή ημέρα μέσα στην εβδομάδα (πχ. 25^η Μαρτίου και 28^η Οκτωβρίου), καθώς δεν ήταν δυνατή η σύγκριση

μεταξύ των ετών. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τις ημερομηνίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη.

Πίνακας 3.2: Επιλογή ημερομηνιών μελέτης

| Μήνας/Έτος | 2019 | 2020 | 2022 |
|--------------------|--|--|--|
| Μάρτιος | 18/03/19-24/03/19 | 09/03/20-15/03/20 | 14/03/22-20/03/22 |
| Απρίλιος | 01/04/19-07/04/19 | 06/04/20-12/04/20 | 04/04/22-10/04/22 |
| | 22/04/19-28/04/19 (Μεγάλη Εβδομάδα) | 13/04/20-19/04/20 (Μεγάλη Εβδομάδα) | 18/04/22-24/04/22 (Μεγάλη Εβδομάδα) |
| Μάιος | 13/05/19-19/05/19 | 11/05/20-17/05/20 | 14/05/22-20/05/22 |
| Ιούνιος | 10/06/19-16/06/19 | 01/06/20-07/06/20 | 06/06/22-12/06/22 |
| | 17/06/19 (Αγίου Πνεύματος) | 08/06/20 (Αγίου Πνεύματος) | 13/06/22 (Αγίου Πνεύματος) |
| Ιούλιος | 15/07/19-21/07/19 | 13/07/20-19/07/20 | 11/07/22-17/07/22 |
| Αύγουστος | 12/08/19-18/08/19, | 10/08/20-16/08/20 | 15/08/22-21/08/22, |
| Σεπτέμβριος | 16/09/19-22/09/19 | 14/09/20-20/09/20 | 12/09/22-18/09/22 |
| Οκτώβριος | 14/10/19-20/10/19 | 12/10/20-18/10/20 | 10/10/22-16/10/22 |

| | | | |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Νοέμβριος | 04/11/19-10/11/19 | 02/11/20-08/11/20 | 07/11/22-13/11/22 |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Επεξεργασία δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων αποτελεί ένα απαιτητικό στάδιο προκειμένου να εξαχθεί η τελική βάση δεδομένων. Στο παρόν κεφάλαιο αναφέρεται η λήψη, η επεξεργασία καθώς και η τελική βάση των δεδομένων.

4.1 Λήψη και επεξεργασία δεδομένων

Η λήψη των δεδομένων πραγματοποιήθηκε από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΔΚ) της Περιφέρειας Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, ελήφθησαν τα δεδομένα των ανιχνευτών που επιλέχθηκαν στο κεφάλαιο 3. Τα δεδομένα που παρέχουν οι ανιχνευτές αφορούν ωριαίες μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου, μέσης ταχύτητας και κατάληψης μέσα στην ημέρα. Οι μετρήσεις δόθηκαν σε αρχεία excel όπου και έγινε η ένωση τους σε ένα ενιαίο λογιστικό φύλλο excel.

| Name | Time | processed_all_vol | processed_all_occ | processed_all_spd |
|-------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| MS003 | 18.03.2019 01:00:00 | 626 | 2.1 | 102.57508 |
| MS003 | 18.03.2019 02:00:00 | 350 | 1.275 | 102.171425 |
| MS003 | 18.03.2019 03:00:00 | 271 | 1 | 99.188194 |
| MS003 | 18.03.2019 04:00:00 | 213 | 0.875 | 93.61972 |
| MS003 | 18.03.2019 05:00:00 | 373.84616 | 1.3076923 | 96.67764 |
| MS003 | 18.03.2019 06:00:00 | 958 | 3.55 | 97.10334 |
| MS003 | 18.03.2019 07:00:00 | 2264 | 6 | 100.45671 |
| MS003 | 18.03.2019 08:00:00 | 4315 | 9.7 | 90.63824 |
| MS003 | 18.03.2019 09:00:00 | 2225 | 30.275 | 48.053707 |
| MS003 | 18.03.2019 10:00:00 | 2135 | 33.85 | 26.046135 |
| MS003 | 18.03.2019 11:00:00 | 2869.5 | 21.65 | 62.367836 |
| MS003 | 18.03.2019 12:00:00 | 3168.5 | 7.675 | 92.32792 |
| MS003 | 18.03.2019 13:00:00 | 2967 | 7.025 | 93.08713 |
| MS003 | 18.03.2019 14:00:00 | 3019 | 6.8 | 95.05316 |
| MS003 | 18.03.2019 15:00:00 | 3650 | 8.2 | 93.38507 |
| MS003 | 18.03.2019 16:00:00 | 4084.5 | 9.125 | 94.31987 |
| MS003 | 18.03.2019 17:00:00 | 4223.5 | 9.3 | 93.81307 |
| MS003 | 18.03.2019 18:00:00 | 4187 | 9.425 | 88.93826 |
| MS003 | 18.03.2019 19:00:00 | 3131.5 | 6.5 | 93.0083 |
| MS003 | 18.03.2019 20:00:00 | 3025.5 | 9.5 | 93.04297 |
| MS003 | 18.03.2019 21:00:00 | 2316.5 | 7.275 | 98.69156 |
| MS003 | 18.03.2019 22:00:00 | 1817.5 | 5.7 | 99.138374 |
| MS003 | 18.03.2019 23:00:00 | 1173 | 3.8 | 101.08568 |
| MS003 | 19.03.2019 00:00:00 | 815.5 | 2.75 | 101.39423 |
| MS003 | 19.03.2019 01:00:00 | 510.5 | 1.925 | 97.52693 |
| MS003 | 19.03.2019 02:00:00 | 269.5 | 1.05 | 97.85158 |
| MS003 | 19.03.2019 03:00:00 | 240 | 1 | 96.316666 |
| MS003 | 19.03.2019 04:00:00 | 260 | 1.05 | 97.21923 |

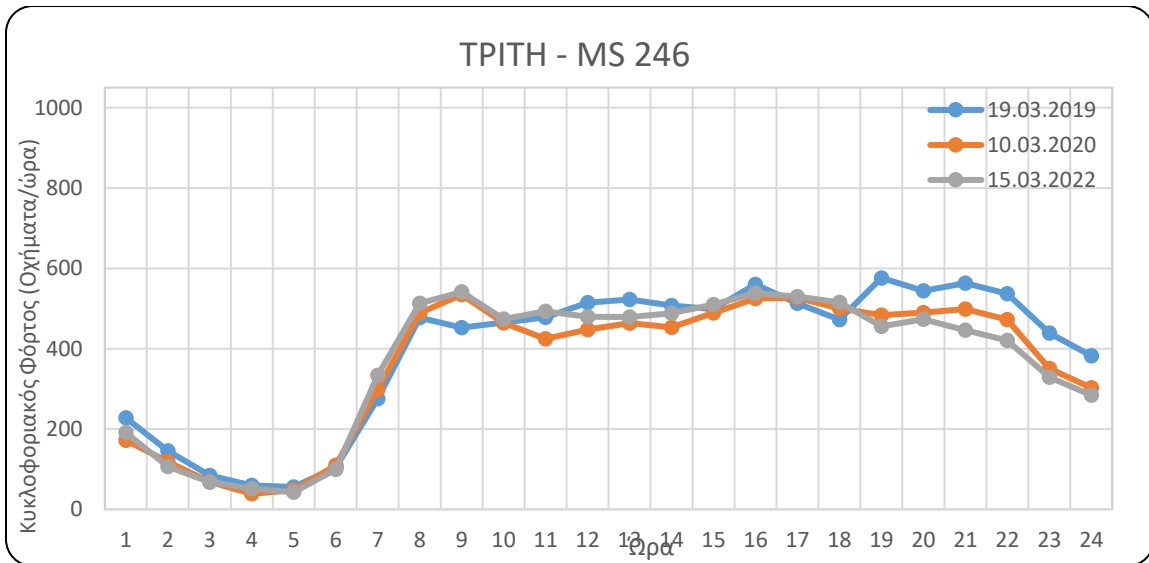
Εικόνα 4.1: Δείγμα δεδομένων από το ΚΔΚ

Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται η μορφή των δεδομένων από το ΚΔΚ. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η διάσπαση της στήλης “Time” σε επιμέρους στήλες με την εντολή “Text to Columns”. Έτσι δημιουργήθηκαν οι στήλες “Day”, “Month”, “Year”, “Time” για όλα τα έτη και προστέθηκε και η στήλη “Weekday”. Στη συνέχεια, με την εισαγωγή φίλτρου στη στήλη “processed_all_vol” απομονώθηκαν όλες οι μηδενικές τιμές του κυκλοφοριακού φόρτου, οι οποίες θεωρούνται εσφαλμένες μετρήσεις και διαγράφηκαν. Στη συνέχεια, προστέθηκαν ο αριθμός λωρίδων και ο τύπος οδού (κύρια ή δευτερεύουσα) κάθε διατομής. Έτσι, δημιουργήθηκαν οι στήλες “Lanes” και “Main_second” αντίστοιχα. Οι πληροφορίες αυτές αντλήθηκαν από το αρχικό αρχείο excel που δόθηκε με όλους τους ανιχνευτές της Περιφέρειας Αττικής. Με τη βοήθεια του λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών QGIS, προστέθηκε η στήλη “Direction” που είναι η κατεύθυνση κάθε ανιχνευτή ορίζοντας τις εξής κατευθύνσεις: προς κέντρο, στο κέντρο και από κέντρο. Πιο συγκεκριμένα, κάθε ανιχνευτής που ήταν σε διατομή με κατεύθυνση τον Δακτύλιο Αθηνών ανήκε στην κατηγορία προς κέντρο. Κάθε ανιχνευτής που βρισκόταν σε διατομή εντός του Δακτυλίου Αθηνών θεωρούταν στην κατηγορία στο κέντρο και κάθε ανιχνευτής που απομακρυνόταν από το κέντρο ανήκε στην κατηγορία από κέντρο. Έπειτα υπολογίστηκε ο κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα, διαιρώντας τον εκάστοτε ωριαίο κυκλοφοριακό φόρτο κάθε διατομής με τον αριθμό λωρίδων (“Lanes”). Έπειτα, υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες μεταβολές των ωριαίων κυκλοφοριακών φόρτων για τα έτη 2019-2020 και 2019-2022 δημιουργώντας τις στήλες “annual_per_19_20” και “annual_per_19_22”. Προστέθηκαν επίσης τα ημερήσια κρούσματα, οι θάνατοι καθώς και οι διασωληνωμένοι ασθενείς λόγω Covid-19 για το έτος 2020 δημιουργώντας τις στήλες “New_cases_20”, “New_Deaths_20” και “Daily_tubed_20” αντίστοιχα. Για το έτος 2020 εισήχθησαν τα κύρια μέτρα αντιμετώπισης του Covid-19 δημιουργώντας τη στήλη: “measures_20. Τέλος, προστέθηκαν οι απεργίες των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (MMM) για τα έτη 2019, 2020 και 2022 (strike_19, strike_20 και strike_22 αντίστοιχα).

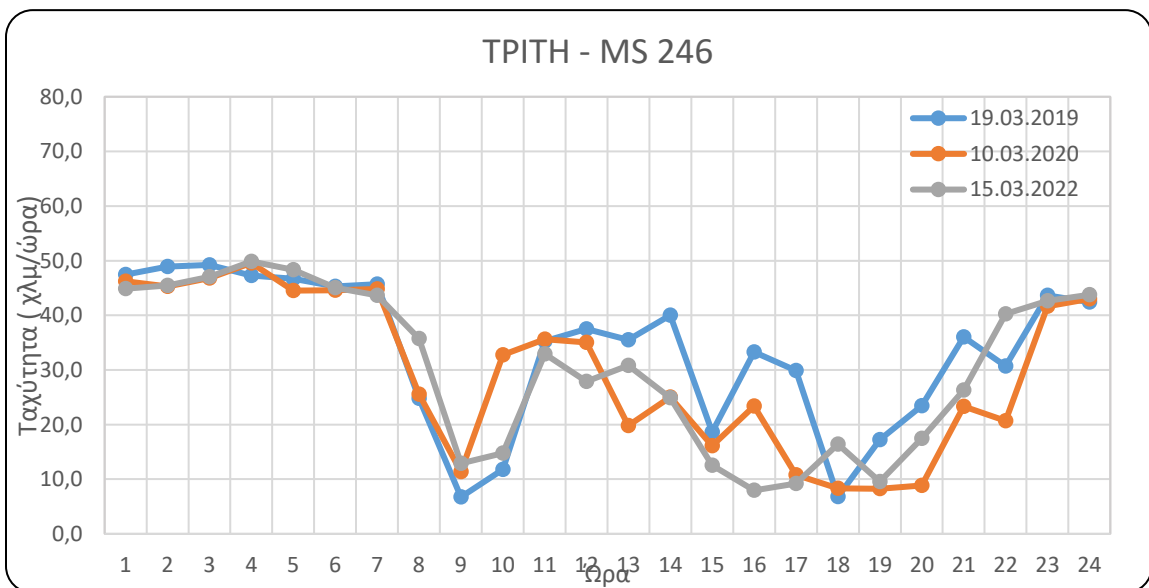
4.2 Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται ο ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων δημιουργώντας διαγράμματα ελέγχου. Πρόκειται για μια διαδικασία που πραγματοποιείται για να εξασφαλιστεί η ποιότητα και η αξιοπιστία των στατιστικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση. Τα διαγράμματα ελέγχου είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο και την παρακολούθηση των διακυμάνσεων σε ένα σύνολο δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, τα διαγράμματα αυτά χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση τυχόν προβλημάτων στα δεδομένα. Έτσι δημιουργήθηκαν διαγράμματα ελέγχου του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου (ανά λωρίδα) και της μέσης ωριαίας ταχύτητας για τις διατομές 246 (Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας) και 261 (Λεωφόρος Κηφισίας) για το χρονικό διάστημα Μαρτίου έως Νοεμβρίου. Για κάθε μήνα επιλέχθηκε μια καθημερινή

ημέρα και μια ημέρα του Σαββατοκύριακου. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένα διαγράμματα ελέγχου.



Διάγραμμα 4.1: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

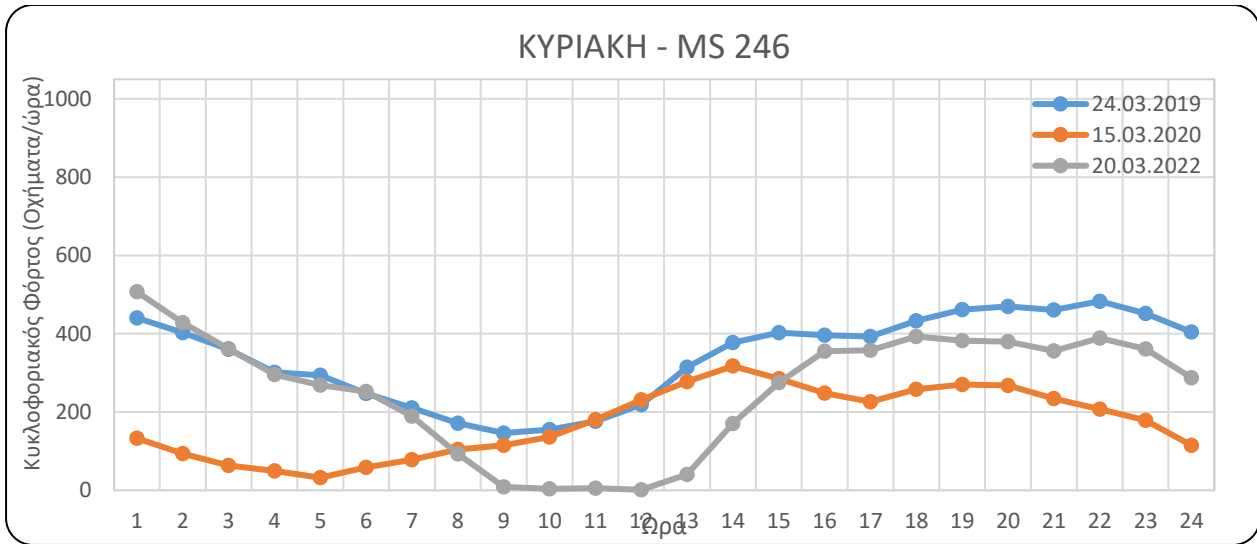


Διάγραμμα 4.2: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

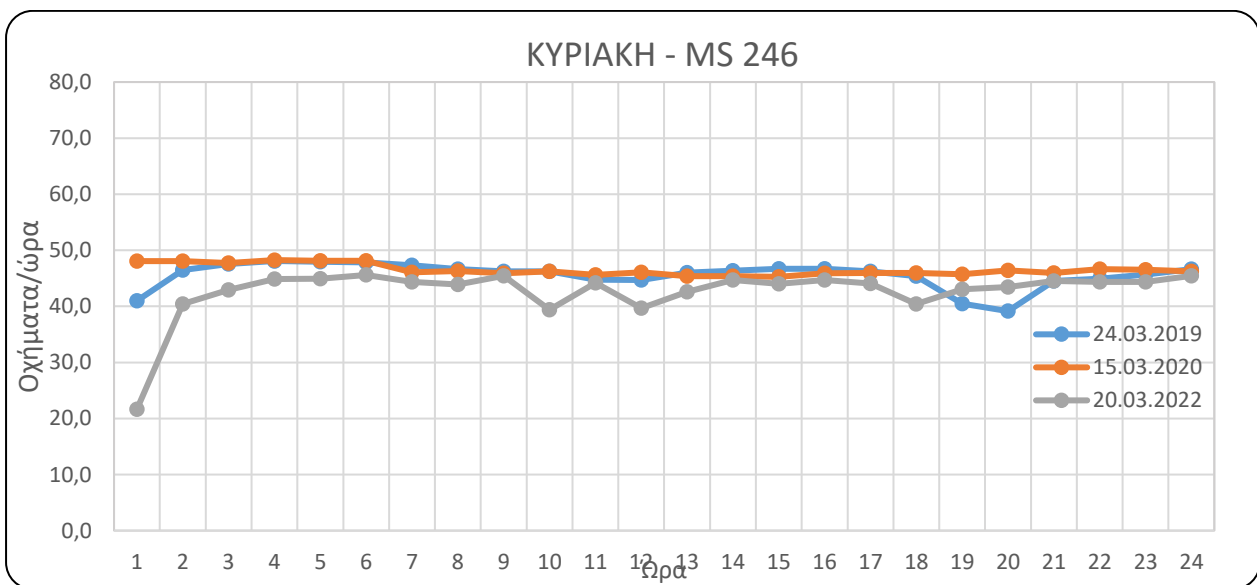
Στο σημείο μέτρησης 246 (Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας) παρατηρείται μια πρωινή αιχμή στο διάστημα 7:00 -10:00 για τα έτη 2020 και 2022, ενώ για το ίδιο διάστημα παρατηρείται

μια μικρότερη πρωινή αιχμή για το έτος 2019. Στο διάστημα 18:00 – 21:00 που είναι η απογευματινή αιχμή, ο κυκλοφοριακός φόρτος του 2019 είναι υψηλότερος από τα έτη 2020 και 2022.

Όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα της μέσης ταχύτητας, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, οι ταχύτητες είναι υψηλές. Ωστόσο, κατά την πρωινή και απογευματινή αιχμή οι ταχύτητες μειώνονται κατά πολύ. Επομένως, συμπεραίνεται πως ο κυκλοφοριακός φόρτος και η μέση ταχύτητα παρουσιάζουν μια αντίστροφη σχέση.

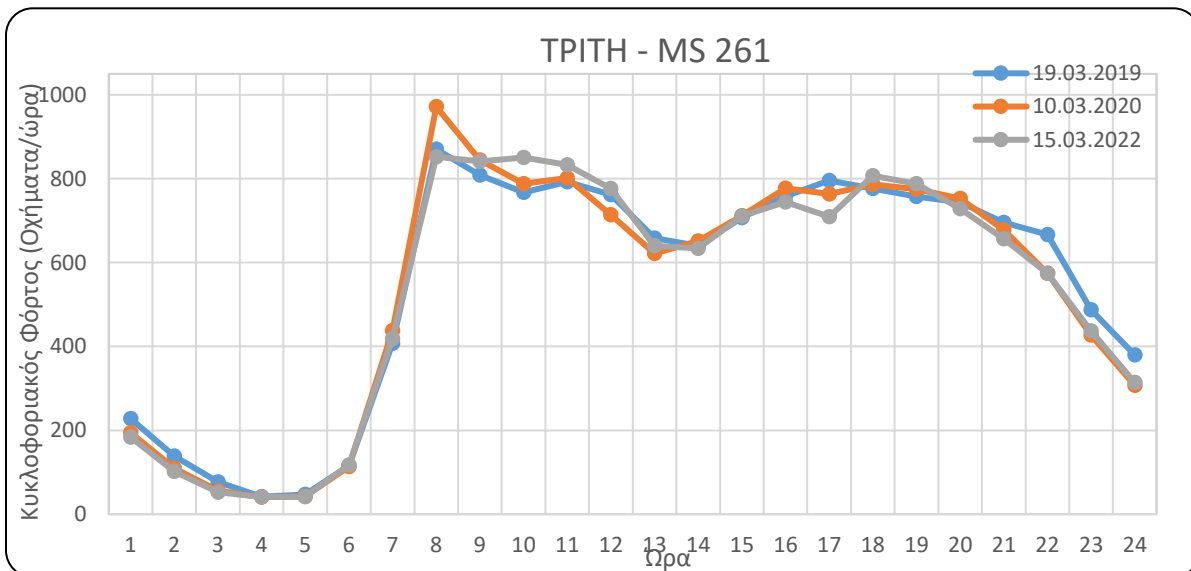


Διάγραμμα 4.3: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

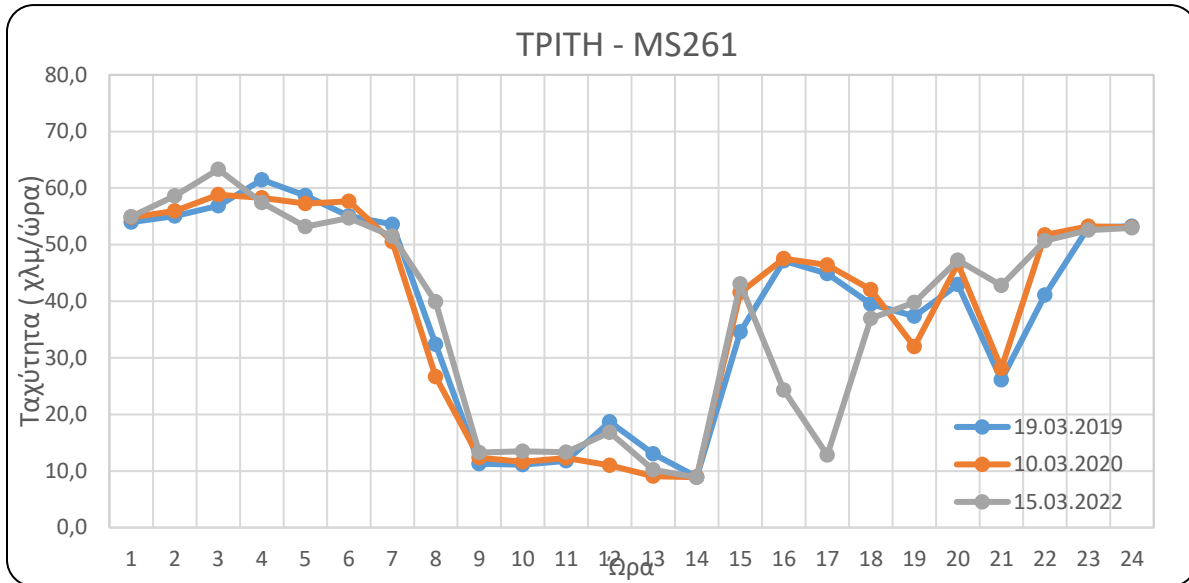


Διάγραμμα 4.4: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

Στα παραπάνω διαγράμματα παρουσιάζεται η ίδια διατομή (ms246) αλλά για διαφορετική ημέρα. Για τα έτη 2019 και 2022, όπως είναι αναμενόμενο, τα ξημερώματα της Κυριακής ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσιάζει μια αύξηση σε σχέση με το διάστημα 8:00 – 11:00, χωρίς όμως να υπάρχει έντονη διακύμανσή καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, με εξαίρεση το διάστημα 8:00 – 12:00 για το έτος 2022 που είναι αρκετά πιθανό να είχε κάποια βλάβη ο ανιχνευτής και να μην έδειχνε τις μετρήσεις του φόρτου. Ωστόσο, για το 2020 ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι αρκετά μειωμένος σε σχέση με τα υπόλοιπα έτη καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και ακόμα περισσότερο κατά τις πρωινές ώρες. Αυτό συμβαίνει διότι εκείνη την περίοδο είχαν εφαρμοστεί κάποια μέτρα κατά του κορονοϊού. Πιο συγκεκριμένα, είχαν κλείσει τα σχολεία, η εστίαση και το εμπόριο. Όσο αφορά το διάγραμμα της ταχύτητας, παρουσιάζεται σταθερή η ταχύτητα κατά τη διάρκεια της ημέρας για όλα τα έτη με ελάχιστες αυξομειώσεις σε κάποια χρονικά διαστήματα.

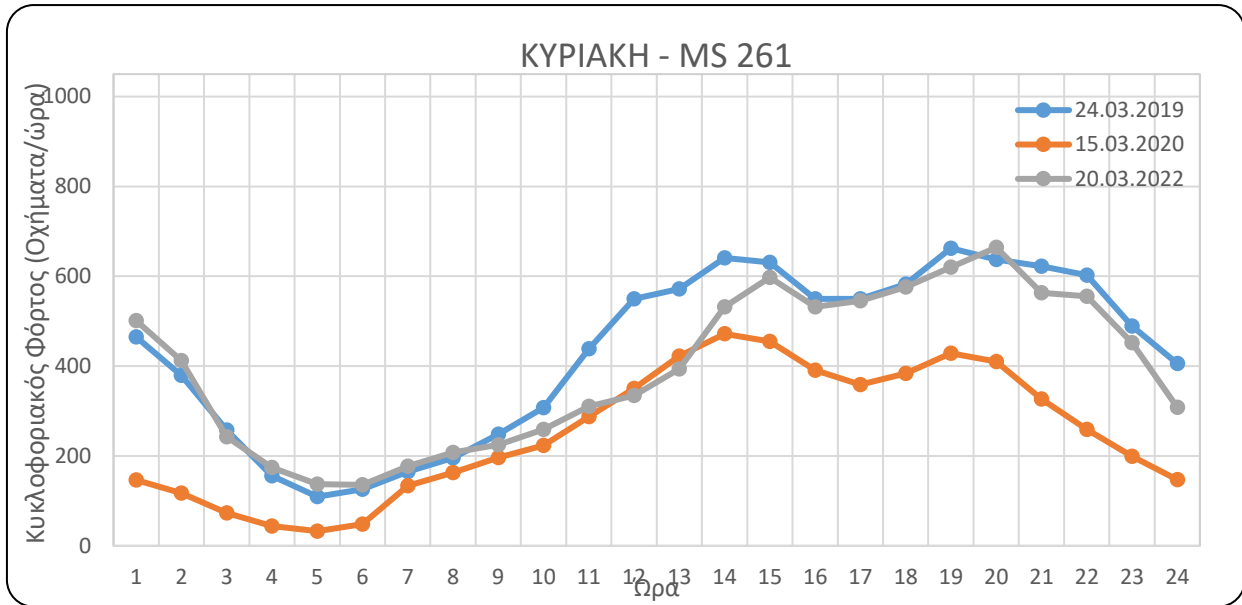


Διάγραμμα 4.5: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας

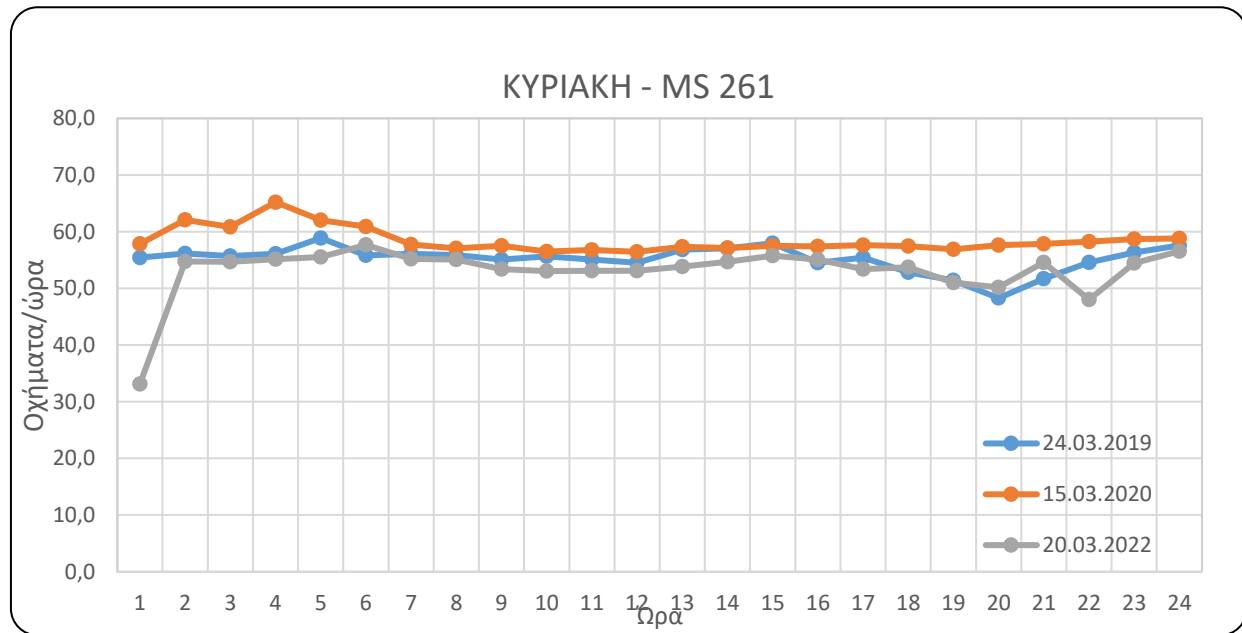


Διάγραμμα 4.6: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας

Στο σημείο μέτρησης 261 στη λεωφόρο Κηφισίας, με κατεύθυνση το κέντρο, παρατηρείται μια πρωινή αιχμή στο διάστημα 8:00 – 09:00 και μια αιχμή που ξεκινάει από τις 17:00 και καταλήγει στις 18:00.



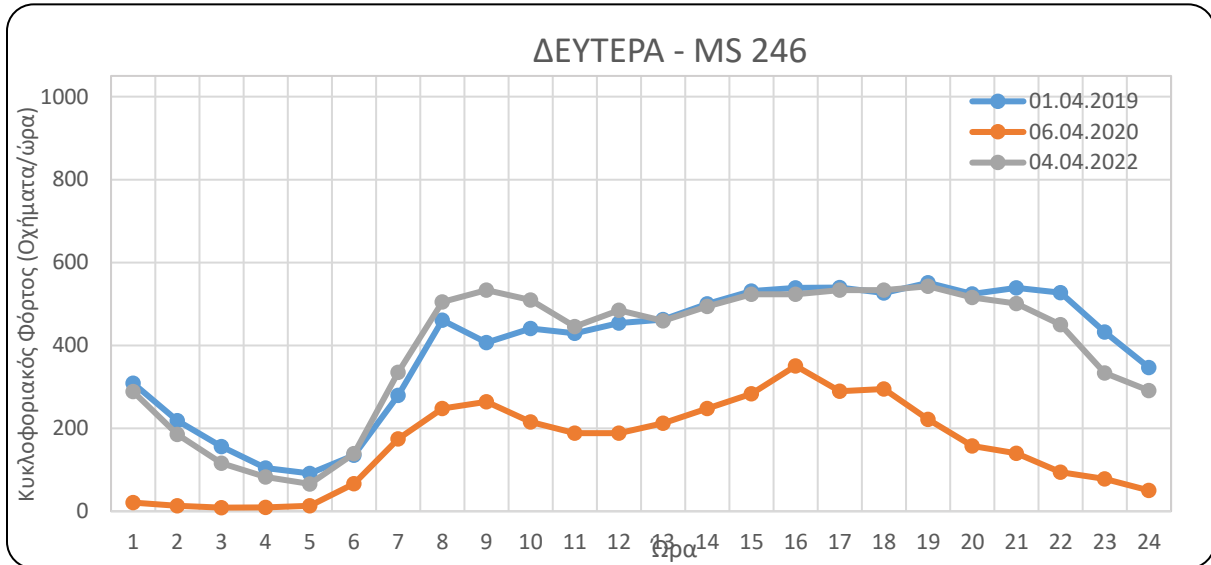
Διάγραμμα 4.7: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας



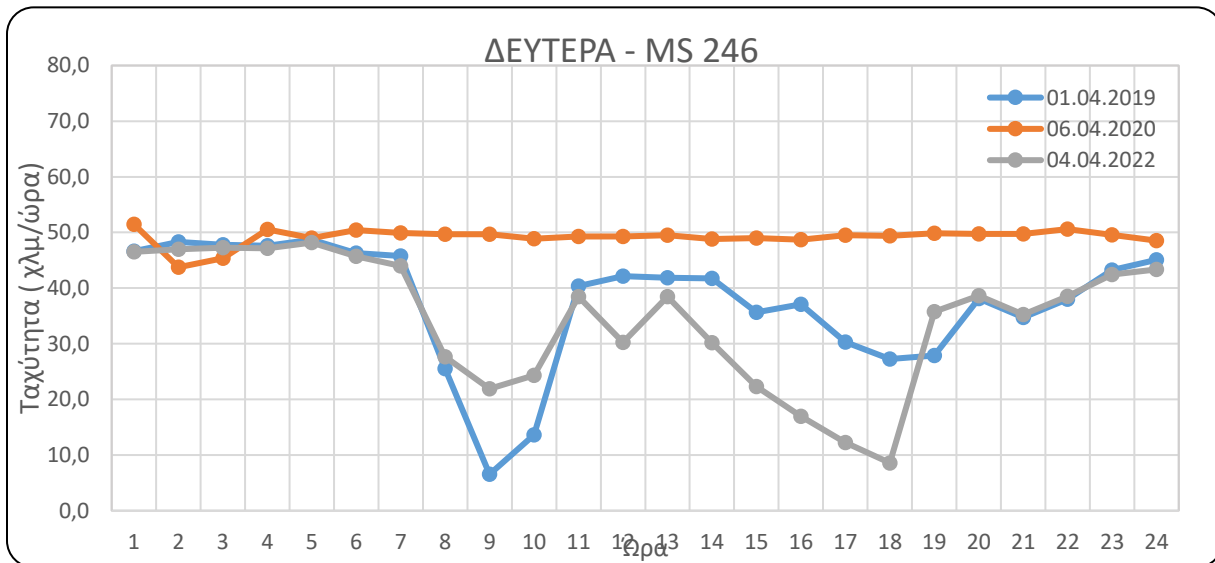
Διάγραμμα 4.8: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Επεξεργασία δεδομένων

Όπως φαίνεται και στα διαγράμματα, ο κυκλοφοριακός φόρτος την Κυριακή είναι μειωμένος, ειδικά για το έτος 2020, χωρίς έντονες διακυμάνσεις και με υψηλές ταχύτητες καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.



