



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**Διερεύνηση παραμέτρων που επηρεάζουν την επισκεψιμότητα επιβατών
στους σταθμούς μετρό της Αθήνας**

Φοιτητής: ΤΣΟΥΠΗ ΕΝΤΙΣΟΝ
ΑΜ: 232017036

Επιβλέπων

Λάμπρος Μητρόπουλος
Επιστημονικός συνεργάτης ΠΑΔΑ

ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2023



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

Diploma Thesis

Investigation of factors affecting passenger demand in Athens metro stations

**Student: EDISON CUPI
Registration Number: 232017036**

Supervisor

**Lambros Mitropoulos
Adjunct Lecturer UNIWA**

ATHENS-EGALEO, JULY 2023

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρ. Μητρόπουλος Λάμπρος	Επιστημονικός συνεργάτης ΠΑΔΑ	
2	Δρ. Μηλιώτη Χριστίνα	Επίκουρος Καθηγήτρια ΠΑΔΑ	
3	Δρ. Τυρινόπουλος Ιωάννης	Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΑΔΑ	

Αθήνα, Ιούλιος 2023

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και (Όνοματεπώνυμο Φοιτητή/ήτριας),
Μήνας, Έτος**

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Τσούπι Έντισον του Νίκο, με αριθμό μητρώου 232017036 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Ο Δηλών
Τσούπι Έντισον



(Υπογραφή φοιτητή)

Περίληψη

Στην σύγχρονη εποχή, λόγω της τάσης εγκατάστασης του πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα, προκύπτει η ανάγκη ανάπτυξης, μελέτης και εξυγχιτισμού των μέσων μαζικής μεταφοράς. Κρίνοντας από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι ο τομέας των μεταφορών θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους τομείς στον σχεδιασμό και στην ανάπτυξη των πόλεων. Το σύστημα του Μετρό είναι από τους δημοφιλέστερους τρόπους μεταφοράς καθώς καλύπτει σε μεγάλο βαθμό τις ανάγκες μετακίνησης του πληθυσμού. Η πόλη της Αθήνας με περισσότερο από 3.000.000 πληθυσμό αποτελεί μία από τις πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις της Ευρώπης συνεπώς η εξέταση της αποτελεί μοντέλο αναφοράς για πολλές πόλεις στον κόσμο. Το δίκτυο των μέσων μαζικής μεταφοράς που επεκτείνεται στο λεκανοπέδιο Αττικής καλύπτει ένα μεγάλο μέρος των καθημερινών μετακινήσεων του πληθυσμού. Στην παρούσα μελέτη γίνεται ανάλυση του δικτύου του Μετρό στο λεκανοπέδιο Αττικής. Με την βοήθεια του συστήματος «έξυπνου» ηλεκτρονικού εισιτηρίου, το οποίο είναι σε πλήρη λειτουργία από τον Νοέμβριο του 2017, εξάγονται δεδομένα που βοηθούν να δημιουργηθούν αναφορές σχετικά με την κίνηση του επιβατικού κοινού. Τα δεδομένα αυτά αναλύονται με τη χρήση της μεθόδου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης σχετικά με 4 σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την επισκεψιμότητα στους σταθμούς. Οι 4 παράγοντες αφορούν την πυκνότητα πληθυσμού, την τοποθεσία των σταθμών, τη συνδεσιμότητα τους και ανταποκρίσεις τους με τις λεωφορειακές γραμμές. Τελικά εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με τη χρήση των παραμέτρων όσον αφορά το σχεδιασμό των σταθμών μετρό και τις ανάγκες μετακίνησης.

Λέξεις – κλειδιά

Μετρό, Επιβατική κίνηση, Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, Συγκοινωνία, Πυκνότητα πληθυσμού, Σταθμοί κόμβοι, Λεωφορειακές γραμμές

Abstract

In modern times, due to the tendency of the population to settle in large urban centers, there is a need to develop, study and modernize the means of public transport. Judging from the above, the transport sector is considered one of the most important sectors in the planning and development of cities. The Metro system is one of the most popular modes of transportation as it largely covers the movement needs of the population. The city of Athens with a population of more than 3,000,000 is one of the most densely populated cities in Europe, and its examination is a model for many cities in the world. The network of public transport that expands in Attica covers a large part of the daily movements of the population. The present study analyzes the Metro network in Attica region. With the help of the "smart" e-ticketing system, which has been fully operational since November 2017, the data which are collected through the metro platform are analyzed. A multiple linear regression method is used by testing multiple four factors, as recorded in the relevant literature, that affect the traffic demand at metro stations. Four factors are found to be significant: population density, location of stations, their connectivity to other rail lines, and their correspondence with bus lines. Finally, conclusions are provided regarding the contribution of the parameters regarding metro design and transportation needs.

Keywords

Metro, Passenger Traffic, Public transportation, Transportation, Population density, Station hubs, Bus lines

Περιεχόμενα

Κατάλογος Πινάκων.....	8
Κατάλογος Εικόνων	9
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας	12
1.2 Σκοπός και στόχοι	13
2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ.....	15
3 ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΑΤΤΙΚΗΣ.....	21
3.1 Μετρό Αττικής	21
3.1.1 Γραμμή 1	22
3.1.2 Γραμμή 2	28
3.1.3 Γραμμή 3	32
3.1.4 Γραμμή 4	37
4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	39
4.1 Δεδομένα επιβατικής κίνησης	40
4.2 Δεδομένα πυκνότητας μόνιμου πληθυσμού.....	41
4.3 Δεδομένα απόστασης σταθμών από το κέντρο της Αθήνας	43
4.4 Δεδομένα για σταθμούς που αποτελούν κόμβο εναλλαγής γραμμών Μετρό και Προαστιακού Σιδηρόδρομου.....	45
4.5 Δεδομένα για λεωφορειακές γραμμές	46
4.6 Ανάλυση δεδομένων με χρήση Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης.....	47
5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	52
6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	59
Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές	61
Παράρτημα Α.....	64
Παράρτημα Β.....	68
Παράρτημα Γ	72
Παράρτημα Δ	76
Παράρτημα Ε.....	77
Παράρτημα Ζ.....	79

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Πίνακας πόλεων εξέτασης.

Πίνακας 2. Οι δέκα 10 πόλεις με την περισσότερη και λιγότερη χρήση σιδηροδρομικών μέσων μεταφοράς.

Πίνακας 3. Σταθμοί Μετρό – Γραμμή 1

Πίνακας 4. Σταθμοί Μετρό – Γραμμή 2

Πίνακας 5. Σταθμοί Μετρό Γραμμή 3. Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 6. Σταθμοί Μετρό Γραμμής 4 – Α' φάση κατασκευής

Πίνακας 7. Πυκνότητα πληθυσμού στις ευρύτερες περιοχές των σταθμών του Μετρό

Πίνακας 8. Απόσταση των σταθμών από την πλατεία Ομόνοιας.

Πίνακας 9. Αριθμός λεωφοριακών γραμμών που εξυπηρετούν τους σταθμούς του Μετρό.

Πίνακας 10. Πίνακας αποτελεσμάτων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Πίνακας 11. Πίνακας αποτελεσμάτων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Πίνακας 12. Πίνακας αποτελεσμάτων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Πίνακας 13. Σταθμοί Μετρό – Δρομολόγια Γραμμής 1 προς Κηφισιά. Πηγή: Γραμμή 1 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 14. Σταθμοί Μετρό – Δρομολόγια Γραμμής 1 προς Πειραιά. Πηγή: Γραμμή 1 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 15. Σταθμοί Μετρό – Συχνότητα Δρομολογίων Γραμμής 1. Πηγή: Γραμμή 1 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 16. Σταθμοί Μετρό – Χρόνος Μετάβασης σταθμών Γραμμής 1. Πηγή: Γραμμή 1 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 17. Σταθμοί Μετρό – Ώρες δρομολογίων Γραμμής 2 προς Ελληνικό. Γραμμή 2 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 18. Σταθμοί Μετρό – Ώρες δρομολογίων Γραμμής 2 προς Ανθούπολη. Πηγή: Γραμμή 2 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 19. Συχνότητα δρομολογίων Γραμμής 2. Πηγή: Γραμμή 2 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 20. Χρόνος μετάβασης στον επόμενο σταθμό - Γραμμή 2. Πηγή: Γραμμή 2 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 21. Δρομολόγια Γραμμής 3 Προς Αεροδρόμιο. Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 22. Δρομολόγια Γραμμής 3 Προς Δημοτικό Θέατρο. Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 23. Συχνότητα Δρομολογίων Γραμμής 3. Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 24. Χρόνος μετάβασης στον επόμενο σταθμό - Γραμμή 3 . Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

Πίνακας 25. Πίνακας επικυρώσεων στους σταθμούς Μετρό για το έτος 2022

Πίνακας 26. Συγκετρωτικός πίνακας δεδομένων για τους σταθμούς Μετρό.

Πίνακας 27. Συγκετρωτικός πίνακας δεδομένων για τους σταθμούς Μετρό.

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Χάρτης Μετρό Αττικής (πηγή: <https://www.ametro.gr>)

Εικόνα 2. Χάρτης Γραμμής 1 μετρό (πηγή <https://www.ametro.gr/>)

Εικόνα 3. Μηχανή ατμήλατου σιδηροδρόμου στον Πειραιά. (Πηγή: <https://www.sansimera.gr/>)

Εικόνα 4. Ο σταθμός της Κηφισιάς. Φωτογραφία Παύλου Μελά (Πηγή: <https://www.mixanitouxronou.gr/>)

Εικόνα 5. Χάρτης μελλοντικής επέκτασης Γραμμής 1 Μετρό (πηγή: <https://www.carandmotor.gr/>)

Εικόνα 6. Χάρτης επέκτασης Μετρό. (Πηγή: <https://www.alimosonline.gr/>)

Εικόνα 7. Χάρτης Γραμμής 2 μετρό (πηγή <https://el.wikipedia.org/>)

Εικόνα 8. Χάρτης επέκτασης Γραμμής 2 Μετρό. (Πηγή: <https://ypodomes.com/>)

Εικόνα 9. Χάρτης Γραμμής 3 μετρό (πηγή <https://el.wikipedia.org/>)

Εικόνα 10. Χάρτης Γραμμής 4 Μετρό. (Πηγή: <https://www.emetro.gr>)

Εικόνα 11. Στιγμιότυπο χάρτη από την Διαδραστική χαρτογραφική εφαρμογή ΕΒΕΑ (<https://analytics.acci.gr/ebea/ebea/caseA.php>).

Εικόνα 12. Στιγμιότυπο χάρτη από τον ιστότοπο των χαρτών της Google (<https://www.google.com/maps/>)

Εικόνα 13. Παράδειγμα απλής γραμμικής παλινδρόμησης με μία ανεξάρτητη μεταβλητή.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σιδηροδρομικό σύστημα του μετρό είναι ένας από τους σημαντικότερους τρόπους μεταφοράς σε πολλές μεγάλες πόλεις σε όλο τον κόσμο. Πρόκειται για ένα σύστημα ταχείας διέλευσης συρμών που χρησιμοποιεί ηλεκτρικά τρένα για τη γρήγορη και αποτελεσματική μεταφορά επιβατών σε μικρές και μεγάλες αποστάσεις μέσα σε μια πόλη. Η σημασία των σιδηροδρομικών συστημάτων του μετρό έγκειται στην ικανότητά τους να ανακουφίσουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση, να μειώσουν την ατμοσφαιρική ρύπανση και να παρέχουν έναν αξιόπιστο τρόπο μεταφοράς για εκατομμύρια ανθρώπους.

Ένα από τα κύρια οφέλη ενός σιδηροδρομικού συστήματος μετρό είναι η ικανότητά του να μειώνει την κυκλοφοριακή συμφόρηση στις αστικές περιοχές. Οι πόλεις σε όλο τον κόσμο αντιμετωπίζουν προβλήματα λόγω του αυξανόμενου πληθυσμού και ως αποτέλεσμα αυτού διαπιστώνεται αύξηση του αριθμού των οχημάτων στους δρόμους. Αυτό με την σειρά του οδηγεί τα αυτοκίνητα να κινούνται με πολύ αργούς ρυθμούς στους δρόμους, προκαλώντας κυκλοφοριακή συμφόρηση, απογοήτευση στους οδηγούς και χαμένο χρόνο στους μετακινούμενους. Σε πολλές πόλεις, η κυκλοφοριακή συμφόρηση και άλλα ζητήματα μπορεί να δυσκολέψουν τους μετακινούμενους να φτάσουν στον προορισμό τους εγκαίρως. Το σιδηροδρομικό σύστημα του μετρό προσφέρει μια λύση σε αυτό το πρόβλημα, παρέχοντας στους μετακινούμενους την δυνατότητα να ταξιδεύουν γρήγορα και αποτελεσματικά, χωρίς την ανάγκη για αυτοκίνητα στο δρόμο. Ένα παράδειγμα μελετών που εστιάζουν στην οικιστική πυκνότητα είναι το έργο των Kenworthy και Laube το οποίο παρουσιάζει μια εκτεταμένη μελέτη της χρήσης αυτοκινήτων σε μεγάλο αριθμό διεθνών πόλεων. Ένα γενικό συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι η χρήση αυτοκινήτου συνδέεται στενότερα με την αστική πυκνότητα. Η χρήση του αυτοκινήτου μειώνεται με την αύξηση της αστικής πυκνότητας και η χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών αυξάνεται με την αστική πυκνότητα (Kenworthy και Laube, 1999).

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του σιδηροδρομικού συστήματος του μετρό είναι η ικανότητά του να μειώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση. Τα αυτοκίνητα, και όλα τα είδη των οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης, αποτελούν σημαντική πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις αστικές περιοχές, εκπέμποντας επιβλαβείς ρύπους που μπορούν να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του πληθυσμού. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), όπου το 74 % του πληθυσμού ζει σε αστικές περιοχές, μεταξύ των οποίων το 97 % εκτίθεται σε επίπεδα λεπτών σωματιδίων που υπερβαίνουν τα όρια που έχει θέσει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, συμβάλλοντας σε μισό εκατομμύριο πρόωρους θανάτους κάθε χρόνο στις χώρες της ΕΕ (Sicard, 2021). Παρέχοντας έναν εναλλακτικό τρόπο μεταφοράς, το σιδηροδρομικό σύστημα του μετρό μπορεί να μειώσει τον αριθμό των αυτοκινήτων στο δρόμο, με αποτέλεσμα χαμηλότερες εκπομπές και καθαρότερο αέρα για όλους. Μειώνοντας τον αριθμό των αυτοκινήτων στο δρόμο, το σύστημα μπορεί να συμβάλει στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Επιπλέον, το σύστημα του μετρό μπορεί να συμβάλει στη μείωση της ηχορύπανσης στις αστικές περιοχές, καθιστώντας τις πόλεις πιο βιώσιμες και ευχάριστες για τους κατοίκους. Ο αρνητικός αντίκτυπος στην υγεία και την ευημερία μας λόγω της έκθεσης στον

θόρυβο της κυκλοφορίας είναι ένα αυξανόμενο, παγκόσμιο ζήτημα. Αυτή η έκθεση έχει αποδειχθεί ότι σχετίζεται με διάφορες επιπτώσεις στην υγεία, όπως αυξημένο κίνδυνο ισχαιμικών καρδιακών παθήσεων (Thacher κ.α. 2022), διαβήτη (Thacher κ.α., 2021), ενόχλησης (Miedema and Oudshoorn, 2001) και διαταραχής του ύπνου (Sanok κ.ά., 2022).

Η αξιοπιστία του σιδηροδρομικού συστήματος του μετρό είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας στη σημασία του. Το μετρό παρέχει έναν αξιόπιστο και συνεπή τρόπο μεταφοράς, με τρένα που λειτουργούν με τακτικό πρόγραμμα και μικρή διάρκεια στους χρόνους ταξιδιού. Αυτό επιτρέπει στους μετακινούμενους να προγραμματίζουν την ημέρα τους με μεγαλύτερη βεβαιότητα, μειώνοντας το άγχος και την αβεβαιότητα που μπορεί προκύψει με άλλους τρόπους μεταφοράς. Υπάρχουν έρευνες που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση του χρονοδιαγράμματος των δρομολογίων, εστιάζοντας στις υπηρεσίες οι οποίες μπορούν να βελτιώσουν την αξιοπιστία και την προσβασιμότητα των υπηρεσιών του μετρό. (Albrecht, 2008), (Niu κ.α, 2015).

Το σιδηροδρομικό σύστημα του μετρό έχει επίσης σημαντικό οικονομικό αντίκτυπο στις πόλεις στις οποίες λειτουργεί. Μπορεί να αποτελέσει αποτελεσματικό μέσο μεταφοράς ανθρώπων, οδηγώντας σε αυξημένη παραγωγικότητα και οικονομική ανάπτυξη. Επιπλέον, η κατασκευή και λειτουργία του συστήματος μπορεί να δημιουργήσει θέσεις εργασίας, ενισχύοντας τις τοπικές οικονομίες και παρέχοντας ευκαιρίες στους εργαζόμενους. Ειδικότερα, οι δημόσιες συγκοινωνίες αποτελούν βασικό πόρο για την πρόσβαση των εργαζομένων χαμηλής ειδίκευσης σε ευκαιρίες απασχόλησης (Tomer, 2011).

Συμπερασματικά, το σιδηροδρομικό σύστημα του μετρό είναι ένας σημαντικός τρόπος μεταφοράς σε πολλές μεγάλες πόλεις σε όλο τον κόσμο. Προσφέρει λύση στην κυκλοφοριακή συμφόρηση, μειώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση, παρέχει έναν αξιόπιστο τρόπο μεταφοράς, έχει σημαντικό οικονομικό αντίκτυπο και μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Καθώς οι αστικές περιοχές συνεχίζουν να αναπτύσσονται, η σημασία του σιδηροδρομικού συστήματος του μετρό θα συνεχίσει να αυξάνεται, παρέχοντας μια κρίσιμη υπηρεσία για τους μετακινούμενους και συμβάλλοντας στην οικοδόμηση πιο βιώσιμων και βιώσιμων πόλεων.

Η επιτυχία ενός συστήματος μετρό καθορίζεται από το πόσο καλά μπορεί να χειριστεί την επιβατική κίνηση και να προσφέρει μια ασφαλή και άνετη εμπειρία για τους μετακινούμενους. Η αύξηση της αστικοποίησης και η αυξανόμενη συμφόρηση στους δρόμους έχει οδηγήσει στην αυξανόμενη δημοτικότητα των μετρό στις πόλεις παγκοσμίως. Ωστόσο, διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του μετρό, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την επιτυχία του συστήματος.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στο μετρό είναι ποικίλοι και μπορούμε συνοπτικά να τους κατηγοριοποιήσουμε ως εξής:

- Πυκνότητα πληθυσμού

Η πληθυσμιακή πυκνότητα μιας περιοχής επηρεάζει σημαντικά την επιβατική κίνηση στο μετρό. Η υψηλότερη πυκνότητα πληθυσμού οδηγεί σε υψηλότερη ζήτηση για τα μέσα μαζικής μεταφοράς, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα περισσότερους επιβάτες στο σύστημα του μετρό (Badoe και Miller, 2000).

- Δίκτυο διαδρομών και συνδεσιμότητα

Το δίκτυο διαδρομών και η συνδεσιμότητα του συστήματος μετρό επηρεάζουν επίσης την επιβατική κίνηση. Ένα καλά συνδεδεμένο σύστημα με αποτελεσματικές διαδρομές και κόμβους θα προσελκύσει περισσότερους επιβάτες, ενώ τα κακώς συνδεδεμένα συστήματα θα δυσκολευτούν να προσελκύσουν μετακινούμενους (Zhu κ.α., 2021).

- Δομή ναύλων

Η δομή των ναύλων του συστήματος μετρό διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην προσέλκυση και διατήρηση επιβατών. Οι υψηλοί ναύλοι μπορούν να αποθαρρύνουν τους επιβάτες από τη χρήση του συστήματος, ενώ οι χαμηλοί ναύλοι μπορούν να οδηγήσουν σε συνωστισμό και απώλεια εσόδων. (Torabi κ.α., 2022)

- Ασφάλεια και προστασία

Η ασφάλεια και η προστασία του συστήματος του μετρό είναι κρίσιμοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση. Ένα ασφαλές σύστημα θα προσελκύσει περισσότερους επιβάτες, ενώ ένα σύστημα που θεωρείται μη ασφαλές θα οδηγήσει σε μειωμένη επιβατική κίνηση (Niu κ.α., 2015).

- Εμπειρία χρήστη

Η εμπειρία χρήστη του συστήματος μετρό διαδραματίζει επίσης κρίσιμο ρόλο στην προσέλκυση και διατήρηση επιβατών. Ένα άνετο και βολικό σύστημα με σύγχρονες ανέσεις θα προσελκύσει περισσότερους επιβάτες, ενώ ένα σύστημα με κακές ανέσεις θα δυσκολευτεί να διατηρήσει τους επιβάτες (Sawa κ.α., 2019)

Συμπερασματικά, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στο μετρό, συμπεριλαμβανομένης της πυκνότητας του πληθυσμού, του δικτύου διαδρομών και της συνδεσιμότητας, της δομής των ναύλων, της ασφάλειας και της προστασίας και της εμπειρίας των χρηστών. Τα συστήματα μετρό που είναι καλά συνδεδεμένα, προσφέρουν βέλτιστη δομή ναύλων, παρέχουν ένα ασφαλές περιβάλλον και προσφέρουν μια άνετη και βολική εμπειρία είναι πιο πιθανό να προσελκύσουν και να διατηρήσουν επιβάτες. Η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση είναι ζωτικής σημασίας για τους φορείς εκμετάλλευσης του μετρό να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα των συστημάτων τους και να παρέχουν καλύτερη εμπειρία στους μετακινούμενους.

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Στην παρούσα έρευνα θα εξετάσουμε και θα αναλύσουμε μερικούς από τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του Μετρό, μελετώντας το σύστημα του Μετρό της Αθήνας. Με την βοήθεια υφιστάμενων ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί θα εστιάσουμε σε μερικούς κύριους παράγοντες που έχουν ήδη αποτελέσει στόχαστρο ερευνών, και θα αναδείξουμε εάν ισχύουν και για το Μετρό της Αθήνας. Χρησιμοποιώντας δεδομένα από το σύστημα «έξυπνης» κάρτας, που έχει τεθεί σε λειτουργία

στην Αθήνα από το 2017, μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για τη ροή του κόσμου στους σταθμούς αλλά και πως αυτή επηρεάζεται σύμφωνα με τις συνθήκες που επικροτούνται στην πόλη. Τα αποτελέσματα αυτά παρέχουν σημαντικές ενδείξεις και συμπεράσματα για τη βελτίωση της οργάνωσης και του σχεδιασμού του δημόσιου συστήματος μεταφορών στην Αττική, καθώς και για την πρόβλεψη των μελλοντικών αναγκών των επιβατών.