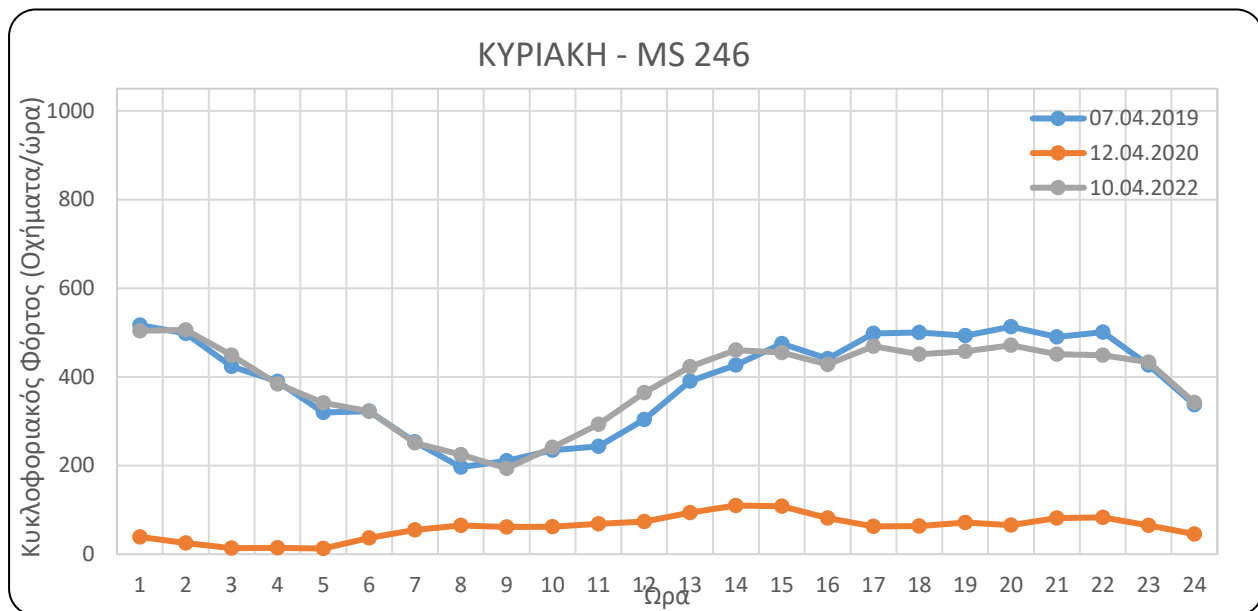
Διάγραμμα 4.9: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας



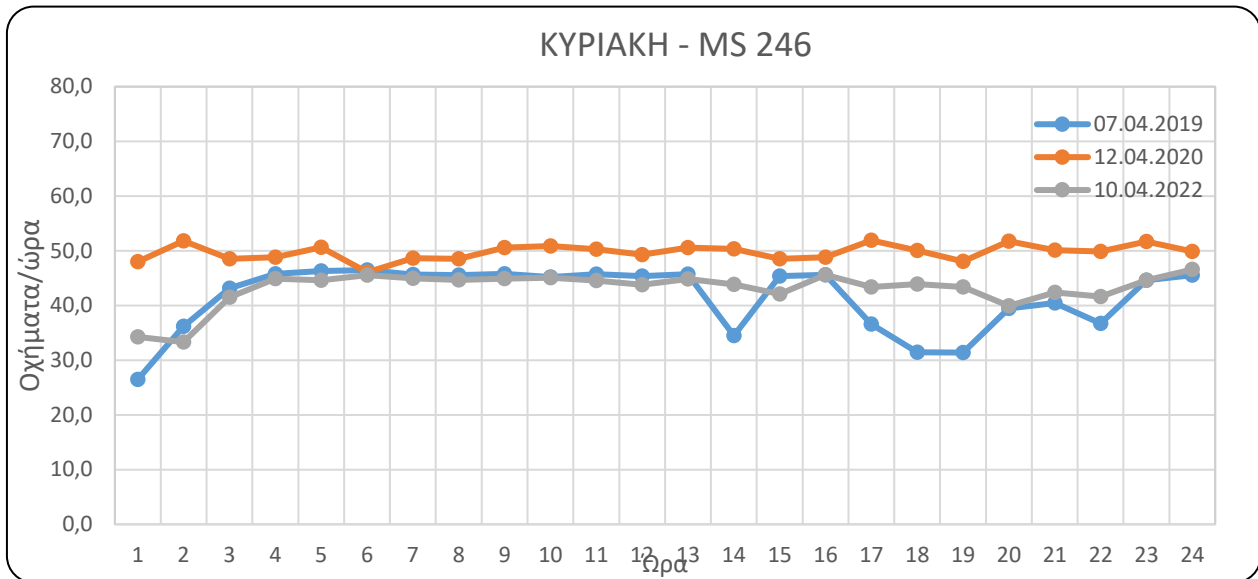
Διάγραμμα 4.10: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

Στα παραπάνω διαγράμματα παρουσιάζεται ο κυκλοφοριακός φόρτος και η μέση ταχύτητα ανά ώρα για τον Απρίλιο στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας. Για τα έτη 2019 και 2022 εμφανίζεται η πρωινή αιχμή 7:00 – 9:00. Στη συνέχεια, ο κυκλοφοριακός φόρτος σταθεροποιείται και μειώνεται κατά τις βραδινές ώρες. Για το έτος 2020 ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι ο μισός σε σχέση με τους κυκλοφοριακούς φόρτους του 2019 και του 2022. Αυτό οφείλεται στο lockdown που είχε εφαρμοσθεί τον Απρίλιο του 2020 προκειμένου να περιορισθεί η εξάπλωση του covid-19.

Η μέση ταχύτητα για τα έτη 2019 και 2022 είναι μειωμένη κατά την πρωινή αιχμή, γεγονός που υποδηλώνει πως δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Το ίδιο συμβαίνει και κατά τις απογευματινές ώρες. Για το 2020 η μέση ταχύτητα είναι σταθερή και σχετικά υψηλή όπως ήταν αναμενόμενο εφόσον υπάρχουν χαμηλοί κυκλοφοριακοί φόρτοι.

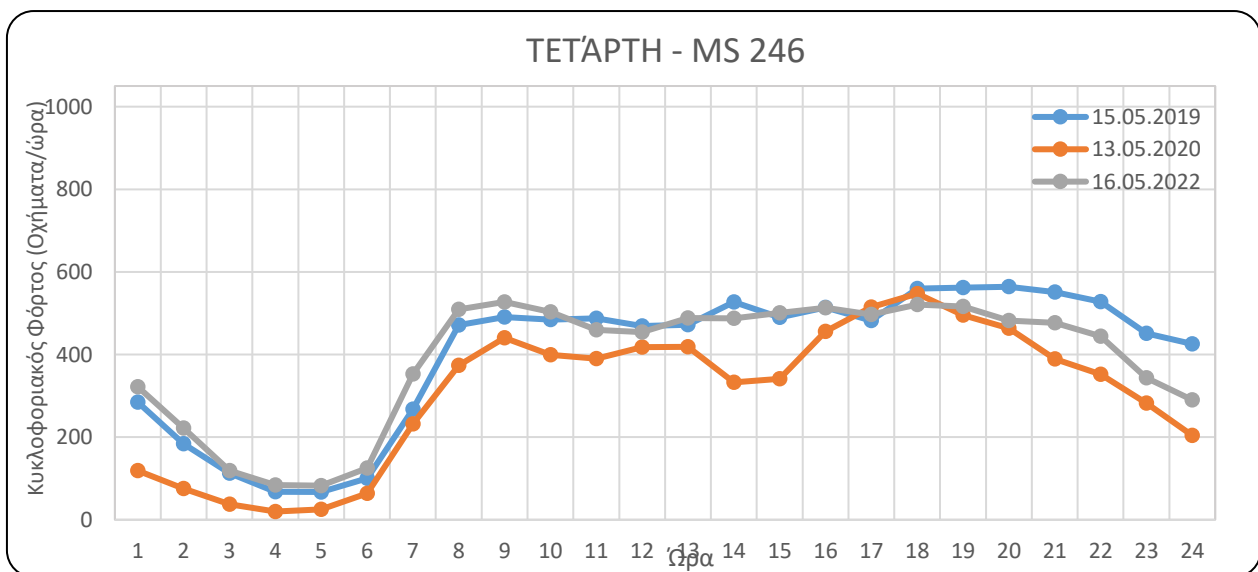


Διάγραμμα 4.11: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

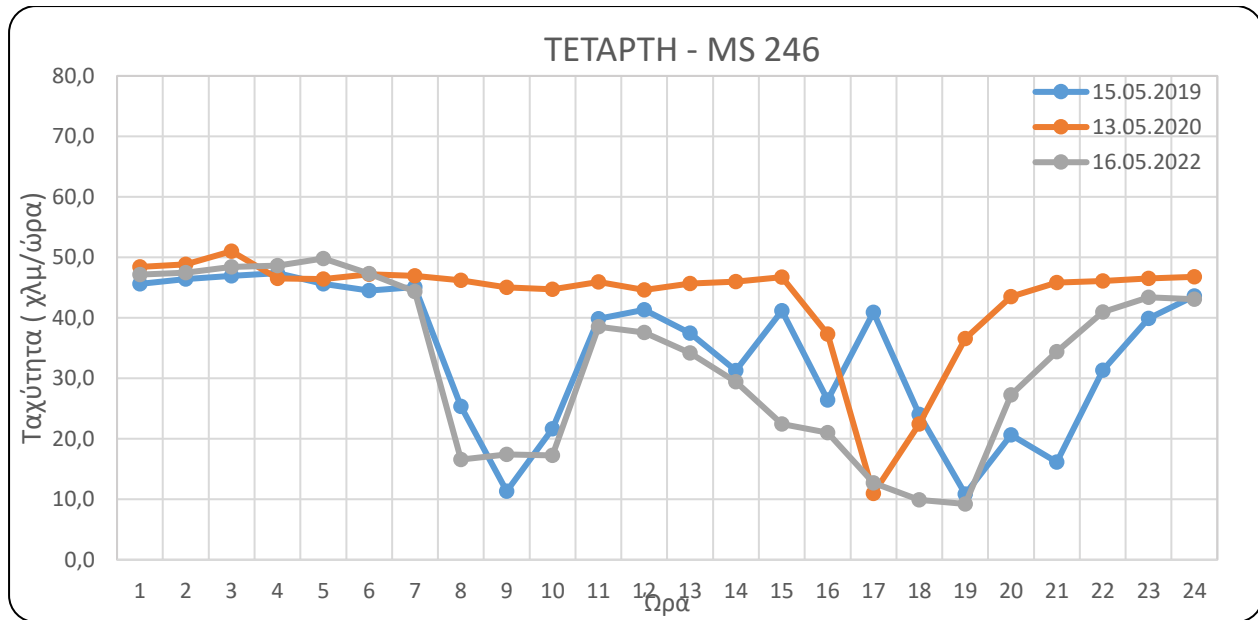


Διάγραμμα 4.12: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

Την Κυριακή ο κυκλοφοριακός φόρτος για το 2019 και το 2022 είναι αυξημένος κατά τις πρωινές ώρες 01:00 – 06:00. Έπειτα ακολουθεί μια μείωση μεταξύ 06:00 – 10:00 και στη συνέχεια μια σταθερή αύξηση από τις 11:00 και μετά. Για το έτος 2020 ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι σταθερά χαμηλός εξαιτίας του lockdown όλη την ημέρα. Η μέση ταχύτητα είναι σταθερή σε όλα τα έτη με μια μικρή μείωση τις απογευματινές ώρες για το 2019.

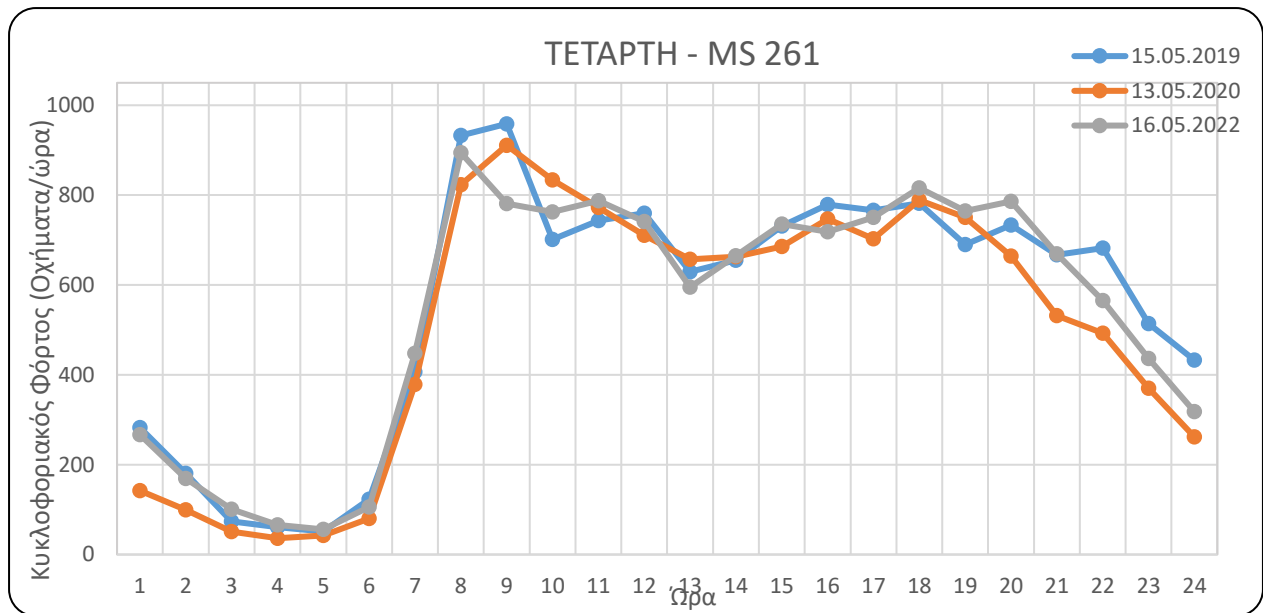


Διάγραμμα 4.13: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

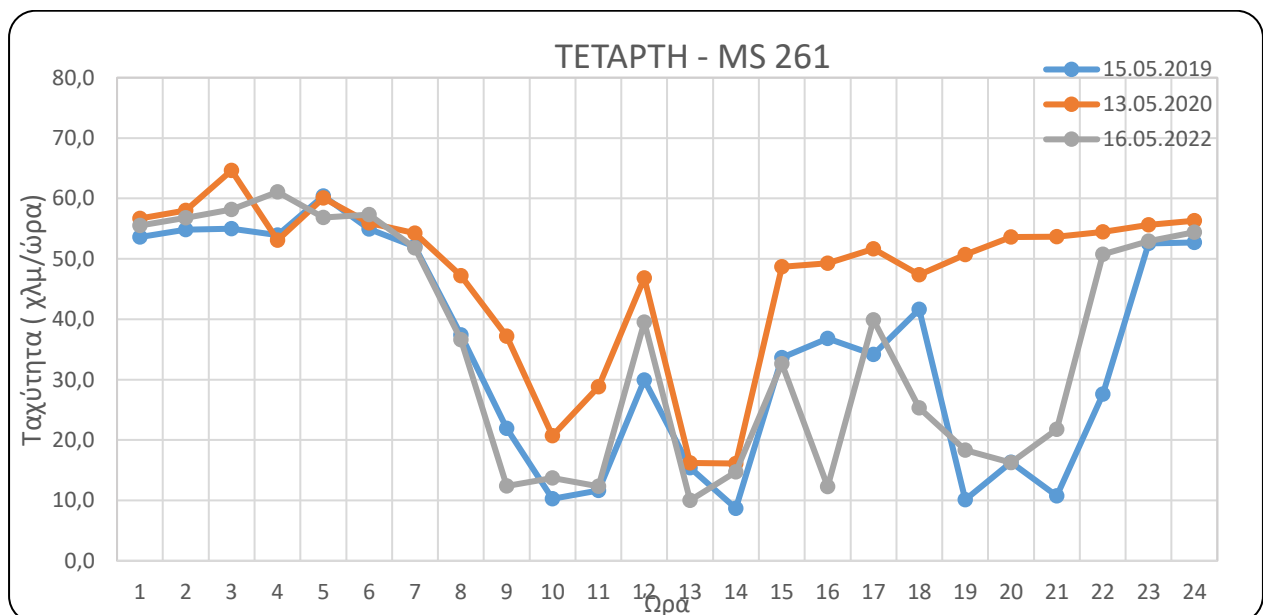


Διάγραμμα 4.14: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

Τον Μάιο ο κυκλοφοριακός φόρτος για το 2020 είναι σχεδόν στα ίδια επίπεδα με τα υπόλοιπα έτη, ενώ η ταχύτητα αρκετά αυξημένη το χρονικό διάστημα 8:00 – 10:00 σε σύγκριση με τα υπόλοιπα έτη. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί διότι καταργήθηκε το lockdown, όμως τα σχολεία, το εμπόριο και τα πανεπιστήμια ήταν ακόμα κλειστά και γι 'αυτό δεν παρατηρείται κυκλοφοριακή συμφόρηση κατά τις πρωινές ώρες παρά μόνο το απόγευμα για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

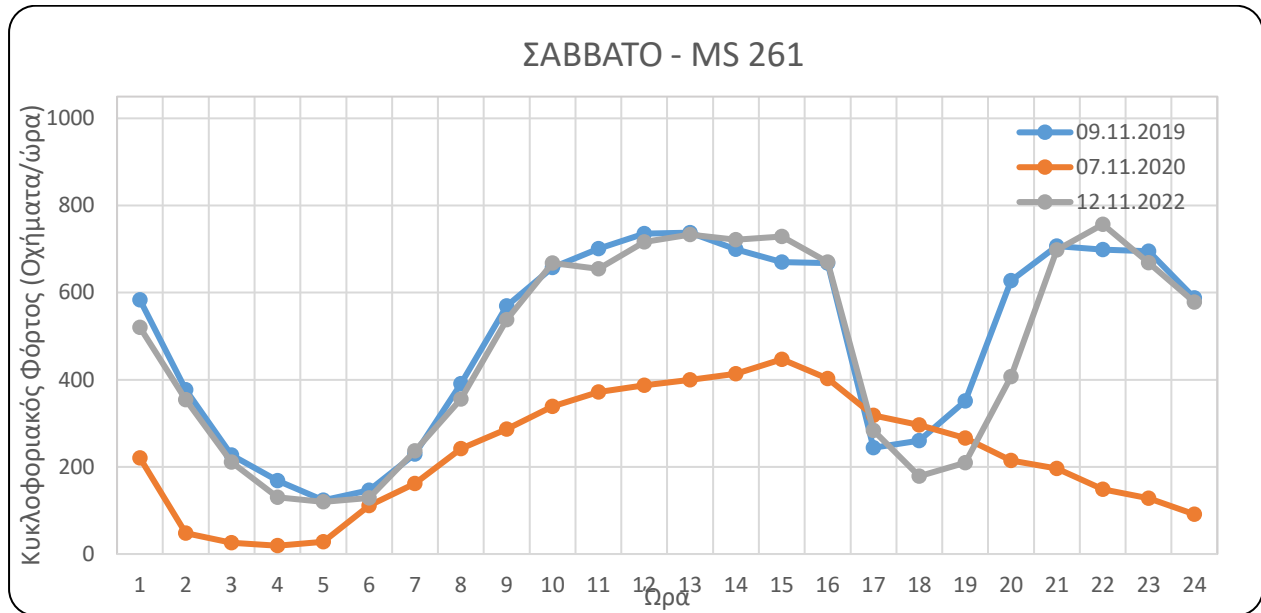


Διάγραμμα 4.15: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας

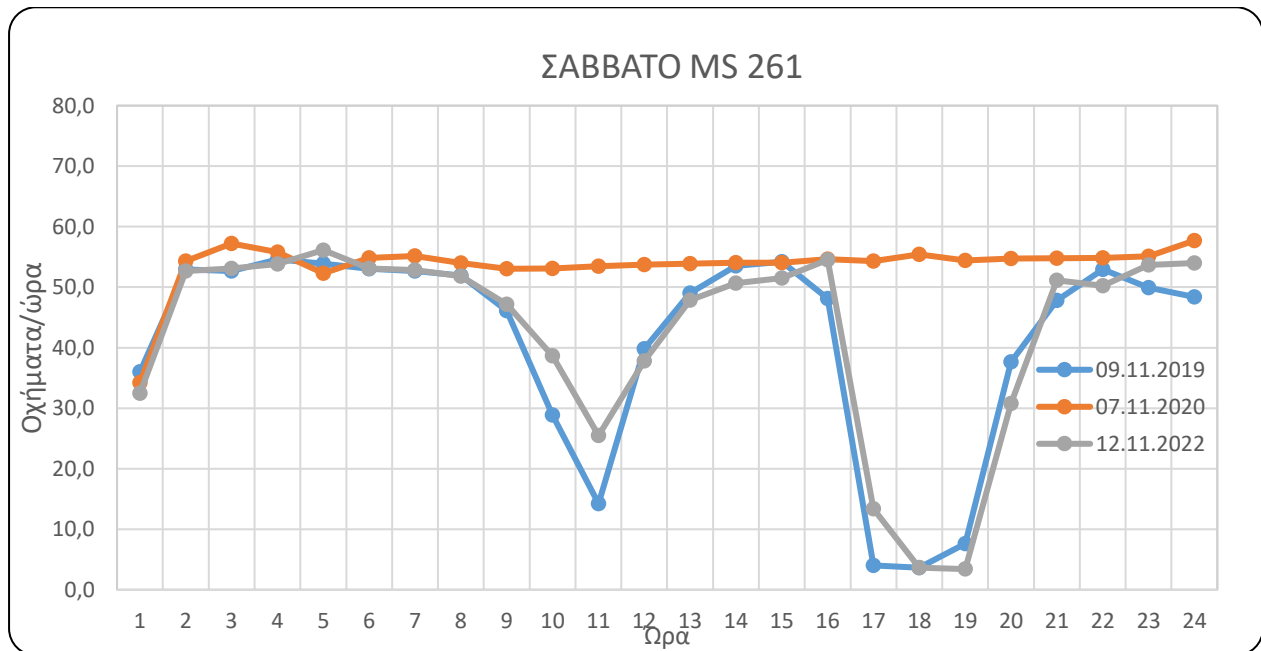


Διάγραμμα 4.16: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας

Παρόμοιο κυκλοφοριακό μοτίβο παρουσιάζεται και στη Λεωφόρο Κηφισίας με υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους και πιο έντονες διακυμάνσεις.



Διάγραμμα 4.17: Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας



Διάγραμμα 4.18: Μέση ταχύτητα οχημάτων στη Λεωφόρο Κηφισίας

Όπως φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα του Νοεμβρίου, ο κυκλοφοριακός φόρτος του 2020 εμφανίζει μεγάλη μείωση συγκριτικά με τα υπόλοιπα έτη. Αυτό συμβαίνει διότι εκείνη την ημέρα εφαρμόστηκε το δεύτερο lockdown. Η ταχύτητα για το 2020 είναι σταθερή υψηλή, ενώ για τα έτη 2019 και 2022 η ταχύτητα είναι στα ίδια επίπεδα με αυτή του 2020 με μεγάλη μείωση τα χρονικά διαστήματα 10:00 – 12:00 και 16:00 – 19:00 όπου είναι ώρες αιχμής για την ημέρα του Σαββάτου.

4.3 Τελική βάση δεδομένων

Η τελική βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε, διαιρέθηκε σε 3 επιμέρους βάσεις για τα έτη 2019, 2020 και 2022. Επίσης, δημιουργήθηκαν 2 βάσεις δεδομένων για τις μεταβολές του κυκλοφοριακού φόρτου 2019-2020 και 2019-2022 αντίστοιχα.

Για το έτος 2019:

- Η στήλη “Name” όπου περιέχει τον κωδικό ονομασίας κάθε διατομής
- Η στήλη “weekday” όπου περιέχει την ημέρα της εβδομάδας
- Η στήλη “Day_19” όπου περιέχει την ημερομηνία
- Η στήλη “month_19” όπου περιέχει το μήνα
- Η στήλη “Year_19” όπου περιέχει το έτος
- Η στήλη “Time” όπου περιέχει την ώρα
- Η στήλη “vol_lane_19” όπου περιέχει τον ωριαίο κυκλοφοριακό φόρτο ανά λωρίδα
- Η στήλη “Strike_19” όπου περιέχει τις απεργίες MMM
- Η στήλη “Direction” όπου περιέχει την κατεύθυνση των σημείων μέτρησης
- Η στήλη “Lanes” όπου περιέχει τον αριθμό των λωρίδων κάθε διατομής
- Η στήλη “main_second” όπου περιέχει την κατηγορία κάθε διατομής

Για το έτος 2020:

- Η στήλη “Name” όπου περιέχει τον κωδικό ονομασίας κάθε διατομής
- Η στήλη “weekday” όπου περιέχει την ημέρα της εβδομάδας
- Η στήλη “Day_20” όπου περιέχει την ημερομηνία
- Η στήλη “month_20” όπου περιέχει το μήνα
- Η στήλη “Year_20” όπου περιέχει το έτος
- Η στήλη “Time” όπου περιέχει την ώρα
- Η στήλη “vol_lane_20” όπου περιέχει τον ωριαίο κυκλοφοριακό φόρτο ανά λωρίδα
- Η στήλη “Strike_20” όπου περιέχει τις απεργίες MMM
- Η στήλη “Direction” όπου περιέχει την κατεύθυνση των σημείων μέτρησης
- Η στήλη “Lanes” όπου περιέχει τον αριθμό των λωρίδων κάθε διατομής
- Η στήλη “main_second” όπου περιέχει την κατηγορία κάθε διατομής
- Η στήλη “measure_20” όπου περιέχει τα κύρια μέτρα αντιμετώπισης του covid-19
- Η στήλη “New_cases” όπου περιέχει τον αριθμό των νέων ημερήσιων κρουσμάτων covid-19
- Η στήλη “New_deaths” όπου περιέχει τον αριθμό των νέων ημερήσιων νεκρών λόγω covid-19

- Η στήλη “Daily_tubed ” όπου περιέχει τον αριθμό των ασθενών που βρίσκονται στη ΜΕΘ λόγω covid-19

Για το έτος 2022:

- Η στήλη “Name” όπου περιέχει τον κωδικό ονομασίας κάθε διατομής
- Η στήλη “weekday” όπου περιέχει την ημέρα της εβδομάδας
- Η στήλη “Day_22” όπου περιέχει την ημερομηνία
- Η στήλη “month_22” όπου περιέχει το μήνα
- Η στήλη “Year_22” όπου περιέχει το έτος
- Η στήλη “Time” όπου περιέχει την ώρα
- Η στήλη “vol_lane_22” όπου περιέχει τον ωριαίο κυκλοφοριακό φόρτο ανά λωρίδα
- Η στήλη “speed_22” όπου περιέχει την ωριαία μέση ταχύτητα
- Η στήλη “Strike_22” όπου περιέχει τις απεργίες MMM
- Η στήλη “Direction” όπου περιέχει την κατεύθυνση των σημείων μέτρησης
- Η στήλη “Lanes” όπου περιέχει τον αριθμό των λωρίδων κάθε διατομής
- Η στήλη “main_second” όπου περιέχει την κατηγορία κάθε διατομής

Για τη μεταβολή 2019-2020:

- Η στήλη “Name” όπου περιέχει τον κωδικό ονομασίας κάθε διατομής
- Η στήλη “weekday” όπου περιέχει την ημέρα της εβδομάδας
- Η στήλη “Day_19” όπου περιέχει την ημερομηνία
- Η στήλη “month_19” όπου περιέχει το μήνα
- Η στήλη “Year_19” όπου περιέχει το έτος
- Η στήλη “Time” όπου περιέχει την ώρα
- Η στήλη “Strike_19” όπου περιέχει τις απεργίες MMM
- Η στήλη “Day_20” όπου περιέχει την ημερομηνία
- Η στήλη “month_20” όπου περιέχει το μήνα
- Η στήλη “Year_20” όπου περιέχει το έτος
- Η στήλη “annual_vol_19_20” όπου περιέχει τη μεταβολή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα μεταξύ των ετών 2019-2020
- Η στήλη “annual_per_vol_19_20” όπου περιέχει την ποσοστιαία μεταβολή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα μεταξύ των ετών 2019-2020
- Η στήλη “Strike_20” όπου περιέχει τις απεργίες MMM για το 2020
- Η στήλη “Direction” όπου περιέχει την κατεύθυνση των σημείων μέτρησης
- Η στήλη “Lanes” όπου περιέχει τον αριθμό των λωρίδων κάθε διατομής
- Η στήλη “main_second” όπου περιέχει την κατηγορία κάθε διατομής

- Η στήλη “measure_20” όπου περιέχει τα κύρια μέτρα αντιμετώπισης του covid-19
- Η στήλη “New_cases” όπου περιέχει τον αριθμό των νέων ημερήσιων κρουσμάτων covid-19
- Η στήλη “New_deaths” όπου περιέχει τον αριθμό των νέων ημερήσιων νεκρών λόγω covid-19

Για τη μεταβολή 2019-2022:

- Η στήλη “Name” όπου περιέχει τον κωδικό ονομασίας κάθε διατομής
- Η στήλη “weekday” όπου περιέχει την ημέρα της εβδομάδας
- Η στήλη “Day_19” όπου περιέχει την ημερομηνία
- Η στήλη “month_19” όπου περιέχει το μήνα
- Η στήλη “Year_19” όπου περιέχει το έτος
- Η στήλη “Time” όπου περιέχει την ώρα
- Η στήλη “Strike_19” όπου περιέχει τις απεργίες MMM για το 2019
- Η στήλη “Day_22” όπου περιέχει την ημερομηνία
- Η στήλη “month_22” όπου περιέχει τον μήνα
- Η στήλη “Year_22” όπου περιέχει το έτος
- Η στήλη “annual_vol_19_22” όπου περιέχει τη μεταβολή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα μεταξύ των ετών 2019-2022
- Η στήλη “annual_per_vol_19_22” όπου περιέχει την ποσοστιαία μεταβολή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα μεταξύ των ετών 2019-2022
- Η στήλη “Strike_22” όπου περιέχει τις απεργίες MMM για το 2022
- Η στήλη “Direction” όπου περιέχει την κατεύθυνση των σημείων μέτρησης
- Η στήλη “Lanes” όπου περιέχει τον αριθμό των λωρίδων κάθε διατομής
- Η στήλη “main_second” όπου περιέχει την κατηγορία κάθε διατομής

4.4 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων

Οι τελικές βάσεις δεδομένων είναι αυτές που θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση και την εξαγωγή συμπερασμάτων με τη βοήθεια του προγράμματος R. Το πρόγραμμα R είναι ένα προγραμματιστικό περιβάλλον και γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για στατιστική ανάλυση, γραφικές παραστάσεις, μηχανική μάθηση και πολλούς άλλους στατιστικούς υπολογισμούς. Το R είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα, δηλαδή ο πηγαίος κώδικας του είναι διαθέσιμος ελεύθερα και μπορεί να τροποποιηθεί από τους χρήστες. Δημιουργήθηκε από τους Ross Ihaka και Robert Gentleman το 1993 στο Πανεπιστήμιο του Auckland, στη Νέα Ζηλανδία. Από τότε, έχει αναπτυχθεί σημαντικά και έχει γίνει ένα

από τα πιο δημοφιλή περιβάλλοντα προγραμματισμού για στατιστική και ανάλυση δεδομένων. Το R προσφέρει μια ευέλικτη και πολυλειτουργική γλώσσα προγραμματισμού με πληθώρα πακέτων (packages) που καλύπτουν διάφορες στατιστικές και αναλυτικές ανάγκες. Οι βασικές ικανότητες του λογισμικού R περιλαμβάνουν:

- Επεξεργασία και διαχείριση δεδομένων: Το R διαθέτει ισχυρές λειτουργίες για τη δημιουργία, επεξεργασία και διαχείριση δεδομένων, δημιουργώντας διανύσματα, πίνακες, λίστες και επεξεργασία δεδομένων από διάφορες πηγές.
- Στατιστική ανάλυση: Το R παρέχει μια ευρεία γκάμα από στατιστικές λειτουργίες για τον υπολογισμό μέσων, διασποράς, μέσης τιμής, ποσοστών και πολλών άλλων στατιστικών μεγεθών.
- Στατιστικοί έλεγχοι: Εκτελεί διάφορους στατιστικούς ελέγχους, όπως T-Test, ANOVA, χ^2 -τεστ κ.ά., την απόρριψη ή επιβεβαίωση στατιστικών υποθέσεων.
- Αναπαράσταση δεδομένων: Το R παρέχει πολλές δυνατότητες για τη δημιουργία γραφικών παραστάσεων, όπως γραφήματα γραμμής, ραβδογράμματα, διαγράμματα διασποράς κ.ά., για την οπτικοποίηση των δεδομένα.
- Προγραμματισμός: Το R είναι μια πλήρης γλώσσα προγραμματισμού, που σημαίνει ότι είναι εφικτό να δημιουργηθούν προσαρμοσμένες συναρτήσεις και προγράμματα για τις ανάγκες του κάθε χρήστη.
- Μηχανική μάθηση: Το R διαθέτει πολλά πακέτα για μηχανική μάθηση, που επιτρέπουν την εκπαίδευση μοντέλων προκειμένου να πραγματοποιηθούν προβλέψεις βάσει των εκάστοτε δεδομένων.
- Αναφορές και παρουσιάσεις: Το R μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή εκτυπώσιμων αναφορών, αναλύσεων και παρουσιάσεων με τη χρήση πακέτων όπως το RMarkdown και το knitr.

Γραμμική παλινδρόμηση

Η γραμμική παλινδρόμηση είναι μια στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για να αναλύσει τη σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών. Συγκεκριμένα, εξετάζει την επίδραση μιας ανεξάρτητης μεταβλητής (επίδραση) στην εξαρτημένη μεταβλητή (απόκριση).

Στη γραμμική παλινδρόμηση, γίνεται προσπάθεια να εντοπιστεί η ευθεία γραμμή που περιγράφει καλύτερα τα δεδομένα. Αυτή η ευθεία υπολογίζεται με βάση τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων, η οποία ελαχιστοποιεί το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων μεταξύ των παρατηρούμενων τιμών και των προβλεπόμενων τιμών από την ευθεία.

Η απλή μορφή γραμμικής παλινδρόμησης μπορεί να παρουσιαστεί μαθηματικά ως εξής:

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

Όπου:

- Y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (απόκριση),
- X είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (χαρακτηριστικό ή παράγοντας εξήγησης),
- α είναι η σταθερά, η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι μηδέν,
- β είναι η κλίση της ευθείας που περιγράφει τη σχέση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές,
- ε είναι οι ανεξάρτητοι όροι ή το σφάλμα πρόβλεψης που δεν μπορούν να εξηγηθούν από την εξαρτημένη μεταβλητή.

Αντίστοιχη περίπτωση αποτελεί το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των δεδομένων. Η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι μια στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για να εξετάσει τη σχέση μεταξύ μιας εξαρτημένης μεταβλητής και δύο ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

Η εξίσωση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μπορεί να παρουσιαστεί μαθηματικά ως εξής:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

Όπου:

- Y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (απόκριση),
- X_1, X_2, \dots, X_k είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές (χαρακτηριστικά ή παράγοντες εξήγησης),
- α είναι η σταθερά, η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής όταν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι μηδέν,
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ είναι η κλίση των ανεξάρτητων μεταβλητών που περιγράφουν τη σχέση τους με την εξαρτημένη μεταβλητή,
- ε είναι οι ανεξάρτητοι όροι ή το σφάλμα πρόβλεψης που δεν μπορούν να εξηγηθούν από τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση, η σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη μεταβλητή και τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι μια πολυδιάστατη ευθεία που προσαρμόζεται στα δεδομένα. Οι παράμετροι α και $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ υπολογίζονται μέσω μιας διαδικασίας που στοχεύει να ελαχιστοποιήσει το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων (ε), δηλαδή την απόκλιση μεταξύ των πραγματικών τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής και των προβλεπόμενων τιμών από την ευθεία παλινδρόμησης.

Στατιστικοί έλεγχοι

Η γραμμική παλινδρόμηση είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάλυση και πρόβλεψη δεδομένων, αλλά πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένες προϋποθέσεις για την ορθή εφαρμογή της, όπως η γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών και η ανεξαρτησία των σφαλμάτων. Κατά τη διάρκεια της γραμμικής παλινδρόμησης, εκτελούνται στατιστικοί υπολογισμοί για την εύρεση των βέλτιστων παραμέτρων (συντελεστές) του μοντέλου, δηλαδή των α και $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση, που να προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα.

Στη συνέχεια, οι στατιστικοί έλεγχοι χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν τη σημαντικότητα της γραμμικής παλινδρόμησης και των παραμέτρων που έχουν υπολογιστεί. Κάποιοι από τους στατιστικούς ελέγχους που χρησιμοποιήθηκαν είναι το τεστ Jarque – Bera, ο υπολογισμός της ασυμμετρίας (skewness) και της κύρτωσης (kurtosis).

Τεστ Jarque - Bera

Το τεστ Jarque-Bera είναι ένα στατιστικό τεστ που χρησιμοποιείται για να ελέγξει αν ένα δείγμα δεδομένων προέρχεται από μια κανονική κατανομή. Πιο συγκεκριμένα, το τεστ αυτό ελέγχει την υπόθεση αν τα δεδομένα έχουν μια κανονική κατανομή με βάση την ασυμμετρία (skewness) και την κύρτωση (kurtosis) της κατανομής. Η ασυμμετρία (skewness) μετρά το βαθμό που οι ουρές της κατανομής διαφέρουν από την κανονική κατανομή. Η κύρτωση (kurtosis) αντιπροσωπεύει την κορυφή και τις ουρές της κατανομής και μετρά το βαθμό συγκεντρωτικότητας ή διάσπασης των δεδομένων σε σχέση με την κανονική κατανομή.