1.2 Σκοπός και στόχοι

Η ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του μετρό είναι ένα ενδιαφέρον θέμα με πολλαπλά οφέλη. Μας δίνει μια κατανόηση των παραγόντων που καθορίζουν τη ζήτηση για τις μεταφορές με μετρό, προβλέποντας πιθανές αλλαγές στο μέλλον, επιπλέον μας βοηθά να βελτιστοποιήσουμε το σχεδιασμό του δικτύου του μετρό και την προσαρμογή των υπηρεσιών με βάση τις προτιμήσεις και τις ανάγκες των επιβατών. Η ανάλυση αυτή μπορεί να αποκαλύψει πιθανές ανισότητες στην πρόσβαση στο μετρό μεταξύ διαφορετικών περιοχών και κοινοτήτων, παρέχοντας στοιχεία για πιθανές δράσεις για τη βελτίωση της προσβασιμότητας και της ισότητας. Τέλος, η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη πιο αποδοτικών και βιώσιμων μεταφορικών λύσεων για την πόλη. Συνολικά, η ανάλυση αυτή παρέχει στρατηγικές πληροφορίες για τη βελτίωση του μετρό και την προσφορά μιας αποτελεσματικής, άνετης και αειφόρου μεταφορικής επιλογής για τους πολίτες.

Οι στόχοι και ο σκοπός μιας ανάλυσης για τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του μετρό μπορεί να περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Κατανόηση των προτιμήσεων και των συμπεριφορών των επιβατών: Ο σκοπός είναι να αναλυθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση, όπως η τοποθεσία των σταθμών, οι διασύνδεση των σταθμών με άλλους τρόπους μεταφοράς και οι μεταφορικές ανάγκες, προκειμένου να κατανοήσουμε ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την επιλογή των πολιτών να χρησιμοποιούν το μετρό.
2. Βελτίωση του σχεδιασμού του δικτύου και της προσφοράς υπηρεσιών: Ο στόχος είναι να αναδειχθούν οι πιο απαραίτητες αλλαγές στο δίκτυο του μετρό και στην παροχή των υπηρεσιών, προκειμένου να προσαρμοστούν στις ανάγκες και τις προτιμήσεις των επιβατών. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την ανάπτυξη νέων σταθμών, τη βελτίωση της συχνότητας και της αξιοπιστίας των δρομολογίων, καθώς και την προσαρμογή της χωρητικότητας του συστήματος.
3. Ανάπτυξη βιώσιμων μεταφορικών λύσεων: Ο σκοπός είναι να ενθαρρυνθεί η χρήση του μετρό και της δημόσιας μεταφοράς γενικότερα, με στόχο τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των εκπομπών αερίων του οχηματικού κυκλοφορίας. Η ανάλυση μπορεί να αναδείξει τους παράγοντες που επηρεάζουν την προτίμηση για τη χρήση του μετρό και να παράσχει πληροφορίες για τις πιθανές

πολιτικές και μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν για την προώθηση της βιώσιμης μετακίνησης.

Συνοπτικά ο σκοπός της ανάλυσης είναι να προσφέρει πληροφορίες και αναλυτικές γνώσεις για την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του μετρό, προκειμένου να ληφθούν αποτελεσματικά μέτρα για τη βελτίωση του μετρό, την προσαρμογή στις ανάγκες των επιβατών και την προώθηση των βιώσιμων μεταφορών.

2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Ποιοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την χρήση της Μέσων Μαζικής Μεταφοράς; Διάφορες έρευνες έχουν διεξαχθεί με στόχο να κατανοήσουν και να αναλύσουν τη συμπεριφορά και τα πρότυπα μετακίνησης των επιβατών στα συστήματα μετρό. Αυτές οι μελέτες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων, από την ανάλυση της κορυφαίας ώρας κίνησης και της ροής των επιβατών, μέχρι την επίδραση των σταθμών στην κινητικότητα της πόλης. Μελετώντας αυτές τις έρευνες, αναδεικνύονται τα σημαντικότερα ευρήματα σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του μετρό. Οι Taylor κ.α. (2009) διενέργησαν μία από τις πιο φιλόδοξες μελέτες που αντιμετωπίζει αυτό το ερώτημα. Αποτελείται από μια ανάλυση των μέσων μεταφοράς σε 265 αστικοποιημένες περιοχές στις Ηνωμένες Πολιτείες και περιλαμβάνει δεκάδες πιθανές επεξηγηματικές μεταβλητές. Αυτές οι μεταβλητές καλύπτουν δημογραφικά, κοινωνικοοικονομικά, χαρακτηριστικά διαμετακόμισης, καθώς και χαρακτηριστικά αυτοκινητοδρόμων. Χρησιμοποιώντας μια τεχνική παλινδρόμησης ταυτόχρονης εξίσωσης δύο σταδίων, οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι οι περισσότεροι από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς είναι μεταξύ άλλων το μέγεθος του πληθυσμού της πόλης, η πυκνότητα κατοίκησης, το μέσο εισόδημα των νοικοκυριών, η εκπαίδευση, η δομή του συστήματος αυτοκινητοδρόμων κάθε περιοχής.

Το 2017 οι Shyr κ.α. αξιολογούν ένα σύνολο παρατηρήσεων συγκοινωνιακών και κοινωνικοοικονομικών μεταβλητών από 97 από τις συνολικά 157 πόλεις που διαθέτουν σιδηροδρομικό μέσω μεταφοράς, με σκοπό την κατανόηση των παραμέτρων που προκαλούν επιβατική κινητικότητα σε έναν σταθμό. Οι 97 πόλεις που εξετάστηκαν ορίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Πίνακας πόλεων εξέτασης. David Emanuel Andersson , Oliver F. Shyr , Jimmy Yang (2017)

City (Country)	City (Country)	City (Country)	City (Country)
Amsterdam (Netherlands)	Gwangju (Korea)	Mexico City (Mexico)	Warsaw (Poland)
Ankara (Turkey)	Hamburg (Germany)	Miami (United States)	Washington DC (United States)
Athens (Greece)	Helsinki (Finland)	Milan (Italy)	Wuhan (China)
Atlanta (United States)	Hiroshima (Japan)	Montreal (Canada)	Yekaterinburg (Russia)
Auckland (New Zealand)	Hong Kong (China)	Moscow (Russia)	San Diego (United States)
Bangkok (Thailand)	Houston (United States)	Mumbai (India)	San Francisco (United States)
Barcelona (Spain)	Incheon (Korea)	Munich (Germany)	Santiago (Chile)
Beijing (China)	Istanbul (Turkey)	Nagoya (Japan)	Sao Paulo (Brazil)
Berlin (Germany)	Kaohsiung (Taiwan)	Nanjing (China)	Sapporo (Japan)
Boston (United States)	Kharkiv (Ukraine)	Naples (Italy)	Seattle (United States)
Brisbane (Australia)	Kiev (Ukraine)	New York (United States)	Sendai (Japan)
Brussels (Belgium)	Kobe (Japan)	Nizhny Novgorod (Russia)	Seoul (Korea)
Budapest (Hungary)	Kolkata (India)	Nuremberg (Germany)	Shanghai (China)
Buenos Aires (Argentina)	Kuala Lumpur (Malaysia)	Osaka (Japan)	Singapore (Singapore)
Cairo (Egypt)	Kyoto (Japan)	Oslo (Norway)	Sofia (Bulgaria)
Chennai (India)	Lausanne (Switzerland)	Paris (France)	Stockholm (Sweden)
Chicago (United States)	Lille (France)	Philadelphia (United States)	Sydney (Australia)
Copenhagen (Denmark)	Lisbon (Portugal)	Prague (Czech Republic)	Taipei (Taiwan)
Daegu (Korea)	London (United Kingdom)	Rome (Italy)	Tehran (Iran)
Daejeon (Korea)	Los Angeles (United States)	Rotterdam (Netherlands)	Tokyo (Japan)
Dallas (United States)	Lyon (France)	Saint Petersburg (Russia)	Toronto (Canada)
Delhi (India)	Madrid (Spain)	Samara (Russia)	Yokohama (Japan)

City (Country)	City (Country)	City (Country)	City (Country)
Fukuoka (Japan)	Manila (Philippines)	Toulouse (France)	
Glasgow (United Kingdom)	Marseille (France)	Vancouver (Canada)	
Guangzhou (China)	Melbourne (Australia)	Vienna (Austria)	

Οι συγγραφείς συλλέξαν πληροφορίες για δεδομένα επικυρώσεων, δεδομένα για τον πληθυσμό, την πυκνότητα κατοίκησης, δεδομένα για την τοπολογία του δικτύου καθώς και για τις τιμές κομίστρου για όλες τις παραπάνω πόλεις. Από τα δεδομένα προέκυψε μια σημαντική ανομοιογένεια μεταξύ των πόλεων ως προς τη χρήση των σιδηροδρομικών μεταφορών. Οι συγγραφείς ταξινόμησαν τις παραπάνω πληροφορίες ανά πόλη, και στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζουν τις 10 πόλεις με τη μεγαλύτερη και τη μικρότερη χρήση των σιδηροδρομικών μέσων μεταφοράς.

Πίνακας 2. Οι δέκα 10 πόλεις με την περισσότερη και λιγότερη χρήση σιδηροδρομικών μέσων μεταφοράς. *David Emanuel Andersson , Oliver F. Shyr , Jimmy Yang (2017)*

City	Per Capita rapid transit trips per day	Population per transit station	Mean section catchment area (km ²)
<i>Top 10 cities with MRT/LRT networks</i>			
Prague	1.229	21,534	11.97
Munich	0.720	14,978	3.86
Vienna	0.670	16,854	2.99
Hong Kong	0.628	84,064	7.01
Stockholm	0.605	14,857	1.15
Paris	0.565	22,174	5.45
Moscow	0.561	62,070	6.03
Nuremberg	0.523	11,241	9.38
Guangzhou	0.501	86,515	7.15
Kiev	0.499	56,575	3.03
Top-10 average	0.650	39,086	5.80
<i>Bottom 10 cities with MRT/LRT networks</i>			
Houston	0.006	152,380	47.65
Miami	0.010	252,923	97.01
Seattle	0.011	249,902	257.88
Mumbai	0.013	1,753,545	102.86
Dallas	0.014	91,978	26.56
Hiroshima	0.023	103,488	37.32
Chennai	0.027	1,412,918	49.84
Glasgow	0.028	81,530	24.71
Los Angeles	0.028	132,361	55.15
Auckland	0.028	32,007	12.80
Bottom-10 average	0.018	426,303	71.18

Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται το πόσο ανόμοια είναι τα συστήματα μεταφορών μεταξύ διάφορων πόλεων. Ο μέσος όρος για τις 10 κορυφαίες πόλεις είναι ένας σταθμός διέλευσης να εξυπηρετεί 39.000 κατοίκους σε μια περιοχή 5,8 τετραγωνικών χιλιομέτρων και για τις 10 τελευταίες πόλεις, οι αντίστοιχοι μέσοι όροι είναι 426.000 κάτοικοι

και 71 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Με βάση των παραπάνω οι συγγραφείς διέκριναν τις παραμέτρους που μπορεί να επηρεάσουν την επιβατική κίνηση στους σιδηροδρομικούς σταθμούς και μεταξύ άλλων κατέληξαν να εστιάσουν στους παράγοντες; μέγεθος δικτύου, κόμβος, πυκνότητα, τιμή εισιτηρίου συγκρινόμενη με το εισόδημα. Από τα παραπάνω το πόρισμα της ανάλυσης διέκρινε τα εξής:

- Το μέγεθος δικτύου και η κομβικότητα των σταθμών επηρεάζει την επιβατική ροή στους σταθμούς. Εάν ένα σύστημα συγκοινωνίας συνδέει μεγάλο αριθμό προορισμών εργασίας, κατοικίας και αναψυχής, οι κάτοικοι θα θεωρήσουν το δίκτυο ως τον καλύτερο τρόπο μετακίνησης στην πόλη για τους περισσότερους σκοπούς.
- Η πυκνότητα κατοικημένων περιοχών με τη σειρά της προκαλεί αυξητική τάση στη διέλευση επιβατών στα συστήματα σιδηροδρομικής μεταφοράς. Οι περιοχές με πυκνό πληθυσμό επιβάλλουν ανάγκες μετακινήσεων για περισσότερο κόσμο.
- Όταν η τιμή του κομίστρου των εισιτηρίων είναι σημαντικά μικρότερη συγκριτικά με το εισόδημα, οι κάτοικοι φαίνεται να προτιμούν τη χρήση των σιδηροδρομικών μέσων για τις μετακινήσεις τους. Συνεπώς η τιμή των ναύλων επηρεάζουν την συνολική ροή κόσμου στα συστήματα Μετρό.

Όπως προκύπτει, οι μεγάλες μητροπολιτικές πόλεις υψηλής πυκνοκατοίκησης πραγματοποιούνε παρατεταμένη χρήση των σιδηροδρομικών μέσων μεταφοράς (Shyr κ.α., 2017). Οι Andersson κ.α. (2021) εκτίμησαν τις επιπτώσεις που προκαλούνται στις περιοχές στην πόλη της Ταπέι σε ακτίνα 600 μέτρων γύρω από έναν σταθμό Μετρό. Η πόλη της Ταπέι κατηγοριοποιήθηκε σε 3 ομόκεντρες ζώνες ταξινομημένες ανάλογα με την απόσταση τους από το κέντρο της πόλης. Με τη χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης και έχοντας ως δεδομένα την εποχιακή ημερήσια επιβατική κίνηση σε επίπεδο σταθμού ως εξαρτημένη μεταβλητή, παρατήρησαν τις επιπτώσεις σε αυτή σύμφωνα με 6 χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής (1.Η πυκνότητα πληθυσμού στις περιοχές του σταθμού, 2.Οι χρήσεις γης γύρω από έναν σταθμό του Μετρό, 3.Το πλήθος διασταυρώσεων κεντρικών δρόμων, 4.Τα πλήθος ποδηλάτων που είναι διαθέσιμα για τοπικές μετακινήσεις, 5.Η ύπαρξη αξιοθέατου ή σημείου ενδιαφέροντος στην περιοχή, 6.Η συνδεσιμότητα με λεωφορειακές γραμμές).

Από την ανάλυση των παραπάνω παραμέτρων οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι και οι 6 παράμετροι συντελούν στην ενθάρυνση των επιβατών να χρησιμοποιήσουν το σύστημα του Μετρό για τις μετακινήσεις τους. Η πυκνότητα πληθυσμού και τα σημεία ενδιαφέροντος είναι εξίσου σημαντικά και για τις 3 ζώνες. Η πυκνότητα των διασταυρώσεων είναι σημαντική για την ζώνη που βρίσκεται στον πυρήνα του κέντρου και κοινόχρηστες εγκαταστάσεις ποδηλάτων αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την ενδιάμεση ζώνη. Το βασικό αποτέλεσμα της έρευνας είναι ότι η πυκνότητα του πληθυσμού έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στη χρήση σταθμών στις περιφερειακές κατοικημένες περιοχές. Το ίδιο διατύπωσαν και οι Badoe και Miller το 2000, παρουσίασαν μια ανασκόπηση εμπειρικών μελετών σχετικά με την αστική ταξιδιωτική συμπεριφορά στις πόλεις της Βόρειας Αμερικής. Η ανασκόπηση περιγράφει ότι σε ορισμένες μελέτες διαπιστώθηκε ότι η οικιστική πυκνότητα είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για τις συνθήκες μετακίνησης μέσα σε μία πόλη, και επηρεάζει άμεσα την χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών και τα χιλιόμετρα που διανύουν οι πολίτες με το αυτοκίνητο.

Όπως αναφέρεται από τους Yang κ.α. (2022) η ανάλυση των συσχετισμών δομημένου περιβάλλοντος της επιβατικής κίνησης του μετρό είναι ζωτικής σημασίας για τον σχεδιασμό και την πρακτική της ανάπτυξης προσανατολισμένης μετακίνησης. Οι παραπάνω εξέτασαν τη σύνθετη συσχέτιση της ωριαίας επιβατικής κίνησης του μετρό τον Νοέμβριο για το έτος 2019 στο Τσενγκντού (Κίνα) με το δομημένο περιβάλλον σε τρεις ώρες της ημέρας (δηλαδή, πρωινή αιχμή, μεσημέρι εκτός αιχμής και βραδινές ώρες αιχμής). Με τη χρήση δεδομένων από σύστημα συλλογής κομίστρου της «έξυπνης κάρτας», γεωγραφικών δεδομένων και δεδομένων σήματος κινητού τηλεφώνου, και με παραμέτρους όπως η απόσταση από το κέντρο της πόλης, η πυκνότητα πληθυσμού, η χρήσεις γης, η πυκνότητα στάσεων λεωφορείων, η τιμή στέγασης και η απόσταση από το κέντρο της πόλης ερμήνευσαν την συμπεριφορά των επιβατών για τις προτιμήσεις τους στη μετακίνηση. Για την έρευνα χρησιμοποίησαν την μέθοδο random forest model για να εξετάσει τη μη γραμμική επίδραση του δομημένου περιβάλλοντος στην επιβατική κίνηση του μετρό σε δύο ώρες αιχμής και μία ώρα εκτός αιχμής τον Νοέμβριο του 2019. Κατά την έρευνα αξιολογήθηκε ότι στις δύο ώρες αιχμής, κυριαρχούν οι υποχρεωτικές μετακινήσεις (π.χ. μετακίνηση στον χώρο εργασίας/σχολείο και επιστροφή στο σπίτι από την εργασία). Αντίθετα, κατά τις ώρες εκτός αιχμής, τα προαιρετικά (ή προαιρετικά) ταξίδια, όπως τα ψώνια και η αναψυχή/αναψυχή, αποτελούν μεγάλο ποσοστό των ταξιδιών. Για την πυκνότητα του πληθυσμού, την πυκνότητα απασχόλησης και την πυκνότητα των επιχειρήσεων διαπιστώθηκε ότι επηρεάζουν έντονα την επιβατική κίνηση του Μετρό. Επιπλέον, η πυκνότητα του πληθυσμού έχει εμφανείς επιπτώσεις κατωφλίου κατά τις πρωινές ώρες αιχμής και εκτός αιχμής. Η πυκνότητα των δρόμων έχει εμφανής επηροή κατά τις ώρες εκτός αιχμής και κατά τις βραδινές ώρες αιχμής. Οι αποστάσεις από το κέντρο της πόλης και οι αποστάσεις από τις εμπορικές περιοχές έχουν διακριτά αποτελέσματα τις πρωινές και βραδινές ώρες αιχμής, αντίστοιχα. Η πυκνότητα των στάσεων λεωφορείων έχει προφανή αποτελέσματα επηροής κατά την πρωινές ώρες αιχμής. Η τιμή στέγασης δεν φαίνεται να επηρεάζει την επιβατική κίνηση στο Μετρό. Συνοπτικά η έρευνα ανέδειξε ότι η πρόσβαση στο κέντρο της πόλης και η πυκνότητα του πληθυσμού είναι ισχυροί προγνωστικοί παράγοντες της επιβατικής κίνησης του μετρό κατά την πρωινή ώρα αιχμής, ενώ η πυκνότητα απασχόλησης, η πυκνότητα των επιχειρήσεων και η πυκνότητα του δρόμου είναι ισχυροί προγνωστικοί παράγοντες κατά τις βραδινές ώρες αιχμής και κατέληξε στο ότι υπάρχουν μεγάλες διαφορές στους συσχετισμούς της επιβατικής κίνησης του μετρό σε διαφορετικές περιόδους.

Οι Pei Yin κ.α. (2022) εξέτασαν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη ροή επιβατών στους σιδηροδρομικοί σταθμοί διαμετακόμισης στη Σαγκάη, στην Κίνα. Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν το μοντέλο Entropy Weights Method (EWM) και το μοντέλο Grey Correlation Model (GRA) για να αναλύσουν αυτούς τους παράγοντες. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στη μελέτη περιλαμβάνουν: Προσβασιμότητα στην κυκλοφορία, Δομημένο περιβάλλον, Περιφερειακά χαρακτηριστικά (εδαφικά, οικονομικά και πολιτικά χαρακτηριστικά της περιοχής όπου βρίσκεται ο σταθμός), Συνθήκες Σταθμού και Χωρική Τοποθεσία. Η μελέτη διαπίστωσε ότι από τις παραμέτρους της προσβασιμότητας του σταθμού αναδείχθηκε ότι η μεγαλύτερη βαρύτητα των επιβατών ως προς την επιλογή σταθμού, δίνεται για τους σταθμούς που έχουν πρόσβαση σε νοσοκομεία. Ωστόσο εξίσου σημαντικές παράμετροι ήταν και οι σταθμοί που είχαν πρόσβαση σε παρακείμενες μεγάλες εμπορικές πλατείες και τους χώρους στάθμευσης. Οι σχέσεις μεταξύ των αποστάσεων από

το σιδηροδρομικό σταθμό διέλευσης στο πλησιέστερο πάρκο, πανεπιστήμιο, λύκειο ή γυμνάσιο και η ροή επιβατών του σταθμού είναι επίσης σημαντικές. Αντιθέτως δεν φάνηκε να έχει την ίδια βαρύτητα το διεθνές Αεροδρόμιο Pundog το οποίο διαπιστώνεται ότι έχει τον ασθενέστερο αντίκτυπο στη ροή επιβατών. Όσον αφορά τις ιδιότητες του δομημένου περιβάλλοντος, οι συγγραφείς εξέτασαν 4 παράγοντες-δείκτες. Οι δείκτες αυτοί σχετίζονται με την έκταση σημαντικής γης γύρω από το σταθμό, το ποσοστό δόμησης και την αναλογία του με την ελεύθερη επιφάνεια γης, την αξία γης και το χρόνο που χρειάζονται οι κάτοικοι για να περπατήσουν έως το σταθμό. Από τους 4 δείκτες η αξία γης ήταν ο δείκτης με την μεγαλύτερη επηροή στην επιβατική κίνηση των σταθμών του Μετρό. Όπως εξηγείται αυτό οφείλεται λόγω της ζήτησης των ακινήτων που δημιουργείται στις περιοχές αυτές από την αξιοποίηση των ακινήτων. Μεταξύ των δεικτών του παράγοντα των περιφερειακών χαρακτηριστικών το ΑΕΠ της περιοχής και η ύπαρξη παραγωγής τριτογενούς βιομηχανίας έδειξε να επιδρά θετικά στην ροή επιβατών σε ένα σταθμό. Από τους παράγοντες που περιγράφουν τις συνθήκες και τα χαρακτηριστικά των σταθμών, οι σταθμοί που προσφέρουν μετεπιβίβαση και αποτελούν κόμβο με άλλη γραμμή του Μετρό φαίνεται πως έχουν πολύ σημαντική επίδραση στην ροή κόσμου στο σταθμό αυτό. Τέλος, η έρευνα έδειξε ότι οι σταθμοί που βρίσκονται εντός του δακτύλιου του κέντρου εμφανίζουν τις μεγαλύτερες ροές κόσμου συγκριτικά με το υπόλοιπο δίκτυο. Συνοψίζοντας από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι η πρόσβαση σε νοσοκομεία, εμπορικές πλατείες και χώρους στάθμευσης, η απόσταση από τα κέντρα εκπαίδευσης, η αξία γης, η απόσταση στο κέντρο ή ο κόμβος σύνδεσης με άλλη γραμμή του Μετρό είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του Μετρό της Σανγκάη.