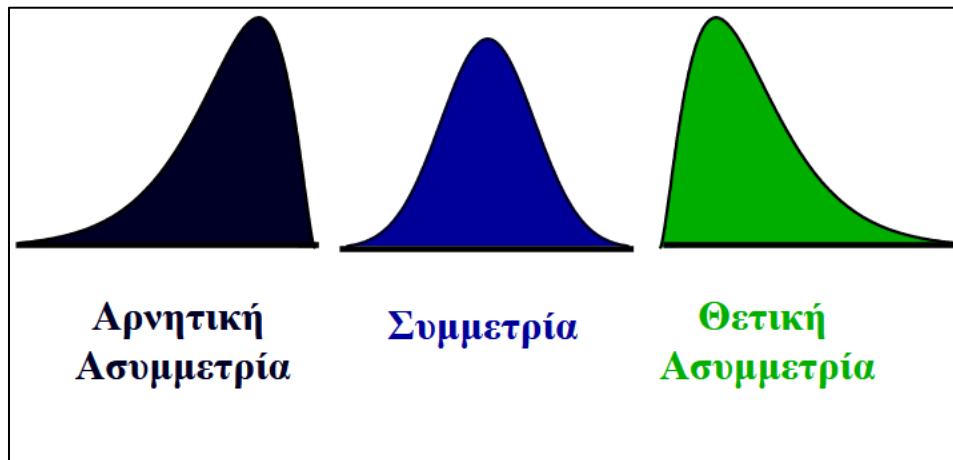
Η μηδενική υπόθεση (H_0) του τεστ Jarque-Bera είναι ότι τα δεδομένα προέρχονται από μια κανονική κατανομή. Αν η τιμή p (p -value) του τεστ είναι μικρότερη από το επιλεγμένο επίπεδο σημαντικότητας (συνήθως 0.05), τότε απορρίπτουμε την H_0 και συμπεραίνουμε ότι τα δεδομένα δεν προέρχονται από μια κανονική κατανομή.

Ασυμμετρία (Skewness)

Skewness είναι ένας δείκτης που χρησιμοποιείται στη στατιστική για να μετρήσει την ασυμμετρία της κατανομής μιας μεταβλητής. Δίνει πληροφορίες για το πώς κατανέμονται τα δεδομένα σε σχέση με τη μέση τιμή τους.

Η ασυμμετρία μπορεί να είναι θετική ή αρνητική, ή ακόμα και να μηδενίζεται (συμμετρική κατανομή).

- **Θετική ασυμμετρία:** Εμφανίζεται όταν η κατανομή επικεντρώνεται περισσότερο προς τα αριστερά (αριστερή ουρά) και οι ακραίες τιμές βρίσκονται περισσότερο στη δεξιά πλευρά. Στην περίπτωση αυτή, η τιμή του skewness είναι θετική.
- **Αρνητική ασυμμετρία:** Εμφανίζεται όταν η κατανομή επικεντρώνεται περισσότερο προς τα δεξιά (δεξιά ουρά) και οι ακραίες τιμές βρίσκονται περισσότερο στην αριστερή πλευρά. Στην περίπτωση αυτή, η τιμή του skewness είναι αρνητική.
- **Μηδενική ασυμμετρία (συμμετρική κατανομή):** Εμφανίζεται όταν η κατανομή είναι περίπου συμμετρική γύρω από τη μέση τιμή της. Στην περίπτωση αυτή, η τιμή του skewness πλησιάζει το μηδέν.

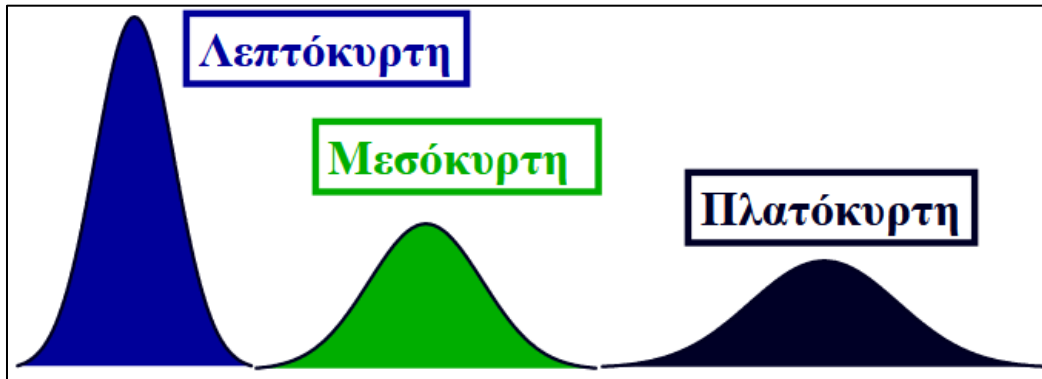


Εικόνα 4.2: Είδη ασυμμετρίας (πηγή:Business & economics statistics, Thomson South Western, 2002)

Κύρτωση (Kurtosis)

Η κύρτωση είναι ένα μέτρο της ασυμμετρίας της κατανομής μιας μεταβλητής. Αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα κατανέμονται σε σχέση με τον μέσο όρο τους. Ουσιαστικά, περιγράφει εάν τα δεδομένα μιας κατανομής έχουν περισσότερες ακραίες τιμές (outliers) ή εάν συγκεντρώνονται περισσότερο γύρω από τη μέση τιμή σε σύγκριση με μια κανονική κατανομή.

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές κατηγορίες κυρτότητας που χαρακτηρίζουν μία κατανομή και είναι οι εξής: πλατύκυρτη, δηλαδή όταν έχει περισσότερο “πλατιά” κορυφή σε σχέση με την κανονική (συντελεστής $K < 3$), μεσόκυρτη (συντελεστής $K = 3$) και λεπτόκυρτη, δηλαδή έχει περισσότερο “οξεία” κορυφή από αυτή της κανονικής κατανομής (συντελεστής $K > 3$).



Εικόνα 4.3: Είδη κύρτωσης (πηγή: Business & economics statistics, Thomson South Western, 2002)

Συντελεστής προσδιορισμού R^2

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 , που είναι ένα μέτρο της ποσοστιαίας εξήγησης της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής από το μοντέλο, χρησιμοποιείται επίσης για να αξιολογήσει την ποιότητα της προσαρμοσμένης ευθείας στα δεδομένα. Ένα υψηλό R^2 υποδεικνύει πως το μοντέλο εξηγεί καλά τη μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, ενώ ένα χαμηλό R^2 υποδεικνύει πως το μοντέλο δεν εξηγεί καλά τις παρατηρούμενες διαφορές στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Adjusted R-squared

Το προσαρμοσμένο R-squared είναι ένα στατιστικό μέτρο που χρησιμοποιείται στην ανάλυση παλινδρόμησης για να αξιολογήσει την ποιότητα της προσαρμογής ενός μοντέλου παλινδρόμησης σε ένα σύνολο δεδομένων. Χρησιμοποιείται συχνά όταν ένα μοντέλο παλινδρόμησης περιλαμβάνει πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές. Το συνηθισμένο R-squared μετρά το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από το μοντέλο παλινδρόμησης. Ωστόσο, το προσαρμοσμένο R-squared προσαρμόζει αυτό το μέτρο λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών που περιλαμβάνονται στο μοντέλο και τον αριθμό των παρατηρήσεων. Σκοπός αυτής της προσαρμογής είναι να προσφέρει μια πιο ακριβή εκτίμηση της προσαρμογής του μοντέλου, λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητά του.

Τα τεστ κανονικότητας είναι στατιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν εάν ένα σύνολο δεδομένων προέρχεται από μια κανονική κατανομή ή μια κατανομή που προσεγγίζει την κανονική. Η κανονική κατανομή (γνωστή και ως κατανομή Gauss) είναι μια από τις πιο συχνά συναντώμενες κατανομές στα στατιστικά, και χαρακτηρίζεται από την κεντρική τάση (μέση τιμή) και τη διασπορά των δεδομένων της.

Βιβλιοθήκες R

Οι συλλογές (βιβλιοθήκες) περιλαμβάνουν συναρτήσεις, δεδομένα, και εργαλεία που επεκτείνουν τις δυνατότητες της γλώσσας R. Κάθε βιβλιοθήκη παρέχει διαφορετικές λειτουργίες και εργαλεία για την ανάλυση δεδομένων, την οπτικοποίηση, τη στατιστική ανάλυση, και άλλες εργασίες. Παρακάτω παρατίθεται μια σύντομη ερμηνεία για κάθε μια από τις βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν.

- `plyr`: Η βιβλιοθήκη `plyr` παρέχει εργαλεία για τη διαχείριση και τον υπολογισμό συναρτήσεων σε δεδομένα. Χρησιμοποιείται για την οργάνωση και την επεξεργασία δεδομένων.
- `ggplot2`: Η βιβλιοθήκη `ggplot2` είναι ένα δημοφιλές εργαλείο οπτικοποίησης δεδομένων στο R. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαγραμμάτων και γραφημάτων με μεγάλη ευελιξία.
- `afex`: Η βιβλιοθήκη `afex` χρησιμοποιείται για την ανάλυση πειραματικών σχεδίων και την εκτέλεση αναλύσεων διακύμανσης (ANOVA).
- `emmeans`: Η βιβλιοθήκη `emmeans` χρησιμοποιείται για την εκτίμηση και σύγκριση μέσων των διαφόρων ομάδων στο πλαίσιο στατιστικών μοντέλων.
- `moments`: Η βιβλιοθήκη `moments` παρέχει λειτουργίες για τον υπολογισμό διάφορων στατιστικών στιγμιοτύπων, όπως μέση τιμή, διακύμανση και κύρτωση.
- `normtest`: Φαίνεται να περιέχει λειτουργίες για την εκτέλεση του τεστ κανονικότητας στα δεδομένα για την αξιολόγηση της κατανομής.
- `MASS`: Η βιβλιοθήκη `MASS` περιλαμβάνει διάφορες στατιστικές συναρτήσεις και σύνολα δεδομένων για διάφορες αναλύσεις, όπως γραμμική και μη γραμμική παλινδρόμηση.
- `rsq`: Η βιβλιοθήκη `rsq` χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό και την οπτικοποίηση τιμών R-squared σε γραμμικά μοντέλα παλινδρόμησης.
- `corrplot`: Η βιβλιοθήκη `corrplot` χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαγραμμάτων πίνακα συσχέτισης, που βοηθούν στην οπτικοποίηση των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών.
- `NormalityAssessment`: Η βιβλιοθήκη σχετίζεται με την αξιολόγηση της κανονικότητας των δεδομένων, κάτι που είναι σημαντικό σε πολλές στατιστικές αναλύσεις.
- `tseries`: Η βιβλιοθήκη `tseries` είναι σχεδιασμένη για την ανάλυση χρονοσειρών και περιλαμβάνει λειτουργίες για τη διαχείριση, την οπτικοποίηση και το μοντελοποίηση δεδομένων χρονοσειρών.

Εξαρτημένες μεταβλητές

Οι εξαρτημένες μεταβλητές είναι μεταβλητές που εξαρτώνται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Αυτές οι μεταβλητές αναλύονται για να διερευνηθούν οι επιπτώσεις που έχουν οι ανεξάρτητες μεταβλητές πάνω στις εξαρτημένες. Παρακάτω παρουσιάζονται οι εξαρτημένες μεταβλητές.

- Ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα για τα έτη 2019, 2020 και 2022
- Η μεταβολή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα για τα έτη 2019-2020 και 2019-2022
- Η ποσοστιαία μεταβολή του ωριαίου κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα για τα έτη 2019-2020 και 2019-2022

Ανεξάρτητες μεταβλητές

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι μεταβλητές που δεν επηρεάζονται από άλλες μεταβλητές στην ανάλυση. Συνήθως, οι ανεξάρτητες μεταβλητές θεωρούνται ως αυτές που ελέγχονται ή που αλλάζουν στο πλαίσιο της έρευνας. Η κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή αποτελείται από κάποια επίπεδα όπου το καθένα από αυτά δίνει κάποια πληροφορία και επηρεάζει άλλοτε λιγότερο και άλλοτε περισσότερο την εξαρτημένη μεταβλητή. Επομένως, ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν:

- Ώρα (Time): Με τιμές από 0 έως 23
- Ημέρα της εβδομάδας (weekday): Με τιμές από 1 έως 7, όπου:
 - 1= Δευτέρα
 - 2= Τρίτη
 - 3= Τετάρτη
 - 4= Πέμπτη
 - 5= Παρασκευή
 - 6= Σάββατο
 - 7= Κυριακή
- Μήνας (Month): Με τιμές από 3 έως 11, όπου:
 - 3= Μάρτιος
 - 4= Απρίλιος
 - 5= Μάιος
 - 6= Ιούνιος
 - 7= Ιούλιος
 - 8= Αύγουστος

- 9= Σεπτέμβριος
- 10= Οκτώβριος
- 11= Νοέμβριος

- Κατεύθυνση (Direction): Με τιμές 1 έως 3, όπου:
 - 1= Προς κέντρο
 - 2= Στο κέντρο
 - 3= Από κέντρο

- Κύρια/Δευτερεύουσα οδική αρτηρία (main_secondary): Με τιμές 1 και 2, όπου:
 - 1= Κύρια οδική αρτηρία
 - 2= Δευτερεύουσα οδική αρτηρία

- Αριθμός λωρίδων οδικής αρτηρίας (Lanes): Με τιμές 1 έως 5

- Απεργία MMM (Strike): Με τιμές 0 και 1, όπου:
 - 1= Υπάρχει απεργία MMM
 - 2= Δεν υπάρχει απεργία MMM

- Μέτρα περιορισμού (measure_20): Με τιμές από 0 έως 7, όπου:
 - 0= Κανένα μέτρο περιορισμού
 - 1= Κλειστά σχολεία και πανεπιστήμια
 - 2= Κλειστή εστίαση
 - 3= Κλειστά σχολεία, εστίαση και εμπόριο
 - 4= Τηλεργασία 40%
 - 5= Τηλεργασία 50%
 - 6= Τηλεργασία 50% και κλειστή εστίαση
 - 7= Lockdown

- Νέα κρούσματα covid-19 (New_Cases): Ακέραιος ημερήσιος αριθμός κρουσμάτων λόγω covid-19

- Νέοι θάνατοι covid-19 (New_Deaths): Ακέραιος ημερήσιος αριθμός νεκρών λόγω covid-19

- Διασωληνωμένοι ασθενείς (Daily_Tubed): Ακέραιος ημερήσιος αριθμός διασωληνωμένων ασθενών λόγω covid-19

Πίνακας συσχέτισης (Correlation Matrix)

Ο πίνακας συσχέτισης είναι ένας πίνακας που δείχνει τις συσχετίσεις (τον συντελεστή συσχέτισης) μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Τα διαγώνια στοιχεία του είναι ίσα με 1. Ο πίνακας συσχέτισης μπορεί να πάρει τιμές από -1 έως 1, με τις ακόλουθες ερμηνείες:

- Αν ο συντελεστής είναι μικρότερος του ± 0.30 δεν υπάρχει συσχέτιση
- Αν ο συντελεστής κυμαίνεται μεταξύ $\pm 0.30 - 0.49$ υπάρχει Χαμηλή συσχέτιση,
- Αν ο συντελεστής κυμαίνεται μεταξύ $\pm 0.50 - 0.69$ υπάρχει Μέτρια Συσχέτιση,
- Αν ο συντελεστής κυμαίνεται μεταξύ $\pm 0.70 - 0.79$ υπάρχει Υψηλή συσχέτιση,
- Αν ο συντελεστής κυμαίνεται μεταξύ $\pm 0.80 - 0.99$ υπάρχει Πολύ υψηλή συσχέτιση,
- Όταν $\rho = -1$, σημαίνει ότι υπάρχει πλήρης (τέλεια) συσχέτιση και μάλιστα οι τιμές της μιας μεταβλητής αυξάνουν, ενώ οι τιμές της άλλης μεταβλητής μειώνονται και
- Όταν το $\rho = +1$ σημαίνει πλήρης (τέλεια) συσχέτιση των δύο μεταβλητών και μάλιστα οι τιμές και των δύο βαίνουν αύξουσες ή φθίνουσες.

Ακολουθούν οι πίνακες συσχέτισης των ανεξάρτητων μεταβλητών για τα έτη 2019, 2020 και 2022.

Πίνακας 5.1 Πίνακας συσχέτισης ανεξάρτητων μεταβλητών 2019

| 2019 | weekday | Day_19 | Month_19 | Time | Strike_2019 | Lanes | Direction | main_second |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| weekday | 1 | | | | | | | |
| Day_19 | 0,299436935 | 1 | | | | | | |
| Month_19 | 0,005501013 | -0,229947265 | 1 | | | | | |
| Time | -0,00048352 | -0,011117435 | 1,29717E-17 | 1 | | | | |
| Strike_2019 | -0,030382431 | 0,059727342 | -0,055915286 | -7,42677E-21 | 1 | | | |
| Lanes | 9,85544E-17 | -3,86774E-17 | 5,39994E-15 | 3,71847E-20 | -2,65774E-15 | 1 | | |
| Direction | 3,23236E-16 | 1,56467E-16 | -1,25531E-15 | -1,36077E-20 | 1,53922E-15 | 0,122537498 | 1 | |
| main_second | -0,004086559 | -0,003434454 | 0,004505567 | 4,54739E-20 | -0,02189182 | -0,011026116 | 0,077548803 | 1 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Επεξεργασία δεδομένων

Πίνακας 4.2: Πίνακας συσχέτισης ανεξάρτητων μεταβλητών 2020

| 2022 | weekday | Day_22 | Month_22 | Time | Strike_22 | Lanes | Direction | main_second |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| weekday | 1 | | | | | | | |
| Day_22 | 0,415998799 | 1 | | | | | | |
| Month_22 | 0,005501013 | -0,21115637 | 1 | | | | | |
| Time | -0,00048352 | -0,01501843 | 1,29717E-17 | 1 | | | | |
| Strike_22 | -0,23601195 | -0,29371132 | 0,130275342 | 0,004879016 | 1 | | | |
| Lanes | 9,85544E-17 | -4,1328E-16 | 5,39994E-15 | 3,71847E-20 | 2,14223E-15 | 1 | | |
| Direction | 3,23236E-16 | -2,8907E-16 | -1,2553E-15 | -1,3608E-20 | 6,15885E-16 | 0,122537498 | 1 | |
| main_second | -0,00408656 | 0,014198122 | 0,004505567 | 4,54739E-20 | -0,00088679 | -0,01102612 | 0,077548803 | 1 |

Πίνακας 4.3: Πίνακας συσχέτισης ανεξάρτητων μεταβλητών 2022

| 2020 | weekday | Day_20 | Month_20 | Time | New_cases_20 | New_deaths_20 | daily_tubed_20 | measure_20 | Strike_20 | Lanes | Direction | main_second |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|----------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| weekday | 1 | | | | | | | | | | | |
| Day_20 | 0,4104536 | 1 | | | | | | | | | | |
| Month_20 | 0,005501 | -0,049671 | 1 | | | | | | | | | |
| Time | -0,000484 | -0,01436 | 1,297E-17 | 1 | | | | | | | | |
| New_cases_20 | 0,0466375 | -0,381523 | 0,66129 | -0,001673 | 1 | | | | | | | |
| New_deaths_20 | 0,1656578 | -0,239796 | 0,6189596 | -0,004184 | 0,865749019 | 1 | | | | | | |
| Daily_tubed_20 | 0,0409734 | -0,247437 | 0,5716533 | -0,001116 | 0,84482471 | 0,857329739 | 1 | | | | | |
| measure_20 | 0,0745357 | -0,113515 | -0,102341 | -0,001351 | 0,354006831 | 0,435305085 | 0,6785675 | 1 | | | | |
| Strike_20 | 0,1802985 | 0,1714891 | -0,124026 | -6,59E-20 | -0,058679841 | -0,0265474 | 0,0231117 | 0,173711359 | 1 | | | |
| Lanes | 9,855E-17 | -2,28E-16 | 5,4E-15 | 3,718E-20 | -6,63556E-16 | -4,50752E-16 | -4,12E-15 | 1,03494E-14 | -1,96E-15 | 1 | | |
| Direction | 3,232E-16 | 3,431E-16 | -1,26E-15 | -1,36E-20 | 7,83594E-16 | 9,4575E-16 | 1,443E-16 | 1,57587E-15 | 4,367E-16 | 0,1225375 | 1 | |
| main_second | -0,004087 | 0,0127435 | 0,0045056 | 4,547E-20 | -0,01287685 | -0,016404309 | -0,023258 | -0,02075778 | 0,0053374 | -0,011026 | 0,0775488 | 1 |

Σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες, παρατηρείται πως κάποιες ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν μέτρια προς υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα, στον πίνακα συσχέτισης για το 2020, οι μεταβλητές “month_20”, “New_Cases”, “New_Deaths” και “Daily_Tubed” έχουν υψηλή συσχέτιση. Επίσης, μέτρια συσχέτιση έχουν οι μεταβλητές “Daily_Tubed” και “meaure_20”. Επομένως, στο μοντέλο που θα δημιουργηθεί για το 2020 και για τη μεταβολή 2019-2020, δεν είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν όλες οι προαναφερθείσες μεταβλητές μαζί, καθώς έχουν υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν τα τελικά μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης που προέκυψαν με τη βοήθεια του λογισμικού R.

5.1 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου 2019

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 2019. Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε ο κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα, ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν οι ώρες, οι ημέρες της εβδομάδας, η κατεύθυνση, οι λωρίδες και οι μήνες. Σε κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή ορίστηκε ένα επίπεδο ως βάση σύγκρισης. Για τις ώρες, το χρονικό διάστημα που επιλέχθηκε ως βάση σύγκρισης είναι 00:00 – 01:00. Για τις ημέρες της εβδομάδας ως βάση σύγκρισης ορίστηκε η Κυριακή, ενώ για τους μήνες επιλέχθηκε ο Οκτώβριος. Τέλος, για τη μεταβλητή που δηλώνει την κατεύθυνση κάθε διατομής, ως βάση σύγκρισης επιλέχθηκε η κατηγορία διατομών που βρίσκεται στο κέντρο.

Πίνακας 5.1: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2019

| ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ 2019 | | | | | |
|---|-------------|---------------|--------|----------|---------------|
| Εξαρτημένη μεταβλητή: Κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα | | | | | |
| Ανεξάρτητες μεταβλητές | Συντελεστής | Τυπικό σφάλμα | Τιμή t | Pr(> t) | Σημαντικότητα |
| Σταθερός όρος | 51.38 | 4.95 | 10.39 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 23:00 - 00:00 | 83.12 | 4.75 | 17.49 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 01:00 - 02:00 | -82.87 | 4.73 | -17.52 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 02:00 - 03:00 | -151.35 | 4.73 | -32.01 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 03:00 - 04:00 | -186.89 | 4.73 | -39.52 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 04:00 - 05:00 | -181.57 | 4.73 | -38.37 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 05:00 - 06:00 | -97.71 | 4.73 | -20.65 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 06:00 - 07:00 | 102.55 | 4.74 | 21.63 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 07:00 - 08:00 | 343.07 | 4.77 | 71.85 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 08:00 - 09:00 | 391.78 | 4.77 | 82.20 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 09:00 - 10:00 | 388.50 | 4.76 | 81.67 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 10:00 - 11:00 | 393.39 | 4.75 | 82.74 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 11:00 - 12:00 | 403.89 | 4.75 | 84.97 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 12:00 - 13:00 | 413.34 | 4.75 | 86.96 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 13:00 - 14:00 | 427.38 | 4.75 | 89.93 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 14:00 - 15:00 | 445.32 | 4.75 | 93.70 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 15:00 - 16:00 | 442.24 | 4.75 | 93.04 | < 2e-16 | *** |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

| | | | | | |
|------------------------|---------|-------------|----------|----------|---------|
| Ωρα: 16:00 - 17:00 | 429.69 | 4.75 | 90.38 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 17:00 - 18:00 | 446.78 | 4.75 | 93.98 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 18:00 - 19:00 | 444.35 | 4.75 | 93.47 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 19:00 - 20:00 | 422.60 | 4.75 | 88.93 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 20:00 - 21:00 | 381.21 | 4.75 | 80.29 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 21:00 - 22:00 | 317.68 | 4.75 | 66.91 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 22:00 - 23:00 | 179.63 | 4.75 | 37.84 | < 2e-16 | *** |
| Δευτέρα | 119.91 | 2.55 | 47.07 | < 2e-16 | *** |
| Τρίτη | 124.28 | 2.59 | 47.90 | < 2e-16 | *** |
| Τετάρτη | 128.66 | 2.60 | 49.52 | < 2e-16 | *** |
| Πέμπτη | 125.26 | 2.60 | 48.18 | < 2e-16 | *** |
| Παρασκευή | 117.63 | 2.61 | 45.08 | < 2e-16 | *** |
| Σάββατο | 43.47 | 2.62 | 16.61 | < 2e-16 | *** |
| Λωρίδες κυκλοφορίας | 40.24 | 0.91 | 44.27 | < 2e-16 | *** |
| Προς κέντρο | 67.09 | 1.92 | 34.99 | < 2e-16 | *** |
| Από κέντρο | 106.21 | 1.84 | 57.57 | < 2e-16 | *** |
| Μάρτιος | -21.20 | 3.09 | -6.86 | 0.00 | *** |
| Απρίλιος | -56.47 | 2.68 | -21.11 | < 2e-16 | *** |
| Μάιος | -15.19 | 3.10 | -4.91 | 0.00 | *** |
| Ιούνιος | -35.63 | 2.98 | -11.94 | < 2e-16 | *** |
| Ιούλιος | -35.59 | 3.06 | -11.63 | < 2e-16 | *** |
| Αύγουστος | -227.72 | 3.06 | -74.54 | < 2e-16 | *** |
| Σεπτέμβριος | -8.73 | 3.10 | -2.82 | 0.00 | ** |
| Νοέμβριος | -9.24 | 3.08 | -3.01 | 0.00 | ** |
| Επίπεδα σημαντικότητας | 0 '***' | 0.001 '***' | 0.01 '*' | 0.05 '.' | 0.1 ' ' |

Αρχικά, αναφέρεται πως στο παραπάνω μοντέλο ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 που προέκυψε είναι 0.58. Η ίδια τιμή προέκυψε και για τον προσαρμοσμένο συντελεστή R^2 . Τα αποτελέσματα φανερώνουν πως κατά το χρονικό διάστημα 01:00 – 06:00 ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται σε σύγκριση με το χρονικό διάστημα 00:00 – 01:00. Πιο αναλυτικά, η μεγαλύτερη μείωση παρουσιάζεται στο χρονικό διάστημα 03:00 – 04:00, ενώ η μικρότερη μείωση παρουσιάζεται στο διάστημα 05:00 – 06:00. Από τις 06:00 και μετά σημειώνεται συνεχής αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου έως τις 15:00 με μια ελάχιστη πτώση το χρονικό διάστημα 09:00 – 10:00. Στη συνέχεια, ακολουθεί μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου στο διάστημα 15:00 – 17:00 και αύξηση πάλι στο διάστημα 17:00 – 20:00. Επίσης, παρατηρείται πως όλες οι μέρες της εβδομάδας έχουν αυξημένο

κυκλοφοριακό φόρτο σε σχέση με την Κυριακή με τη μέγιστη αύξηση να σημειώνεται την Τετάρτη. Επιπλέον, ο κυκλοφοριακός φόρτος παρουσιάζεται αυξημένος όταν η διατομή αποτελείται από περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας. Οι διατομές με κατεύθυνση από το κέντρο και προς το κέντρο παρουσιάζουν αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τις διατομές που βρίσκονται στο κέντρο και ιδιαίτερα εκείνες που απομακρύνονται από το κέντρο. Τέλος, όλοι μήνες μελέτης παρουσιάζουν μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου σε σύγκριση με τον Οκτώβριο, με τη μέγιστη μείωση να εμφανίζεται κατά τον Αύγουστο.

5.2 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου 2020

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 2020. Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε ο κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα, ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν οι ώρες, οι ημέρες της εβδομάδας, η κατεύθυνση, οι λωρίδες, οι απεργίες MMM, τα μέτρα περιορισμού κατά της πανδημίας και τα ημερήσια κρούσματα. Για τις ώρες, το χρονικό διάστημα που επιλέχθηκε ως βάση σύγκρισης είναι 23:00 – 00:00. Για τις ημέρες της εβδομάδας ως βάση σύγκρισης ορίστηκε η Παρασκευή, ενώ για τα μέτρα περιορισμού επιλέχθηκε η υποχρεωτική τηλεργασία 40%. Όσον αφορά τη μεταβλητή των απεργιών MMM, ως βάση σύγκρισης ορίζεται η μη ύπαρξη απεργιών MMM. Τέλος, για τη μεταβλητή που δηλώνει την κατεύθυνση κάθε διατομής, ως βάση σύγκρισης επιλέχθηκε η κατηγορία διατομών που βρίσκεται στο κέντρο.

Πίνακας 5.2: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2020

| ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ 2020 | | | | | |
|---|-------------|---------------|---------|----------|---------------|
| Εξαρτημένη μεταβλητή: Κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα | | | | | |
| Ανεξάρτητες μεταβλητές | Συντελεστής | Τυπικό σφάλμα | Τιμή t | Pr(> t) | Σημαντικότητα |
| Σταθερός όρος | 263.40 | 5.23 | 50.398 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 00:00 - 01:00 | -64.30 | 4.96 | -12.961 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 01:00 - 02:00 | -147.40 | 4.97 | -29.69 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 02:00 - 03:00 | -193.30 | 4.97 | -38.919 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 03:00 - 04:00 | -211.30 | 4.97 | -42.525 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 04:00 - 05:00 | -198.90 | 4.96 | -40.124 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 05:00 - 06:00 | -112.40 | 4.96 | -22.681 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 06:00 - 07:00 | 98.71 | 4.96 | 19.923 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 07:00 - 08:00 | 314.50 | 5.01 | 62.733 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 08:00 - 09:00 | 355.10 | 5.00 | 71.021 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 09:00 - 10:00 | 339.30 | 4.99 | 68.053 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 10:00 - 11:00 | 326.80 | 4.98 | 65.635 | < 2e-16 | *** |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

| | | | | | |
|---|---------|-------|---------|----------|-----|
| Ωρα: 11:00 - 12:00 | 339.10 | 4.98 | 68.152 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 12:00 - 13:00 | 352.80 | 4.97 | 70.945 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 13:00 - 14:00 | 370.30 | 4.97 | 74.548 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 14:00 - 15:00 | 388.80 | 4.97 | 78.284 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 15:00 - 16:00 | 392.00 | 4.97 | 78.811 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 16:00 - 17:00 | 365.10 | 4.98 | 73.336 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 17:00 - 18:00 | 369.40 | 5.00 | 73.967 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 18:00 - 19:00 | 351.70 | 5.00 | 70.334 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 19:00 - 20:00 | 312.70 | 5.00 | 62.597 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 20:00 - 21:00 | 268.20 | 5.00 | 53.617 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 21:00 - 22:00 | 208.70 | 5.04 | 41.429 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 22:00 - 23:00 | 75.97 | 5.11 | 14.865 | < 2e-16 | *** |
| Δευτέρα | -7.90 | 2.59 | -3.048 | 0.00231 | ** |
| Τρίτη | 4.25 | 2.56 | 1.659 | 0.09706 | . |
| Τετάρτη | 5.19 | 2.54 | 2.045 | 0.04083 | * |
| Πέμπτη | 11.44 | 2.54 | 4.506 | 6.61E-06 | *** |
| Σάββατο | -109.20 | 2.64 | -41.344 | < 2e-16 | *** |
| Κυριακή | -157.70 | 2.71 | -58.193 | < 2e-16 | *** |
| Λωρίδες κυκλοφορίας | 25.33 | 0.89 | 28.33 | < 2e-16 | *** |
| Προς κέντρο | 60.79 | 1.88 | 32.357 | < 2e-16 | *** |
| Από κέντρο | 106.20 | 1.83 | 58.004 | < 2e-16 | *** |
| Απεργία MMM | 167.40 | 10.07 | 16.63 | < 2e-16 | *** |
| Ημερήσια κρούσματα | 0.01 | 0.00 | 6.973 | 3.12E-12 | *** |
| Μέτρο περιορισμού 0: Κανένα μέτρο | -46.32 | 2.45 | -18.942 | < 2e-16 | *** |
| Μέτρο περιορισμού 1: Κλειστά σχολεία και πανεπιστήμια | -34.32 | 4.03 | -8.506 | < 2e-16 | *** |
| Μέτρο περιορισμού 2: Κλειστή εστίαση | -69.33 | 28.77 | -2.409 | 0.01598 | * |
| Μέτρο περιορισμού 3: Κλειστά σχολεία, εστίαση και εμπόριο | -85.38 | 2.99 | -28.551 | < 2e-16 | *** |
| Μέτρο περιορισμού 5: Υποχρεωτική τηλεργασία 50% | -14.65 | 6.60 | -2.219 | 0.0265 | * |
| Μέτρο περιορισμού 6: Υποχρεωτική τηλεργασία 50% και κλειστή εστίαση | -54.02 | 5.70 | -9.481 | < 2e-16 | *** |

| | | | | | |
|--|---------|-------------|-----------|----------|---------|
| Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown | -306.30 | 2.64 | -115.837 | < 2e-16 | *** |
| Επίπεδα σημαντικότητας | 0 '***' | 0.001 '***' | 0.01 '**' | 0.05 '.' | 0.1 ' ' |

Αρχικά, αναφέρεται πως στο παραπάνω μοντέλο ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 που προέκυψε είναι 0.60. Η ίδια τιμή προέκυψε και για τον προσαρμοσμένο συντελεστή R^2 . Όπως και στο μοντέλο του 2019, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι μειωμένοι στο χρονικό διάστημα 00:00 – 06:00 συγκριτικά με το χρονικό διάστημα 23:00 – 00:00. Από τις 06:00 και μετά, ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται με τη μέγιστη αύξηση να εμφανίζεται στο χρονικό διάστημα 15:00 – 16:00 και την ελάχιστη να εμφανίζεται στο χρονικό διάστημα 22:00 – 23:00. Συγκριτικά με την Παρασκευή, ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίζεται μειωμένος τη Δευτέρα, το Σάββατο και ιδιαίτερα την Κυριακή. Επιπλέον, διακρίνεται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου όταν η διατομή αποτελείται από περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας. Οι διατομές με κατεύθυνση από το κέντρο και προς το κέντρο παρουσιάζουν αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με τις διατομές που βρίσκονται στο κέντρο και ιδιαίτερα εκείνες που απομακρύνονται από το κέντρο. Επιπλέον, ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται όταν υπάρχουν απεργίες MMM. Όσον αφορά τα μέτρα περιορισμού, φαίνεται πως ο κυκλοφοριακός φόρτος μειώνεται με την ύπαρξη των μέτρων με τη μέγιστη μείωση, όπως ήταν αναμενόμενο, να παρατηρείται κατά την εφαρμογή καθολικού lockdown. Το μέτρο 0 (κανένα μέτρο περιορισμού) φαίνεται να προκαλεί μείωση στον κυκλοφοριακό φόρτο. Αυτό ίσως εξηγείται από το γεγονός ότι οι περισσότεροι μήνες κατά τους οποίους δεν υπήρχε κάποιο μέτρο περιορισμού το 2020, ήταν οι καλοκαιρινοί μήνες όπου πολλοί μετακινούμενοι μεταβαίνουν σε καλοκαιρινούς προορισμούς εκτός Αττικής. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζεται στα ημερήσια κρούσματα, καθώς αυξάνονται όταν αυξάνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος. Πιθανώς, οι μετακινούμενοι να αποφεύγουν τα MMM και να προτιμούν τη χρήση των Ι.Χ οχημάτων τους με αποτέλεσμα να προκαλείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου.

5.3 Μοντέλο κυκλοφοριακού φόρτου 2022

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 2022. Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε ο κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα, ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν οι ώρες, οι ημέρες της εβδομάδας, η κατεύθυνση, οι λωρίδες, οι απεργίες MMM και οι μήνες. Για τις ώρες, το χρονικό διάστημα που επιλέχθηκε ως βάση σύγκρισης είναι 06:00 – 07:00. Για τις ημέρες της εβδομάδας ως βάση σύγκρισης ορίστηκε η Παρασκευή, ενώ για τους μήνες επιλέχθηκε ο Οκτώβριος. Όσο αφορά τη μεταβλητή των απεργιών MMM, ως βάση σύγκρισης ορίστηκε η μη ύπαρξη απεργιών MMM. Τέλος, για τη μεταβλητή που δηλώνει

την κατεύθυνση κάθε διατομής, ως βάση σύγκρισης επιλέχθηκε η κατηγορία διατομών που βρίσκεται στο κέντρο.