Οι Ibraeva κ.α. (2022) αξιολόγησαν μεταξύ άλλων τις επιπτώσεις της εφαρμογής του Μετρό στην επιβατική κίνηση των λεωφορείων παίρνοντας ως αναφορά την πόλη Πόρτο. Για την μελέτη τους στηρίχθηκαν σε μοντέλο αυτοπαλινδρόμησης και σε δύο προηγούμενες έρευνες για την ανάλυση της κινητικότητας. Οι παραπάνω στοχεύσανε να συγκρίνουν την επίδραση του Μετρό σε δύο κύριους εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς, το αυτοκίνητο και το λεωφορείο. Το πόρισμα τους έδειξε ότι ο αντίκτυπος του μετρό αποδείχθηκε έντονα αρνητικός για τη χρήση αυτοκινήτου, υποδηλώνοντας σαφώς ότι πολλοί από εκείνους που τηρούν μια υπηρεσία μετρό είναι πρώην οδηγοί αυτοκινήτων ενώ αντίθετα, το μετρό δεν αποθάρρυνε τη χρήση λεωφορείων αλλά μάλιστα την προώθησε. Δεδομένου ότι το μετρό και τα λεωφορεία φαίνεται να αλληλοσυμπληρώνονται παρά ανταγωνίζονται για τους χρήστες, φαίνεται ότι οι επενδύσεις σε έναν συγκεκριμένο βιώσιμο τρόπο μεταφοράς (μετρό στην προκειμένη περίπτωση) μπορούν να προωθήσουν τη χρήση άλλων φιλικών προς το περιβάλλον εναλλακτικών λύσεων μαζικής μεταφοράς όπως π.χ. λεωφορεία. Τα παραπάνω ευρήματα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συνδιαστική κάλυψη των δύο μέσων μεταφοράς (Μετρό και λεωφορείων) συμβάλουν θετικά στη χρήση και των δύο μέσων.

Για το Μετρό της Αθήνας έχουν γίνει λιγότερες προσεγγίσεις σχετικά με τις επιβατικές προτιμήσεις των κατοίκων. Το αποτέλεσμα αυτό ίσως έγκειται στο γεγονός ότι οι υπόγειες γραμμές Μετρό κατασκευάστηκαν σχετικά και το δίκτυο συνεχίζεται να επεκτείνεται συνεχώς. Η έλλειψη ολοκληρωμένου συστήματος επικύρωσης εισιτηρίων και η μεγάλη λαθρεπιβίβαση επιβατών καθιστά δυσεύρετα τα δεδομένα της επιβατικής ροής των σταθμών. Οι Μιχάλης Λιναρδάκης και Πέτρος Δελαπόρτας το 2003 ερεύντησαν τη συμπεριφορά των επιβατών ως προς την προτίμηση τους μεταξύ των τριών κύριων μέσων μεταφοράς στην πόλη

της Αθήνας (μετρό, λεωφορείο και αυτοκίνητο). Η προτεινόμενη μεθοδολογία που ακολούθησαν είναι η Bayesian και το εργαλείο εφαρμογής που υιοθετήθηκε είναι η δειγματοληψία Markov chain Monte Carlo. Η ανάλυση έχει ως σκοπό την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των επιβατών όταν οι αλλαγές προκαλούνται από νέες υπηρεσίες, επενδύσεις σε υποδομές ή αλλαγές στη λειτουργική και τιμολογιακή πολιτική. Η ανάλυση επικεντρώνεται στην εκτίμηση της «αξίας του χρόνου» και στην αντιστάθμιση μεταξύ του κόστους μετακίνησης και των χαρακτηριστικών μετακίνησης, όπως ο χρόνος εντός του οχήματος, ο χρόνος περπατήματος, ο χρόνος αναμονής και ο χρόνος αναζήτησης θέσης στάθμευσης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι μετακινούμενοι για αναψυχή αποθαρρύνονται περισσότερο όταν πρέπει να χρησιμοποιήσουν περισσότερα από ένα μέσα μεταφοράς. Οι μετακινούμενοι για αναψυχή θα ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν περίπου περισσότερα χρήματα από τιμή του κομίστρου μετακίνησης για να βελτιώσουν την άνεση των μετακινήσεών τους. Αντίθετα, οι μετακινούμενοι για εκπαιδευτικούς σκοπούς θα ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν λιγότερο με αντάλλαγμα να λάβουν λιγότερες υπηρεσίες εξυπηρέτησης στις μεταφορές τους. Τέλος, σημειώστε ότι ο χρόνος εντός του οχήματος μετακίνησης είναι σχεδόν εξίσου σημαντικός για τους μετακινούμενους για εργασία και αναψυχή. Ωστόσο, ο λόγος του χρόνου εντός του οχήματος προς το κόστος έδειξε ότι οι μετακινούμενοι για αναψυχή είναι πρόθυμοι να πληρώσουν περισσότερα για να αποφύγουν μια ώρα χρόνου στο όχημα. Ωστόσο, αυτές οι δύο πυκνότητες αλληλεπικαλύπτονταν σε μεγάλο βαθμό, υποδεικνύοντας ότι η διαφορά αυτή δεν είναι σημαντική. Στην ίδια έρευνα σημειώνεται ότι η πιθανότητα το λεωφορείο είναι η πρώτη επιλογή είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα για το μετρό, ακόμη και αν η τιμή του εισιτηρίου για το μετρό παίρνει την υψηλότερη τιμή. Επιπλέον, το αυτοκίνητο μπορεί να ανταγωνιστεί το μετρό όταν το κόστος μετακίνησης του τελευταίου είναι ανταγωνιστικό συγκριτικά με το κόστος μετακίνησης με αυτοκίνητο.

Οι Κοψιδάς και Κεπάτσογλου (2023) πραγματοποίησαν έρευνα διερευνώντας τις ενδοημερήσιες συσχετίσεις μεταξύ των σταθμών που βρίσκονται στο κέντρο της πόλης και της επιβατικής κίνησης του μετρό της Αθήνας στην Ελλάδα. Στην έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε ανάλυση δεδομένων από μία αντιπροσωπευτική εργάσιμη ημέρα της εβδομάδας, χρησιμοποιώντας στοιχεία από το σύστημα «έξυπνης» κάρτας του Μετρό, όπου με τη χρήση του συντελεστή Pearson (Pearson correlation coefficient) έγινε συσχέτιση των δεδομένων σύμφωνα με τη γεωγραφική θέση του σταθμού και την ωριαία επιβατική του κίνηση. Στην ανάλυση αυτή παρατηρήθηκε ότι κατά τις πρωινές ώρες οι σταθμοί που παρουσιάζουν αυξημένη επιβατική κίνηση είναι οι σταθμοί που βρίσκονται στις προάστιες περιοχές της Αθήνας (περιοχές με κατοικίες) και παράλληλα οι σταθμοί στο κέντρο της πόλης εμφανίζουν εντονότερες αποβίβασεις τις πρωινές ώρες, γεγονός που συνδέεται με στοιχεία κινητικότητας που σχετίζονται με την εργασία.

3 ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Το Λεκανοπέδιο Αττικής εξυπηρετείται από ένα μεικτό σύστημα μέσω μαζικής μεταφοράς που περιλαμβάνει αστικά λεωφορεία, τρόλεϊ, τραμ, μετρό και προαστιακό σιδηρόδρομο. Ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών της Αθήνας (ΟΑΣΑ) είναι υπεύθυνος για την συνολική εποπτεία της λειτουργίας των παραπάνω μέσων (πλην του προαστιακού), ως τούτου συντονίζει και ελέγχει τους επιμέρους φορείς της Ο.ΣΥ. Α.Ε. (υπεύθυνη για την λειτουργία των λεωφορείων και τρόλεϊ) και την ΣΤΑ.ΣΥ Α.Ε. (υπεύθυνη για την λειτουργία του Τραμ και Μετρό). Τέλος, η λειτουργία των δρομολογίων του προαστιακού σιδηρόδρομου διαχειρίζεται από την εταιρία Hellenic Train που ανήκει στον Ιταλικό όμιλο Ferrovie dello Stato Italiane Group (FSI).

3.1 Μετρό Αττικής

Το δίκτυο του Μετρό στην Αττική αποτελείται από 1 επίγεια και 2 υπόγειες γραμμές οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους σε σταθμούς «κόμβους». Οι γραμμές του Μετρό διασυνδέεται με στον Προαστιακό σιδηρόδρομο και Τραμ και παράλληλα συνδέουν τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών «Ελ. Βενιζέλος» με το λιμάνι του Πειραιά, το σημαντικότερο και μεγαλύτερο λιμάνι της Αττικής. Οι 3 γραμμές του Μετρό φέρουν τον διακριτό τίτλο «Γραμμή 1», «Γραμμή 2» και «Γραμμή 3» ή «Πράσινη Γραμμή», «Κόκκινη Γραμμή» και «Μπλέ Γραμμή» αντίστοιχα και αποτελούνται από 71 σταθμούς. Σε εξέλιξη είναι η κατασκευή νέας γραμμής «Γραμμή 4» η οποία θα γίνει σε πέντε φάσεις με την πρώτη φάση να αναμένεται να έχει υλοποιηθεί έως το 2030.