Πίνακας 5.3: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2022

| ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ 2022 | | | | | |
|--|--------------------|----------------------|---------------|--------------------|----------------------|
| Εξαρτημένη μεταβλητή: Κυκλοφοριακός φόρτος ανά λωρίδα | | | | | |
| Ανεξάρτητες μεταβλητές | Συντελεστής | Τυπικό σφάλμα | Τιμή t | Pr(> t) | Σημαντικότητα |
| Σταθερός όρος | 327.4075 | 5.4204 | 60.403 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 23:00 - 00:00 | -52.9996 | 5.1929 | -10.206 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 00:00 - 01:00 | -122.9422 | 5.1546 | -23.851 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 01:00 - 02:00 | -212.6012 | 5.1546 | -41.245 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 02:00 - 03:00 | -282.8871 | 5.1543 | -54.884 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 03:00 - 04:00 | -318.6401 | 5.1543 | -61.82 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 04:00 - 05:00 | -314.0179 | 5.1546 | -60.919 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 05:00 - 06:00 | -227.3166 | 5.1553 | -44.094 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 07:00 - 08:00 | 221.2699 | 5.189 | 42.642 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 08:00 - 09:00 | 257.5213 | 5.1813 | 49.702 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 09:00 - 10:00 | 255.2692 | 5.1733 | 49.344 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 10:00 - 11:00 | 265.5827 | 5.1717 | 51.353 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 11:00 - 12:00 | 279.3983 | 5.17 | 54.042 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 12:00 - 13:00 | 287.4285 | 5.1637 | 55.663 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 13:00 - 14:00 | 305.9216 | 5.1634 | 59.248 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 14:00 - 15:00 | 322.291 | 5.1615 | 62.442 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 15:00 - 16:00 | 320.2464 | 5.167 | 61.979 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 16:00 - 17:00 | 307.3534 | 5.1628 | 59.533 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 17:00 - 18:00 | 326.2404 | 5.1621 | 63.199 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 18:00 - 19:00 | 323.8229 | 5.1605 | 62.751 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 19:00 - 20:00 | 294.4142 | 5.1624 | 57.03 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 20:00 - 21:00 | 243.8816 | 5.1637 | 47.23 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 21:00 - 22:00 | 180.703 | 5.1736 | 34.928 | < 2e-16 | *** |
| Ώρα: 22:00 - 23:00 | 36.3926 | 5.1797 | 7.026 | 2.14E-12 | *** |
| Δευτέρα | -18.0805 | 2.7762 | -6.513 | 7.42E-11 | *** |
| Τρίτη | -8.7676 | 2.9334 | -2.989 | 0.0028 | ** |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

| | | | | | |
|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Τετάρτη | 5.9934 | 2.8122 | 2.131 | 0.03307 | * |
| Πέμπτη | 7.6673 | 2.8114 | 2.727 | 0.00639 | ** |
| Σάββατο | -65.2095 | 2.8144 | -23.17 | < 2e-16 | *** |
| Κυριακή | -105.4492 | 2.8241 | -37.339 | < 2e-16 | *** |
| Λωρίδες | 24.6971 | 0.9969 | 24.774 | < 2e-16 | *** |
| Προς κέντρο | 73.5576 | 2.0196 | 36.422 | < 2e-16 | *** |
| Από κέντρο | 137.1014 | 2.0305 | 67.521 | < 2e-16 | *** |
| Απεργία MMM | 17.4004 | 4.2039 | 4.139 | 3.49E-05 | *** |
| Μάρτιος | -39.2198 | 3.4368 | -11.412 | < 2e-16 | *** |
| Απρίλιος | -58.7133 | 2.9507 | -19.898 | < 2e-16 | *** |
| Μάιος | -6.5762 | 3.4163 | -1.925 | 0.05424 | . |
| Ιούνιος | -33.5142 | 3.3474 | -10.012 | < 2e-16 | *** |
| Ιούλιος | -21.215 | 3.4372 | -6.172 | 6.76E-10 | *** |
| Αύγουστος | -203.4462 | 3.5169 | -57.848 | < 2e-16 | *** |
| Σεπτέμβριος | 11.3065 | 3.5018 | 3.229 | 0.00124 | ** |
| Νοέμβριος | -13.6687 | 3.4221 | -3.994 | 6.50E-05 | *** |
| Επίπεδα σημαντικότητας | 0 ^(****) | 0.001 ^(***) | 0.01 ^(*) | 0.05 ^(.) | 0.1 ^(') |

Αρχικά, αναφέρεται πως στο παραπάνω μοντέλο ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 που προέκυψε είναι 0.54. Η ίδια τιμή προέκυψε και για τον προσαρμοσμένο συντελεστή R^2 . Αρχικά, έχοντας ως βάση σύγκρισης την ώρα μεταξύ 06:00 - 07:00, η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μέσα στην ώρα παρουσιάζει μείωση έως τις 06:00, ενώ στη συνέχεια εντοπίζεται αύξηση μέχρι και τις 23:00. Αναλυτικότερα, η μεγαλύτερη αύξηση παρουσιάζεται το χρονικό διάστημα 17:00 – 18:00, ενώ η μικρότερη παρουσιάζεται το χρονικό διάστημα 22:00 – 23:00. Όπως γίνεται αντιληπτό τόσο στις διατομές προς το κέντρο, όσο και στις διατομές από το κέντρο παρατηρείται σημαντική αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Επιπλέον, διακρίνεται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου όταν η διατομή αποτελείται από περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας. Όπως παρατηρείται, σε σχέση με την Παρασκευή, η Τρίτη, το Σάββατο και η Κυριακή παρουσιάζουν μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου. Αντίθετα, η Τετάρτη και η Πέμπτη παρουσιάζουν αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Επιπλέον, ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται όταν υπάρχουν απεργίες MMM. Με βάση σύγκρισης τον Οκτώβριο, για τον μήνα του Σεπτεμβρίου παρουσιάζεται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, ενώ για του υπόλοιπους μήνες μελέτης παρουσιάζεται μείωση με τη μεγαλύτερη να σημειώνεται τον Αύγουστο όπως και στο μοντέλο του 2019.

5.4 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου 2020 - 2019

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για την ποσοστιαία μεταβολή 2020 - 2019. Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα, ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν οι ώρες, οι ημέρες της εβδομάδας, η κατεύθυνση, οι λωρίδες, τα μέτρα περιορισμού κατά της πανδημίας και τα ημερήσια κρούσματα. Για τις ώρες, το χρονικό διάστημα που επιλέχθηκε ως βάση σύγκρισης είναι 06:00 – 07:00. Για τις ημέρες της εβδομάδας ως βάση σύγκρισης ορίστηκε το Σάββατο, ενώ για τα μέτρα περιορισμού επιλέχθηκε το μέτρο 1 (κλειστά σχολεία και πανεπιστήμια). Τέλος, για τη μεταβλητή που δηλώνει την κατεύθυνση κάθε διατομής, ως βάση σύγκρισης επιλέχθηκε η κατηγορία διατομών με κατεύθυνση προς το κέντρο.

Πίνακας 5.4: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2020 - 2019

| ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ 2020 - 2019 | | | | | |
|---|-------------|---------------|---------|----------|---------------|
| Εξαρτημένη μεταβλητή: Ποσοστιαία μεταβολή Κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα | | | | | |
| Ανεξάρτητες μεταβλητές | Συντελεστής | Τυπικό σφάλμα | Τιμή t | Pr(> t) | Σημαντικότητα |
| Σταθερός όρος | 10.49438 | 1.6202 | 6.477 | 9.39E-11 | *** |
| Ωρα: 23:00 - 00:00 | -30.96009 | 1.39712 | -22.16 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 00:00 - 01:00 | -28.3205 | 1.30424 | -21.714 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 01:00 - 02:00 | -42.47657 | 1.30602 | -32.524 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 02:00 - 03:00 | -44.69093 | 1.30594 | -34.221 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 03:00 - 04:00 | -42.222 | 1.30676 | -32.31 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 04:00 - 05:00 | -31.25093 | 1.30464 | -23.954 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 05:00 - 06:00 | -17.22551 | 1.30447 | -13.205 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 07:00 - 08:00 | -15.46103 | 1.33033 | -11.622 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 08:00 - 09:00 | -15.66305 | 1.32507 | -11.821 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 09:00 - 10:00 | -16.83597 | 1.32121 | -12.743 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 10:00 - 11:00 | -19.35199 | 1.31864 | -14.676 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 11:00 - 12:00 | -18.81428 | 1.31706 | -14.285 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 12:00 - 13:00 | -17.97266 | 1.3161 | -13.656 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 13:00 - 14:00 | -17.42123 | 1.31412 | -13.257 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 14:00 - 15:00 | -17.10132 | 1.31386 | -13.016 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 15:00 - 16:00 | -16.71295 | 1.31603 | -12.7 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 16:00 - 17:00 | -18.5579 | 1.31767 | -14.084 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 17:00 - 18:00 | -19.91268 | 1.32179 | -15.065 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 18:00 - 19:00 | -22.44091 | 1.32249 | -16.969 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 19:00 - 20:00 | -24.90999 | 1.32126 | -18.853 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 20:00 - 21:00 | -26.74462 | 1.32136 | -20.24 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 21:00 - 22:00 | -27.5508 | 1.3329 | -20.67 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 22:00 - 23:00 | -31.8745 | 1.35778 | -23.475 | < 2e-16 | *** |
| Δευτέρα | 6.65391 | 0.74018 | 8.99 | < 2e-16 | *** |
| Τρίτη | 9.92463 | 0.75305 | 13.179 | < 2e-16 | *** |
| Τετάρτη | 11.14533 | 0.7522 | 14.817 | < 2e-16 | *** |
| Πέμπτη | 14.71239 | 0.7404 | 19.871 | < 2e-16 | *** |
| Παρασκευή | 9.90242 | 0.75515 | 13.113 | < 2e-16 | *** |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

| | | | | | |
|--|-----------|-----------|---------|----------|---------|
| Κυριακή | -5.38894 | 0.74918 | -7.193 | 6.38E-13 | *** |
| Λωρίδες | -1.51738 | 0.25511 | -5.948 | 2.72E-09 | *** |
| Στο κέντρο | -5.19623 | 0.54015 | -9.62 | < 2e-16 | *** |
| Από κέντρο | 2.36814 | 0.44198 | 5.358 | 8.44E-08 | *** |
| Μέτρο περιορισμού 0: Κανένα μέτρο | 10.83653 | 0.99469 | 10.894 | < 2e-16 | *** |
| Μέτρο περιορισμού 3: Κλειστά σχολεία, εστίαση και εμπόριο | -2.80198 | 1.10058 | -2.546 | 0.010901 | * |
| Μέτρο περιορισμού 4: Υποχρεωτική τηλεργασία 40% | 5.03798 | 1.16247 | 4.334 | 1.47E-05 | *** |
| Μέτρο περιορισμού 5: Υποχρεωτική τηλεργασία 50% | 4.14358 | 1.9731 | 2.1 | 0.035728 | * |
| Μέτρο περιορισμού 6: Υποχρεωτική τηλεργασία 50% και κλειστή εστίαση | -8.02991 | 1.42716 | -5.627 | 1.84E-08 | *** |
| Μέτρο περιορισμού 7: Εφαρμογή καθολικού lockdown | -45.10383 | 1.07005 | -42.151 | < 2e-16 | *** |
| Ημερήσια κρούσματα | 0.13746 | 0.03916 | 3.51 | 0.000448 | *** |
| Επίπεδα σημαντικότητας | 0 **** | 0.001 *** | 0.01 ** | 0.05 * | 0.1 ' ' |

Αρχικά, αναφέρεται πως στο παραπάνω μοντέλο ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 που προέκυψε είναι 0.14, ενώ για τον προσαρμοσμένο συντελεστή R^2 προέκυψε 0.15. Στον πίνακα φαίνεται πως η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου είναι μειωμένη σε όλα τα χρονικά διαστήματα της ημέρας συγκριτικά με το χρονικό διάστημα 06:00 – 07:00. Αναλυτικότερα, η μεγαλύτερη μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου είναι κατά το διάστημα 02:00 – 03:00, ενώ η μικρότερη είναι κατά το χρονικό διάστημα 07:00 – 08:00. Όσον αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής για τις ημέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη και Παρασκευή, ενώ την Κυριακή παρουσιάζεται μείωση σε σχέση με το Σάββατο που είναι η βάση σύγκρισης. Η μεγαλύτερη αύξηση της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσιάζεται την Πέμπτη και η μικρότερη παρουσιάζεται τη Δευτέρα. Επιπλέον, διακρίνεται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου όταν η διατομή αποτελείται από περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας. Όπως γίνεται αντιληπτό, συγκρίνοντας με τις διατομές προς το κέντρο, η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μειώνεται στις διατομές που βρίσκονται στο κέντρο, ενώ αυξάνεται στις διατομές από το κέντρο. Παρατηρείται επίσης πως όταν εφαρμόζονται τα μέτρα περιορισμού 3, 6, και 7 η ποσοστιαία μεταβολή μειώνεται, ενώ όταν εφαρμόζονται τα μέτρα 0, 4 και 5 η

μεταβολή αυξάνεται. Τέλος, παρατηρείται η αύξηση της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου όταν αυξάνονται τα ημερήσια κρούσματα.

5.5 Μοντέλο ποσοστιαίας μεταβολής κυκλοφοριακού φόρτου 2022 - 2019

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για την ποσοστιαία μεταβολή 2022 - 2019. Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα, ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν οι ώρες, οι ημέρες της εβδομάδας, η κατεύθυνση, οι λωρίδες και οι μήνες. Για τις ώρες, το χρονικό διάστημα που επιλέχθηκε ως βάση σύγκρισης είναι 23:00 – 00:00. Για τις ημέρες της εβδομάδας ως βάση σύγκρισης ορίστηκε η Δευτέρα, ενώ για τους μήνες επιλέχθηκε ο Αύγουστος. Τέλος, για τη μεταβλητή που δηλώνει την κατεύθυνση κάθε διατομής, ως βάση σύγκρισης επιλέχθηκε η κατηγορία διατομών με κατεύθυνση προς το κέντρο.

Πίνακας 5.5: Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 2022 - 2019

| ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΟΥ 2022 - 2019 | | | | | |
|---|-------------|---------------|--------|----------|---------------|
| Εξαρτημένη μεταβλητή: Ποσοστιαία μεταβολή Κυκλοφοριακού φόρτου ανά λωρίδα | | | | | |
| Ανεξάρτητες μεταβλητές | Συντελεστής | Τυπικό σφάλμα | Τιμή t | Pr(> t) | Σημαντικότητα |
| Σταθερός όρος | 6.9256 | 1.222 | 5.668 | 1.45E-08 | *** |
| Ωρα: 00:00 - 01:00 | 14.1092 | 1.0735 | 13.143 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 01:00 - 02:00 | 7.2927 | 1.0746 | 6.787 | 1.16E-11 | *** |
| Ωρα: 02:00 - 03:00 | 8.0912 | 1.0736 | 7.536 | 4.88E-14 | *** |
| Ωρα: 03:00 - 04:00 | 3.117 | 1.074 | 2.902 | 0.003705 | ** |
| Ωρα: 04:00 - 05:00 | 3.981 | 1.0749 | 3.704 | 0.000213 | *** |
| Ωρα: 05:00 - 06:00 | 7.1727 | 1.0751 | 6.671 | 2.55E-11 | *** |
| Ωρα: 06:00 - 07:00 | 20.6944 | 1.0783 | 19.191 | < 2e-16 | *** |
| Ωρα: 07:00 - 08:00 | 7.8684 | 1.0973 | 7.171 | 7.53E-13 | *** |
| Ωρα: 08:00 - 09:00 | 4.5657 | 1.0937 | 4.175 | 2.99E-05 | *** |
| Ωρα: 09:00 - 10:00 | 3.8171 | 1.09 | 3.502 | 0.000462 | *** |
| Ωρα: 10:00 - 11:00 | 3.0191 | 1.0889 | 2.773 | 0.005561 | ** |
| Ωρα: 11:00 - 12:00 | 2.5935 | 1.0878 | 2.384 | 0.017118 | * |
| Ωρα: 12:00 - 13:00 | 2.3139 | 1.0857 | 2.131 | 0.033074 | * |
| Ωρα: 13:00 - 14:00 | 2.8866 | 1.0851 | 2.66 | 0.007813 | ** |
| Ωρα: 14:00 - 15:00 | 2.985 | 1.0844 | 2.753 | 0.005913 | ** |
| Ωρα: 15:00 - 16:00 | 3.507 | 1.0866 | 3.228 | 0.001249 | ** |
| Ωρα: 16:00 - 17:00 | 4.1646 | 1.0854 | 3.837 | 0.000125 | *** |
| Ωρα: 17:00 - 18:00 | 4.2434 | 1.0854 | 3.91 | 9.25E-05 | *** |
| Ωρα: 18:00 - 19:00 | 3.339 | 1.085 | 3.077 | 0.002089 | ** |
| Ωρα: 19:00 - 20:00 | 3.0219 | 1.0857 | 2.783 | 0.005382 | ** |
| Τρίτη | 3.0984 | 0.7248 | 4.275 | 1.91E-05 | *** |
| Τετάρτη | 1.7907 | 0.7264 | 2.465 | 0.0137 | * |
| Πέμπτη | 3.5261 | 0.7266 | 4.853 | 1.22E-06 | *** |
| Παρασκευή | 1.5619 | 0.7278 | 2.146 | 0.031856 | * |
| Σάββατο | 4.1543 | 0.7313 | 5.681 | 1.35E-08 | *** |
| Κυριακή | 5.4997 | 0.7322 | 7.511 | 5.94E-14 | *** |
| Λωρίδες | -2.4011 | 0.2679 | -8.962 | < 2e-16 | *** |

| | | | | | |
|------------------------|----------|------------|----------|----------|--------|
| Στο κέντρο | -4.7102 | 0.5439 | -8.661 | < 2e-16 | *** |
| Από κέντρο | 4.7149 | 0.4599 | 10.252 | < 2e-16 | *** |
| Μάρτιος | -11.5315 | 0.8983 | -12.837 | < 2e-16 | *** |
| Απρίλιος | -7.4513 | 0.7788 | -9.568 | < 2e-16 | *** |
| Μάιος | 12.89 | 0.895 | 14.403 | < 2e-16 | *** |
| Ιούνιος | -8.0277 | 0.8698 | -9.23 | < 2e-16 | *** |
| Ιούλιος | -5.9948 | 0.8906 | -6.731 | 1.70E-11 | *** |
| Σεπτέμβριος | -7.3404 | 0.9104 | -8.063 | 7.54E-16 | *** |
| Οκτώβριος | -10.1303 | 0.897 | -11.293 | < 2e-16 | *** |
| Νοέμβριος | -8.633 | 0.9029 | -9.561 | < 2e-16 | *** |
| Επίπεδα σημαντικότητας | 0 '***' | 0.001 '**' | 0.01 '*' | 0.05 '.' | 0.1 '' |

Αρχικά, αναφέρεται πως στο παραπάνω μοντέλο ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 που προέκυψε είναι 0.024, ενώ για τον προσαρμοσμένο συντελεστή R^2 προέκυψε η τιμή 0.023. Στον πίνακα φαίνεται πως η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου είναι αυξημένη όλα τα χρονικά διαστήματα της ημέρας συγκριτικά με το χρονικό διάστημα 23:00 – 00:00. Αναλυτικότερα, η μεγαλύτερη αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου είναι κατά το διάστημα 06:00 – 07:00, ενώ η μικρότερη αύξηση παρουσιάζεται κατά το χρονικό διάστημα 12:00 – 13:00. Όσον αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου για όλες τις ημέρες της εβδομάδας σε σχέση με τη Δευτέρα που είναι η βάση σύγκρισης. Η μεγαλύτερη αύξηση της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσιάζεται την Κυριακή, ενώ η μικρότερη αύξηση της μεταβολής παρουσιάζεται την Παρασκευή. Επιπλέον, διακρίνεται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου όταν η διατομή αποτελείται από περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας. Όπως γίνεται αντιληπτό, συγκρίνοντας με τις διατομές προς το κέντρο, η ποσοστιαία μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου μειώνεται στις διατομές που βρίσκονται στο κέντρο, ενώ αυξάνεται στις διατομές από το κέντρο. Τέλος, για τη μεταβλητή με τους μήνες, έχοντας ως βάση σύγκρισης τον Αύγουστο, παρουσιάζεται μείωση της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου σε όλους τους μήνες εκτός του Μαΐου, με τη μεγαλύτερη μείωση να σημειώνεται τον Μάρτιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση του κυκλοφορικού φόρτου για τα έτη 2019, 2020, 2022, καθώς και της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου για τα έτη 2019-2020 και 2019-2022. Στη συνέχεια, παρατίθενται ορισμένες προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.