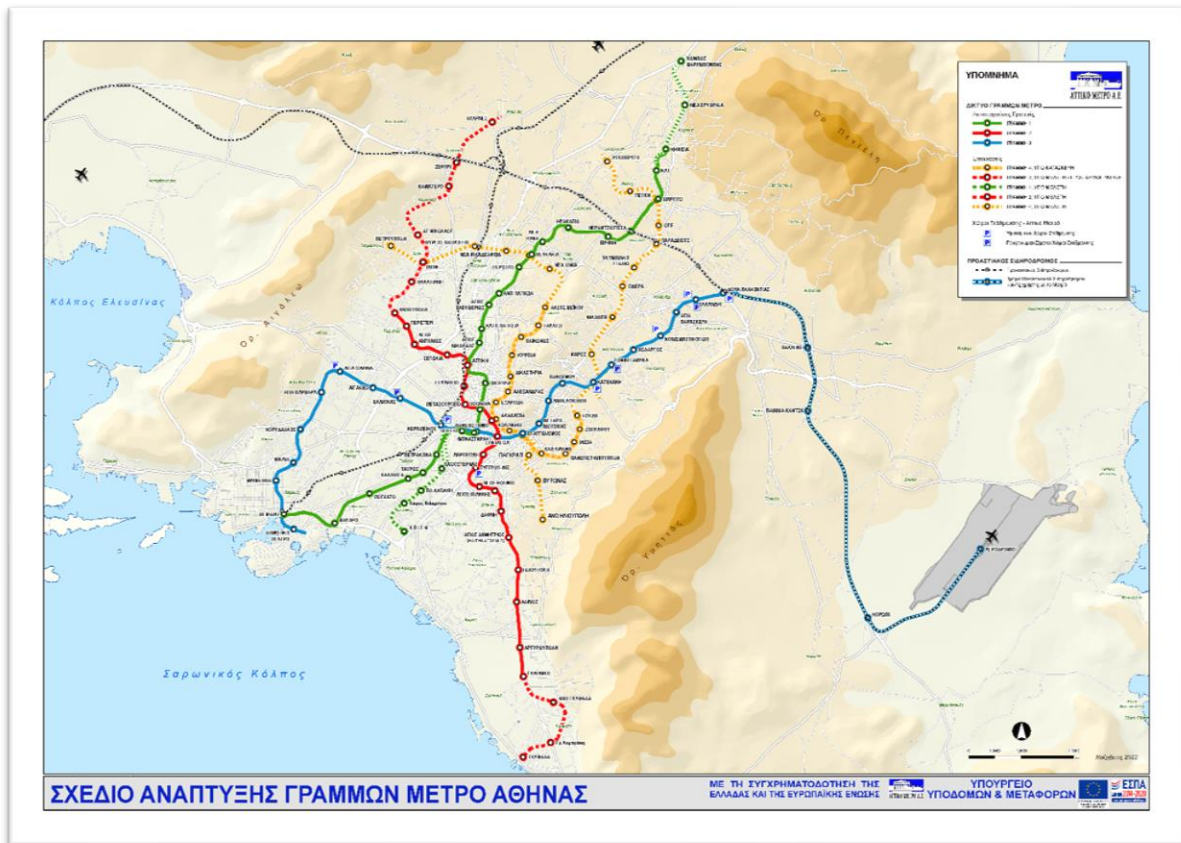
Το δίκτυο του μετρό στην Αθήνα λειτουργεί από τον Οργανισμό Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (ΟΑΣΑ) και υπό την εποπτεία του φορέα «ΣΤΑ.ΣΥ Α.Ε.». Το μετρό της Αθήνας είναι το μοναδικό υπό λειτουργία σύστημα μετρό στην Ελλάδα, ενώ αναμένεται τα προσεχή χρόνια να ξεκινήσει η λειτουργία του μετρό της Θεσσαλονίκης.

Η Γραμμή 1 αποτελείται από 24 σταθμούς και εκτείνεται από την Κηφισιά στα βόρεια έως τον Πειραιά στα νοτιοδυτικά, εξυπηρετώντας το κέντρο της πόλης και περνώντας από σημαντικά τουριστικά αξιοθέατα όπως η Ακρόπολη, η πλατεία Συντάγματος και το Μοναστηράκι. Η γραμμή είναι στο μεγαλύτερο μέρος της επίγεια, με μόλις 3,2 χιλιόμετρο του μήκους της να είναι υπόγεια.

Η Γραμμή 2 αποτελείται από 20 σταθμούς και εκτείνεται από την Ανθούπολη στα βορειοδυτικά έως το Ελληνικό στα νοτιοανατολικά, περνώντας επίσης από το κέντρο της πόλης και συνδέεται με τη γραμμή 1 στην πλατεία Ομονοίας και στην Αττική. Επέκταση της γραμμής 2 αναμένεται προσεχώς, με την κατασκευή 3 επιπλέον σταθμών και την επέκταση της έως το Ίλιον. Ο διαγωνισμός για την κατασκευή των 3 νέων σταθμών έχει ήδη προκηρυχθεί.

Η Γραμμή 3 αποτελείται από 27 σταθμούς και εκτείνεται από τον Δημοτικό Θέατρο στον Πειραιά στα νοτιο-δυτικά έως το Διεθνές Αεροδρόμιο Αθηνών στα ανατολικά, περνώντας από το κέντρο της πόλης και συνδέοντας τη Γραμμή 2 στην πλατεία Συντάγματος και τη Γραμμή 1 στην πλατεία Μοναστηράκι.

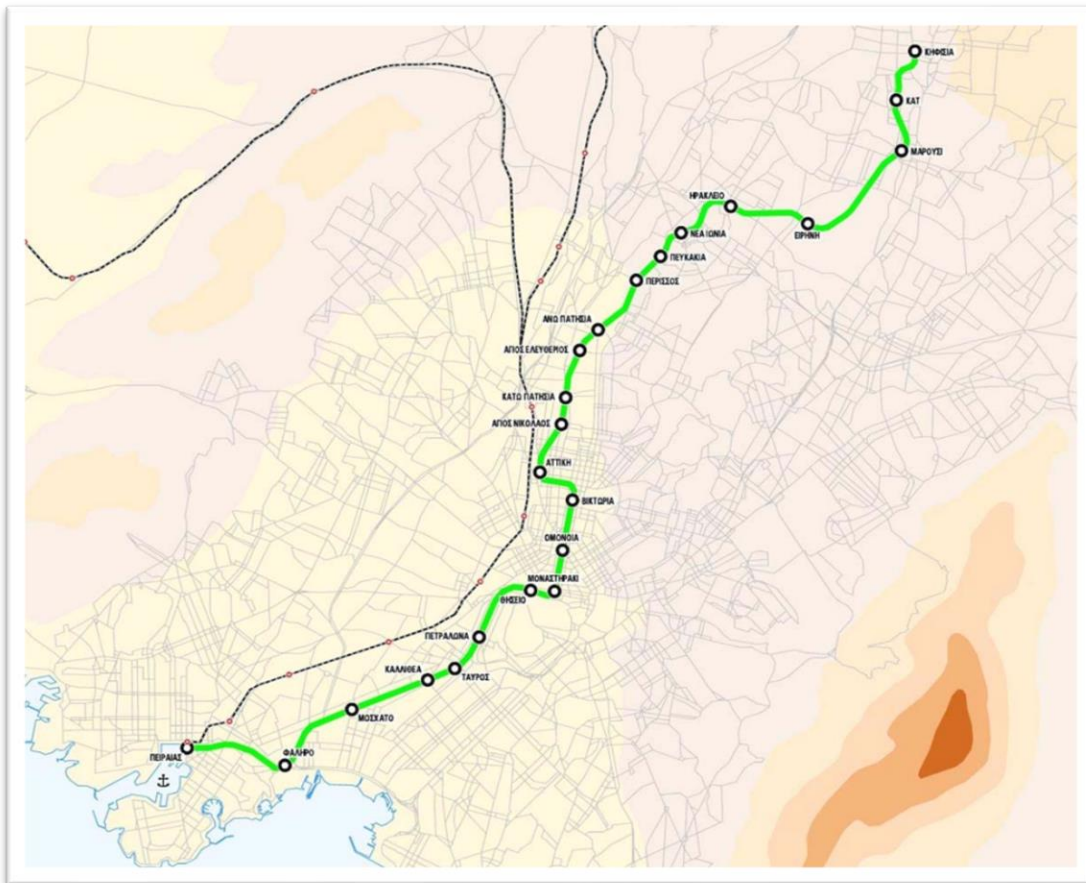
Το σύστημα μετρό της Αθήνας είναι ένας βολικός και αποτελεσματικός τρόπος μετακίνησης των πολιτών στην πόλη, με τρένα που εκτελούν δρομολόγια από τις 5:30 π.μ. έως τα μεσάνυχτα καθημερινά και τα σαββατοκύριακα έως τις 1.30 π.μ. . Το σύστημα συνδέεται επίσης με άλλους τρόπους μαζικής μεταφοράς, όπως λεωφορεία, τραμ και προαστιακές σιδηροδρομικές γραμμές.



Εικόνα 3. Χάρτης Μετρό Αττικής (πηγή: <https://www.ametro.gr>)

3.1.1 Γραμμή 1

Η Γραμμή 1 του Μετρό ή αλλιώς «Πράσινη Γραμμή» ή «Γραμμή ΗΣΑΠ» αποτελείται από 24 σταθμούς με αφετηρία τον Πειραιά και προορισμό την Κηφισιά και αντίστροφα. Η Γραμμή 1 του μετρό έχει ανταπόκριση στους σταθμούς «Πειραιάς» και «Μοναστηράκι» με την Γραμμή 3, στους σταθμούς «Ομόνοια» και «Αττική» με την Γραμμή 2, στους σταθμούς «Πειραιάς» και «Νερατζιώτισσα» με την Γραμμή του Προαστιακού σιδηρόδρομου και στο σταθμό «Φάληρο» με τη γραμμή T7 του Τραμ.



Εικόνα 4. Χάρτης Γραμμής 1 μετρό (πηγή <https://www.ametro.gr/>)

3.1.1.1 *Ιστορικά στοιχεία*

Η ιστορία της Γραμμής 1 (Πράσινη Γραμμή) του Μετρό της Αθήνας χρονολογείται από τα τέλη του 19ου αιώνα. Συγκεκριμένα, το 1855 ο τότε πρωθυπουργός Αλέξανδρος Μαυροκορδάτος, κατέθεσε Νομοσχέδιο που όριζε την σύσταση εταιρίας που θα κατασκευάσει και θα εκμεταλλευτεί για 75 χρόνια σιδηρόδρομο ο οποίος θα εκτείνεται από τον Πειραιά έως την Κηφισιά. Το έργο παραχωρήθηκε στον Άγγλο επιχειρηματία Εδουάρδο Πίκερινγκ όταν κατασκευάστηκε αρχικά ως συμβατική σιδηροδρομική γραμμή που συνδέει το λιμάνι του Πειραιά με το κέντρο της Αθήνας. Η κατασκευή του σιδηρόδρομου ξεκίνησε το 1867 και ένα χρόνο αργότερα ιδρύθηκε η εταιρία «Σιδηρόδρομοι Αθηνών-Πειραιώς» η αλλιώς «ΣΑΠ ΑΕ» η οποία ολοκλήρωσε την κατασκευή του πρώτου τμήματος. Το πρώτο τμήμα εγκαινιάστηκε στις 27 Φεβρουαρίου 1869 με μονή γραμμή και δρομολόγιο από τον Πειραιά έως το Θησείο. Η διαδρομή είχε μήκος 8,5 χιλιόμετρα που καλυπτόταν με ατμομηχανή σε 19 περίπου λεπτά.



Εικόνα 3. Μηχανή ατμήλατου σιδηροδρόμου στον Πειραιά. (Πηγή: <https://www.sansimera.gr/>)

Λόγω αυξημένης επιβατικότητας και χρησιμότητας του δρομολογίου της γραμμής, τα επόμενα χρόνια κατασκευάστηκαν οι σταθμοί «Φάληρο» και «Μοσχάτο», οι οποίοι εγκαινιάστηκαν το 1882. Το 1889 ξεκίνησε η προέκταση της γραμμής από το Θησείο έως την Ομόνοια. Ο σταθμός της Ομόνοιας υπήρξε ο πρώτος σταθμός ο οποίος ήταν εν μέρη υπόγειος και η κατασκευή του ολοκληρώθηκε το 1895 μαζί με τον ενδιάμεσο σταθμό «Μοναστηράκι».

Παράλληλα ένα νέο έργο βρισκόταν προς υλοποίηση για την κατασκευή γραμμής που θα ένωνε την Αθήνα με την Κηφισιά. Στην αρχική φάση του έργου το 1885 παραδόθηκαν προς χρήση οι σταθμοί Πλατεία Αττικής, Ηράκλειο, Κηφισιά και αργότερα το Στροφύλι. Λίγο αργότερα το 1889 η γραμμή επεκτάθηκε έως την πλατεία Λαυρίου.

Το 1904 η γραμμή «Πειραιάς – Ομόνοια» ηλεκτροδοτήθηκε λαμβάνοντας υπό ψιν τα διεθνή πρότυπα και εκ τότε έγινε γνωστή και ως «Ηλεκτρικός σιδηρόδρομος». Παράλληλα με την ηλεκτροδότηση της η γραμμή σχηματίστηκε σε γραμμή διπλής κυκλοφορίας.

Λίγα χρόνια αργότερα, το 1926 οι εταιρίες «Ηλεκτρική Εταιρία Μεταφορών» και «Ελληνικοί Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι» που συγκροτήθηκαν ανέλαβαν να επεκτείνουν την υπόγεια γραμμή από την Ομόνοια έως την πλατεία Αττικής με σκοπό να ενωθεί η γραμμή έως την Κηφισιά. Ταυτόχρονα ξεκίνησε να κατασκευάζεται ο σταθμός του Πειραιά. Ο σταθμός του Πειραιά εγκαινιάστηκε το 1928 μαζί με το σταθμό της Καλλιθέας. Αργότερα συνεχίστηκε σταδιακά η κατασκευή νέων σταθμών και το 1948 εγκαινιάστηκαν οι σταθμοί

Βικτώρια και ο σταθμός Αττικής. Έπειτα το 1956 παραδόθηκαν οι σταθμοί Άγιος Νικόλαος, Κάτω Πατήσια, Άνω Πατήσια, Περισσός και Νέα Ιωνία. Ένα χρόνο αργότερα το 1957 παραδόθηκε ο σταθμός Ηράκλειο και την ίδια χρονιά η γραμμή ενώθηκε με την Κηφισιά.

Στις δεκαετίες που ακολούθησαν, η γραμμή υπέστη αρκετές βελτιώσεις και επεκτάσεις με την προσθήκη νέων σταθμών. Το 1957 κατασκευάστηκε ο σταθμός της Κηφισιάς και το 1961 εγκαινιάστηκε ο σταθμός Άγιος Ελευθέριος.



Εικόνα 4. Ο σταθμός της Κηφισιάς. Φωτογραφία Παύλου Μελά (Πηγή: <https://www.mixanitouxronou.gr/>)

Το 1976 η Γραμμή 1 εξαγοράστηκε από το Ελληνικό Δημόσιο και ο οργανισμός που ανέλαβε την λειτουργία της ονομάστηκε Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι Αθηνών-Πειραιώς (ΗΣΑΠ). Η επέκταση των σταθμών συνεχίστηκε και κατασκευάστηκαν 3 νέοι σταθμοί. Το 1982 κατασκευάστηκε και λειτούργησε ο σταθμός της Ειρήνης, το 1989 ο σταθμός του Ταύρου και του ΚΑΤ. Από τότε, η γραμμή 1 έχει υποστεί αρκετές αναβαθμίσεις και βελτιώσεις, συμπεριλαμβανομένης της προσθήκης νέων σταθμών και της αντικατάστασης παλαιότερων τρένων με νεότερα, πιο αποδοτικά μοντέλα. Σήμερα, συνεχίζει να λειτουργεί ως ζωτικής σημασίας συγκοινωνιακός σύνδεσμος μεταξύ του Πειραιά, του κέντρου της Αθήνας και των βορείων προαστίων, συνδέοντας εκατομμύρια επιβάτες κάθε χρόνο με τα πολλά αξιοθέατα και ορόσημα της πόλης.

3.1.1.2 Σταθμοί

Η γραμμή 1 αποτελείται από 24 σταθμούς, υπόγειους και επίγειους οι οποίοι αναλύονται ως εξής:

Πίνακας 3. Σταθμοί Μετρό – Γραμμή 1

ΓΡΑΜΜΗ 1			
Σταθμός	Εγκαίνια	Ανταπόκριση	Υπόγειος (Υ) / Επίγειος (Ε)
Πειραιάς	27 Φεβρουαρίου 1869	Γ3 / Προαστιακός Σιδηρόδρομος	Ε
Φάληρο	9 Αυγούστου 1882	Τ7 Τραμ	Ε
Μοσχάτο	9 Αυγούστου 1882	-	Ε
Καλλιθέα	1 Ιουλίου 1928	-	Ε
Ταύρος/Ελ.Βενιζέλος	6 Φεβρουαρίου 1989	-	Ε
Πετράλωνα	22 Νοεμβρίου 1954	-	Ε
Θησείο	27 Φεβρουαρίου 1869	-	Ε
Μοναστηράκι	17 Μαΐου 1895	Γ3 Μετρό	Ε
Ομόνοια	21 Ιουλίου 1930	Γ2 Μετρό	Υ
Βικτώρια	1 Μαρτίου 1948	-	Υ
Αττική	30 Ιουνίου 1949	Γ2 Μετρό	Ε
Άγιος Νικόλαος	12 Φεβρουαρίου 1956	-	Ε
Κάτω Πατήσια	12 Φεβρουαρίου 1956	-	Ε
Άγιος Ελευθέριος	4 Αυγούστου 1961	-	Ε
Άνω Πατήσια	12 Φεβρουαρίου 1956	-	Ε
Περισσός	14 Μαρτίου 1956	-	Ε
Πευκάκια	5 Ιουλίου 1956	-	Ε
Νέα Ιωνία	14 Μαρτίου 1956	-	Ε
Ηράκλειο	4 Μαρτίου 1957	-	Ε
Ειρήνη	3 Σεπτεμβρίου 1982	-	Ε
Νερατζιώτισσα	6 Αυγούστου 2004	Προαστιακός Σιδηρόδρομος	Ε
Μαρούσι	1 Σεπτεμβρίου 1957	-	Ε
Κ.Α.Τ.	27 Μαρτίου 1989	-	Ε
Κηφισιά	10 Αυγούστου 1957	-	Ε

3.1.1.3 Δρομολόγια

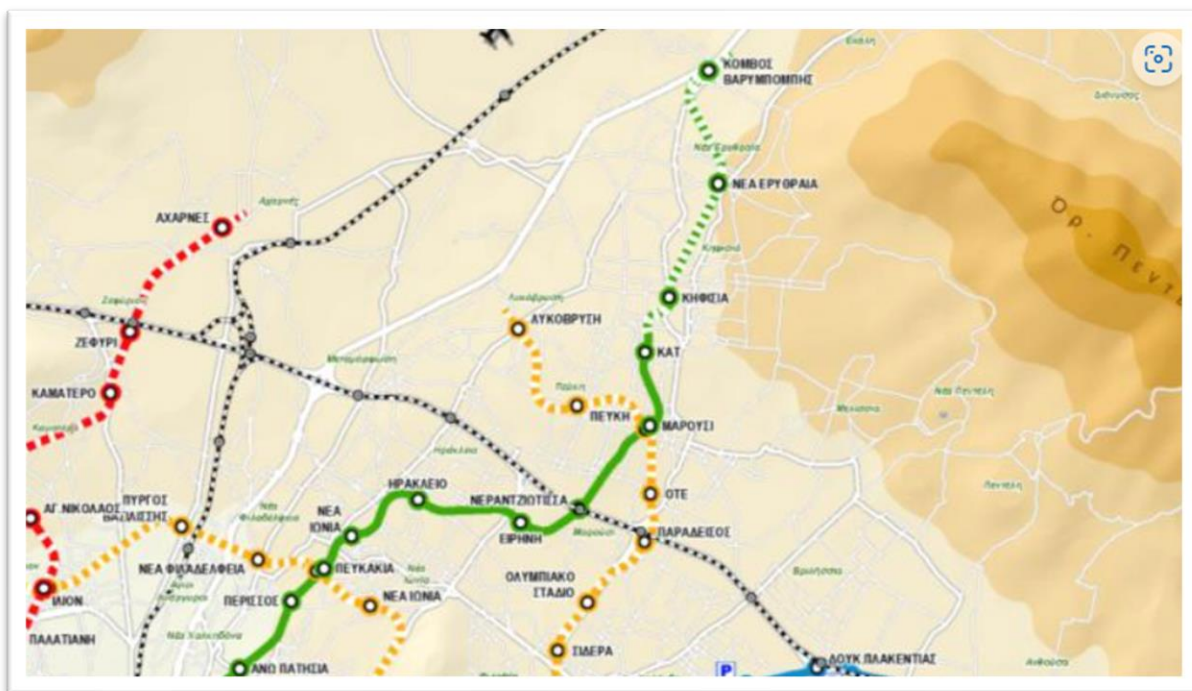
Η λειτουργία της Γραμμής 1 του Μετρό ξεκινάει καθημερινά στις 5.00 πμ και λήγει στις 1.00 πμ της επόμενης ημέρας, με τις αμαξοστοιχίες να ξεκινάνε και να τελειώνουν τα δρομολόγια τους από τον Πειραιά και την Κηφισιά. Οι σταθμοί μεταξύ 1.00 πμ και 5.00 πμ παραμένουν κλειστοί και εκτελούνται εργασίες συντήρησης και καθαριότητας από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Τα δρομολόγια έναρξης και λήξης πραγματοποιούνται σύμφωνα με τον Πίνακα 7 και 8 στο Παράρτημα Α.

Η συχνότητα των δρομολογίων των συρμών διαμορφώνεται ανάλογα με την ώρα και την ημέρα. Την μεγαλύτερη συχνότητα διέλευσης (συρμός ανά 6 λεπτά) την συναντάμε τις ώρες 7.00 – 10.00 και 15.00-18.00 για τις ημέρες Δευτέρα με Παρασκευή και την μικρότερη (συρμός ανά 15 λεπτά) μεταξύ των πρωινών ωρών 05.00-05.30. Αναλυτικότερα συχνότητα των δρομολογίων αποτυπώνεται στον πίνακα 9 στο Παράρτημα Α.

Ο χρόνος που διανύει ένας συρμός για να καλύψει την απόσταση μεταξύ δύο σταθμών, με ταχύτητα κίνησης των συρμών έως 80 χλμ/ώρα, κυμαίνεται από 1 έως 3 λεπτά και αποτυπώνεται στον πίνακα 10 στο Παράρτημα Α. Ο συνολικός χρόνος για έναν συρμό να μεταβεί από τον Περαιά έως την Κηφισιά και αντίστροφα είναι 51 λεπτά συμπεριλαμβανομένου των στάσεων που πραγματοποιεί στους σταθμούς.