6.1 Βασικά συμπεράσματα

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου λόγω της πανδημίας που προέκυψε το 2020. Τα κυκλοφοριακά δεδομένα που συλλέχθηκαν από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής, είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν, έπειτα από επεξεργασία, για τη στατιστική ανάλυση του κυκλοφοριακού φόρτου. Επιπλέον, με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίστηκε ο μέσος ωριαίος φόρτος για κάθε έτος, ώστε να υπάρχει μια γενική εικόνα των κυκλοφοριακών φόρτων για τα υπό μελέτη έτη. Από τους υπολογισμούς, προέκυψε αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 1.17% για το 2022 συγκριτικά με το 2019, ενώ για το 2020 προέκυψε μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 14.3% συγκριτικά πάλι με το 2019. Παρακάτω παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των μοντέλων κυκλοφορικού φόρτου για τα έτη 2019, 2020, 2022, καθώς και των μοντέλων ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου για τα έτη 2019-2020 και 2019-2022.

Αρχικά, μια γενική παρατήρηση για τα μοντέλα του 2019, 2020 και 2022, είναι ότι έχουν 3 περιόδους αιχμής μέσα στην ημέρα. Όλα τα γραμμικά μοντέλα έχουν μια πρωινή, μια μεσημεριανή και μια απογευματινή αιχμή. Οι κοινές ωριαίες αιχμές είναι η πρωινή αιχμή που εμφανίζεται στο χρονικό διάστημα 08:00 – 09:00 και η απογευματινή που εμφανίζεται στο χρονικό διάστημα 17:00 – 18:00. Ωστόσο, η μεσημεριανή αιχμή φαίνεται να εμφανίζεται στο χρονικό διάστημα 14:00 – 15:00 για τα έτη 2019 και 2022, ενώ για το 2020 εμφανίζεται στο χρονικό διάστημα 15:00 – 16:00. Σημαντική παρατήρηση είναι επίσης η σταδιακή αύξηση που ξεκινάει από τις 10:00 για τα έτη 2019 και 2022, ενώ για το 2020 η αύξηση ξεκινάει από τις 11:00. Φαίνεται λοιπόν να υπάρχει μια μετατόπιση κατά μία ώρα κατά τη μεσημεριανή αιχμή για το έτος 2020 συγκριτικά με τα υπόλοιπα έτη. Εξίσου σημαντική είναι επίσης η μέγιστη μείωση που εμφανίζουν όλα τα έτη στο χρονικό διάστημα 03:00 - 04:00. Όσον αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, για το 2019, η Τετάρτη είναι η μέρα που προκαλεί τη μεγαλύτερη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, ενώ για το 2020 και το 2022 η αντίστοιχη μέρα είναι η Πέμπτη. Αντίθετα, η μέρα που προκαλεί τη μέγιστη μείωση σε όλα τα έτη είναι η Κυριακή. Σημαντική κοινή παρατήρηση είναι η μέγιστη μείωση που παρουσιάζεται τον Αύγουστο σε όλα τα έτη, γεγονός που υπονοεί πως ανεξαρτήτως της πανδημίας κατά το 2020, η συνήθεια των μετακινούμενων να πηγαίνουν σε καλοκαιρινούς

προορισμούς εκτός Αττικής, παρέμεινε η ίδια. Ωστόσο, σε γενικές γραμμές κατά το 2020 ο κυκλοφοριακός φόρτος φαίνεται αρκετά μειωμένος, γεγονός που ίσως οφείλεται στα μέτρα περιορισμού κατά της πανδημίας. Πιο συγκεκριμένα, όσο πιο αυστηρά είναι τα μέτρα περιορισμού, τόσο μειωμένος παρουσιάζεται ο κυκλοφοριακός φόρτος με τη δυσμενέστερη περίπτωση αυτή του καθολικού lockdown. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει πως οι μετακινούμενοι τήρησαν τα μέτρα περιορισμού για κάποιο χρονικό διάστημα τουλάχιστον. Επίσης, κάποιες κοινές παρατηρήσεις είναι πως τις ημέρες που υπάρχουν απεργίες ΜΜΜ φαίνεται να υπάρχει αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Όπως είναι φυσικό, οι μετακινούμενοι φαίνεται να επιλέγουν τα ΙΧ οχήματα τους όταν υπάρχει απεργία ΜΜΜ. Επιπρόσθετα, όταν αυξάνεται ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας αυξάνεται και ο κυκλοφοριακός φόρτος (ανά λωρίδα). Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην προτίμηση των οδηγών να επιλέγουν διατομές με περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας, όπως λεωφόρους. Τέλος, όσον αφορά την κατεύθυνση των διατομών, παρατηρείται αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου για όλα τα έτη, ειδικότερα για τις διατομές από το κέντρο συγκριτικά με τις διατομές που βρίσκονται στο κέντρο.

Στο μοντέλο της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου για το 2020 – 2019, παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής σε σχέση με το χρονικό διάστημα 06:00 – 07:00. Η μικρότερη μείωση της ποσοστιαίας διαφοράς του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσιάζεται κατά τις ώρες αιχμής που οι μετακινούμενοι μεταβαίνουν συνήθως στην εργασία τους ενώ η μεγαλύτερη μείωση παρατηρείται κατά τις πρωινές ώρες 01:00 – 03:00, όπου πρόκειται για ώρες διασκέδασης. Ωστόσο, για το 2020 η εστίαση ήταν κλειστή για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα λόγω της πανδημίας. Επομένως, είναι αρκετά πιθανό, η μέγιστη μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής να οφείλεται σε αυτό το γεγονός. Η παραπάνω παρατήρηση ίσως συνδέεται και με την παρατήρηση σχετικά με τις ημέρες της εβδομάδας. Αναλυτικότερα, παρατηρείται μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής την Κυριακή όπου συνήθως κατά τις πρωινές ώρες υπάρχει έντονη κινητικότητα. Επομένως, σε συνδυασμό και με τη μείωση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου κατά τις πρωινές ώρες, η μείωση αυτή μπορεί να οφείλεται επίσης στα μέτρα περιορισμού κατά της πανδημίας. Γενικότερα, όπως είναι αναμενόμενο, οι μετακινούμενοι φαίνεται να μείωσαν ιδιαίτερα τις μετακινήσεις που αφορούσαν τη διασκέδαση σε σχέση με άλλες, όπως η εργασία και οι αγορές. Όσον αφορά τα μέτρα περιορισμού κατά της πανδημίας, συμπεραίνεται πως όσο πιο αυστηρά γίνονται τα μέτρα, τόσο πιο πολύ μειώνεται η ποσοστιαία διαφορά ανάμεσα στο 2020 και το 2019.

Στο μοντέλο της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου για το 2022 – 2019, στο οποίο εξετάζεται η επιστροφή στην κανονικότητα, παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του κυκλοφοριακού φόρτου συγκριτικά με το χρονικό διάστημα 23:00 – 00:00, χωρίς όμως να παρουσιάζονται μεγάλες διαφορές ανάμεσα στα δύο έτη. Η μόνη αρκετά μεγαλύτερη διαφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβολές, παρουσιάζεται

κατά το χρονικό διάστημα 06:00 – 07:00. Έχοντας αθροίσει τους επιμέρους κυκλοφοριακούς φόρτους και για τα δύο έτη, γίνεται γνωστό πως ο κυκλοφοριακός φόρτος για το 2022 είναι ελάχιστα μεγαλύτερος από τον κυκλοφοριακό φόρτο του 2019. Επομένως, γνωρίζοντας τα παραπάνω, συμπεραίνεται πως η πρωινή ώρα αιχμής είτε μετατοπίζεται είτε διευρύνεται για το έτος 2022. Όσον αφορά τις ημέρες της εβδομάδας, παρατηρείται αύξηση της ποσοστιαίας διαφοράς του κυκλοφοριακού φόρτου σε σχέση με τη Δευτέρα και ειδικότερα για το Σαββατοκύριακο. Η παρατήρηση αυτή ίσως οφείλεται στην επιθυμία των μετακινούμενων να διασκεδάζουν περισσότερο συγκριτικά με το έτος 2019, το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς ο πληθυσμός είχε βιώσει δύο έτη περιορισμών με σημαντική μείωση της διασκέδασης του.

6.2 Προτάσεις περαιτέρω έρευνας

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν ορισμένες προτάσεις περαιτέρω έρευνας που θα ενισχύσουν και θα επεκτείνουν την αρχική έρευνα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Αρχικά, θα ήταν αρκετά ενδιαφέρον αν τα δεδομένα του κυκλοφοριακού φόρτου ήταν δυνατό να δοθούν σε κατηγορίες οχημάτων (πχ. επιβατικά οχήματα, φορτηγά, λεωφορεία, ταξί και δίκυκλα). Έτσι, θα ήταν δυνατό ο κυκλοφοριακός φόρτος να εξεταστεί ξεχωριστά για κάθε κατηγορία. Με αυτή την ανάλυση μπορεί να γίνει εφικτό ποιες κατηγορίες οχημάτων υπέστησαν τις μεγαλύτερες αλλαγές στα μοτίβα μετακινήσεων.

Όσον αφορά τους παράγοντες που επηρεάζουν τον κυκλοφοριακό φόρτο, θα μπορούσαν προστεθούν κι άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως οι καιρικές συνθήκες και η ύπαρξη οδικών ατυχημάτων. Επίσης, θα μπορούσε να προστεθεί ως μεταβλητή ο αριθμός των ημερήσιων επιβατών που χρησιμοποιούν τα ΜΜΜ.

Μια πρόταση που θα μπορούσε να ενισχύσει την ήδη υπάρχουσα έρευνα είναι η ανάλυση κι άλλων κυκλοφοριακών μεγεθών. Πιο συγκεκριμένα, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν κι άλλα μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση ταχύτητα και τη χρονική κατάληψη αντίστοιχα. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατό να δοθεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα του κυκλοφοριακού προφίλ των επιλεγμένων διατομών στην Αττική.

Τέλος, θα μπορούσαν να επιλεχθούν περισσότερες διατομές, ώστε να υπάρξει πύκνωση της περιοχής μελέτης και ενδεχομένως να προκύψουν ακριβέστερα αποτελέσματα. Ενδιαφέρον θα ήταν επίσης αν συλλέγονταν τα κυκλοφοριακά δεδομένα και για το έτος 2023, ώστε να διερευνηθεί εάν αυξάνεται ή μειώνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος όσο

απομακρυνόμαστε από την πανδημία του 2020. Η παρούσα στατιστική ανάλυση θα μπορούσε να επεκταθεί και σε άλλες μεγάλες πόλεις της Ελλάδας, όπως η Θεσσαλονίκη.

Γενικότερα, η στατιστική ανάλυση του κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να οδηγήσει σε πολλά σημαντικά συμπεράσματα που θα βοηθήσουν στη βελτίωση του συστήματος διαχείρισης, του σχεδιασμού οδικών έργων και της γενικής αντίληψης της κυκλοφορίας. Αναλυτικότερα, η στατιστική ανάλυση μπορεί να βοηθήσει στον καλύτερο σχεδιασμό των οδικών δικτύων και την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών για την αντιμετώπιση της κυκλοφορικής συμφόρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – Βιβλιογραφία

Ξένη

1. Abdullah, Muhammad, Charitha Dias, Deepti Muley, and Md. Shahin. 2020. "Exploring the Impacts of COVID-19 on Travel Behavior and Mode Preferences." *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 8 (November): 100255. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100255>.
2. Aloï, Alfredo, Borja Alonso, Juan Benavente, Rubén Cordera, Eneko Echániz, Felipe González, Claudio Ladisa, et al. 2020. "Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain)." *Sustainability* 12 (9): 3870. <https://doi.org/10.3390/su12093870>.
3. Anwari, Nafis, Md. Tawkir Ahmed, Md. Rakibul Islam, Md. Hadiuzzaman, and Shohel Amin. 2021. "Exploring the Travel Behavior Changes Caused by the COVID-19 Crisis: A Case Study for a Developing Country." *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 9 (March): 100334. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100334>.
4. Aunet, Bruce and Wisconsin. Dept. of Transportation. Social Media Peer Exchange Planning Team. 2000. "Wisconsin's Approach to Variation in Traffic Data." <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/4811>.
5. Bucsky, Péter. 2020. "Modal Share Changes Due to COVID-19: The Case of Budapest." *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 8 (November): 100141. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100141>.
6. Black K. and Elderedge D. 2002. "Business and economic statistics using microsoft excel" <https://slideplayer.com/slide/7268799/>
7. Irawan, Muhammad Zudhy, Prawira Fajarindra Belgiawan, Tri Basuki Joewono, Faza Fawzan Bastianto, Muhamad Rizki, and Anugrah Ilahi. 2022. "Exploring Activity-Travel Behavior Changes during the Beginning of COVID-19 Pandemic in Indonesia." *Transportation* 49 (2): 529–53. <https://doi.org/10.1007/s11116-021-10185-5>.
8. Keay, Kevin, and Ian Simmonds. 2005. "The Association of Rainfall and Other Weather Variables with Road Traffic Volume in Melbourne, Australia." *Accident; Analysis and Prevention* 37 (1): 109–24. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2004.07.005>.
9. Ku, Dong-Gyun, Jung-Sik Um, Young-Ji Byon, Joo-Young Kim, and Seung-Jae Lee. 2021. "Changes in Passengers' Travel Behavior Due to COVID-19." *Sustainability* 13 (14): 7974. <https://doi.org/10.3390/su13147974>.
10. Lee, Hocheol, Sung Jong Park, Ga Ram Lee, Ji Eon Kim, Ji Ho Lee, Yeseul Jung, and Eun Woo Nam. 2020. "The Relationship between Trends in COVID-19 Prevalence and Traffic Levels in South Korea." *International Journal of Infectious Diseases* 96 (July): 399–407. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.05.031>.

11. Lomax, Tim, David Schrank, Shawn Turner, and Richard Margiotta. n.d. "SELECTING TRAVEL RELIABILITY MEASURES."
12. Macioszek, Elżbieta, and Agata Kurek. 2021. "Extracting Road Traffic Volume in the City before and during Covid-19 through Video Remote Sensing." *Remote Sensing* 13 (12): 2329. <https://doi.org/10.3390/rs13122329>.
13. Muley, Deepti, Mohammad Shareef Ghanim, Anas Mohammad, and Mohamed Kharbeche. 2021. "Quantifying the Impact of COVID–19 Preventive Measures on Traffic in the State of Qatar." *Transport Policy* 103 (March): 45–59. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.018>.
14. Nikiforiadis, Andreas, Lambros Mitropoulos, Pantelis Kopelias, Socrates Basbas, Nikiforos Stamatiadis, and Sofia Kroustali. 2022. "Exploring Mobility Pattern Changes between before, during and after COVID-19 Lockdown Periods for Young Adults." *Cities* 125 (June): 103662. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103662>.
15. Parr, Scott, Brian Wolshon, John Renne, Pamela Murray-Tuite, and Karl Kim. 2020. "Traffic Impacts of the COVID-19 Pandemic: Statewide Analysis of Social Separation and Activity Restriction." *Natural Hazards Review* 21 (3): 04020025. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000409](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000409).
16. Romanowska A. and Jamsroz K., 2021. "Comparison of Traffic Flow Models with Real Traffic Data Based on a Quantitative Assessment" <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/21/9914>
17. R. Chrobok. 2004. "Different Methods of Traffic Forecast Based on Real Data." 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.08.005>.
18. Shamshiripour, Ali, Ehsan Rahimi, Ramin Shabanpour, and Abolfazl (Kouros) Mohammadian. 2020. "How Is COVID-19 Reshaping Activity-Travel Behavior? Evidence from a Comprehensive Survey in Chicago." *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 7 (September): 100216. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100216>.
19. Stathopoulos, A., and M. Karlaftis. 2001. "Temporal and Spatial Variations of Real-Time Traffic Data in Urban Areas." *Transportation Research Record*, no. 1768: 135–40. <https://doi.org/10.3141/1768-16>.
20. Weijermars W., Thomas T. and Van Berkum E. 2008. "Variations in urban traffic volumes" Accessed March 10, 2023. https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6069766/thesis_Weijermars.pdf.

Ελληνική

1. Αντωνίου Κ., & Σπυροπούλου Ι. (2015). Αρχές Κυκλοφοριακής Τεχνικής και Προσομοίωσης. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
2. Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Ι., & Πιτσιάβα-Λατινοπούλου Μ, (2009). Κυκλοφοριακή Τεχνική. Αθήνα: Παπασωτηρίου..

3. Γιαννής Γ., Γκόλιας Ι. & Κανελλαΐδης Γ., (2000-2004). Έννοιες βασικών παραμέτρων κυκλοφορίας.