3.1.1.4 Προγραμματισμένες Μελλοντικές Επεκτάσεις

Η εταιρία Ελληνικό Μετρό Α.Ε. μελετά την επέκταση της γραμμής 1 στο βόρειο τμήμα της όπως και στο νότιο. Στο βόρεια τα σχέδια της εταιρίας είναι να επεκταθεί η υπάρχον γραμμή, προχωρώντας σε υπογειοποίηση του τερματικού σταθμού της Κηφισιάς και επέκταση του έως την Βαρυμπόμπη, κάνοντας μια ενδιάμεση στάση στη Νέα Ερυθραία. Η Ελληνικό Μετρό έχει προχωρήσει στην Προκαταρκτική μελέτη της επέκτασης, και αναμένεται να υλοποιηθεί ο τελικός σχεδιασμός.



Εικόνα 5. Χάρτης μελλοντικής επέκτασης Γραμμής 1 Μετρό (πηγή: <https://www.carandmotor.gr/>)

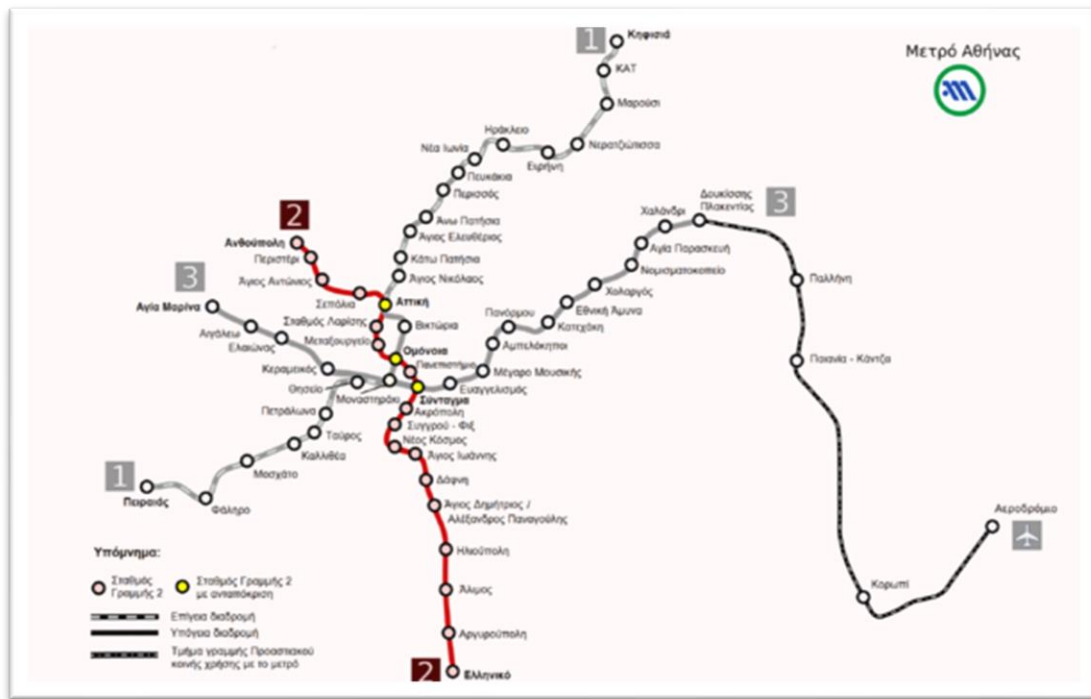
Στην Νοτια πλευρά της γραμμής, αναμένεται να υλοποιηθεί το έργο γρηγορότερα σε σχέση με την βόρεια πλευρά, καθώς βρίσκονται σε εξέλιξη η γεωτεχνικές μελέτες για την δημιουργία του σταθμού Θησείο σε κόμβο, και την επέκταση του έως το ΚΠΠΣΝ (Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος). Όπως φαίνεται από τις προκαταρκτικές μελέτες, το νέο τμήμα της γραμμής θα εκκινεί από το σταθμό Θησείο με ενδιάμεσες στάσεις στα Άνω Πετράλωνα, Πλατεία Δαβάκη, Λόφος Φιλαρέτου θα καταλήγει στο ΚΠΠΣΝ.



Εικόνα 6. Χάρτης επέκτασης Μετρό 1. (Πηγή: <https://www.alimosonline.gr/>)

3.1.2 Γραμμή 2

Η Γραμμή 2 του Μετρό ή αλλιώς «Κόκκινη Γραμμή» αποτελείται από 20 σταθμούς με αφετηρία το Ελληνικό και προορισμό την Ανθούπολη και αντίστροφα. Η Γραμμή 2 του μετρό έχει ανταπόκριση στους σταθμούς «Αττική» και «Ομόνοια» με την Γραμμή 1, στους σταθμούς «Σύνταγμα» με την Γραμμή 3, στον σταθμό «Σταθμός Λαρίσης» με την Γραμμή του Προαστιακού σιδηρόδρομου και στο σταθμό «Σύνταγμα» και «Νέο Κόσμο» με τη γραμμή Τ6 του Τραμ.



Εικόνα 7. Χάρτης Γραμμής 2 μετρό (πηγή <https://el.wikipedia.org/>)

3.1.2.1 Ιστορικά στοιχεία

Η γραμμή 2 του μετρό εγκαινιάστηκε στις 28 Ιανουαρίου 2000 μαζί με τη γραμμή 3. Το πρώτο τμήμα της γραμμής που κατασκευάστηκε περιλάμβανε 7 σταθμούς από τα Σεπόλια έως και το Σύνταγμα. Το ίδιο έτος (2000) ολοκληρώθηκε και παραδόθηκε το δεύτερο τμήμα της γραμμής (Σύνταγμα-Δάφνη). Το 2004 δόθηκαν σε κυκλοφορία 2 επιπλέον σταθμοί, ο Άγιος Δημήτριος και ο Άγιος Αντώνιος. Τέλος, έως το 2013 συνεχίστηκαν οι επεκτάσεις όπου παραδόθηκαν και οι τελευταίοι σταθμοί (Ανθούπολη και Ελληνικό) όπου αποτελούν έως και σήμερα την αφετηρία και την κατάληξη των δρομολογίων της γραμμής.

Η ιδέα για την υλοποίηση του έργου έχει ξεκινήσει από την δεκαετία του 1960 όπου η τότε κυβέρνηση, είχε περιλάβει την γραμμή στον συγκοινωνιακό σχεδιασμό της πόλης. Αμέσως μετά την δικτατορία στην Ελλάδα η τότε κυβέρνηση προκύρηξε διαγωνισμό ,για τον σχεδιασμό της γραμμής. Η ανάδοχος εταιρία που πραγματοποίησε την προκαταρκτική μελέτη προχώρησε σε έναν πρώτο σχεδιασμό του έργου, όπου προβλέπονταν δύο νέες γραμμές. Η πρώτη γραμμή θα ένωνε τον Γέρακα με το Αιγάλεω, και η δεύτερη τα Σεπόλια με τη Δάφνη. Βάση αυτής της προκαταρκτικής μελέτης σχεδιάστηκαν η γραμμή 2 και 3 του σύγχρονου μετρό.

Το 1991 έγινε ο πρώτος διαγωνισμός για την υλοποίηση της κατασκευής του έργου το οποίο θα περιλάμβανε 21 σταθμούς (12 σταθμούς για την γραμμή 2 και 9 σταθμούς για την γραμμή 3) με συνολικό μήκος άνω των 20 χιλιομέτρων . Την ίδια χρονιά ιδρύθηκε η δημοσίου συμφέροντος εταιρία, Αττικό Μετρό Α.Ε., η οποία θα διεύθυνε την εξέλιξη του έργου. Το έργο δημοπρατήθηκε και ανάδοχος διακηρύχθηκε κοινοπραξία εταιριών ονομαζόμενη «Ολυμπιακό Μετρό». Το 1992 ξεκίνησε η κατασκευή του έργου. Οι σταθμοί της γραμμής 2

παραδόθηκαν τμηματικά ως εξής: Για την πρώτη φάση κατασκευής, το τμήμα από Σεπόλια έως Σύνταγμα εγκαινιάστηκε στις 28 Ιανουαρίου του 2000, το τμήμα Σύνταγμα έως Δάφνη στις 15 Νοεμβρίου του 2000.

Στη συνέχεια προέκυψαν επεκτάσεις της γραμμής όπου ο σταθμός του Αγίου Δημητρίου εγκαινιάστηκε τον Ιούνιο του 2004, ο σταθμός στο Περιστερί ξεκίνησε να λειτουργεί τον Αύγουστο του 2004 και τέλος οι σταθμοί Περιστερί και Ανθούπολη παραδόθηκαν στις 5 Απριλίου του 2013. Το τελευταίο τμήμα της γραμμής 2 του μετρό που έως σήμερα έχει κατασκευαστεί αφορά την επέκταση από τον Άγιο Δημήτριο έως το Ελληνικό. Το έργο αρχικά προέβλεπε τους σταθμούς Ηλιούπολη και Άλιμο υπέργειους, τον σταθμό Αργυρούπολη επίγειο και μόνο τον σταθμό Ελληνικό υπόγειο, αλλά ο σχεδιασμός άλλαξε και η μελέτη τελικά μετασχημάτισε τους σταθμούς σε υπόγειους. Η κατασκευή των 4 σταθμών ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2007 και ολοκληρώθηκε το 2010 με μοναδική εκκρεμότητα της ολοκλήρωσης της κατασκευής της σηματοδότησης. Η τελική παράδοση των σταθμών πραγματοποιήθηκε στις 26 Ιουλίου του 2013. (Wikipedia)

3.1.2.2 Σταθμοί

Η γραμμή 2 αποτελείται από 20 υπόγειους σταθμούς οι οποίοι αναλύονται ως εξής:

Πίνακας 4. Σταθμοί Μετρό – Γραμμή 2

ΓΡΑΜΜΗ 2			
Σταθμός	Εγκαίνια	Αναπόκριση	Υπόγειος (Υ) / Επίγειος (Ε)
Ανθούπολη	5 Απριλίου 2013	-	Υ
Περιστερί		-	Υ
Άγιος Αντώνιος	9 Αυγούστου 2004	-	Υ
Σεπόλια		-	Υ
Αττική	28 Ιανουαρίου 2000	Γ1 Μετρό	Υ
Σταθμός Λαρίσης		Προαστιακό Σιδηρόδρομο	Υ
Μεταξουργείο		-	Υ
Ομόνοια		Γ1 Μετρό	Υ
Πανεπιστήμιο		-	Υ
Σύνταγμα		Γ3 Μετρό -Τ6 Τραμ	Υ
Ακρόπολη		-	Υ
Συγγρού-Φιξ		-	Υ
Νέος Κόσμος	15 Νοεμβρίου 2000	Τ6 Τραμ	Υ
Άγιος Ιωάννης		-	Υ
Δάφνη		-	Υ
Άγιος Δημήτριος	5 Ιουνίου 2004	-	Υ
Ηλιούπολη		-	Υ
Άλιμος	26 Ιουλίου 2013	-	Υ
Αργυρούπολη		-	Υ

ΓΡΑΜΜΗ 2			
Σταθμός	Εγκαίνια	Ανταπόκριση	Υπόγειος (Υ) / Επίγειος (Ε)
Ελληνικό		-	Υ

3.1.2.3 Δρομολόγια

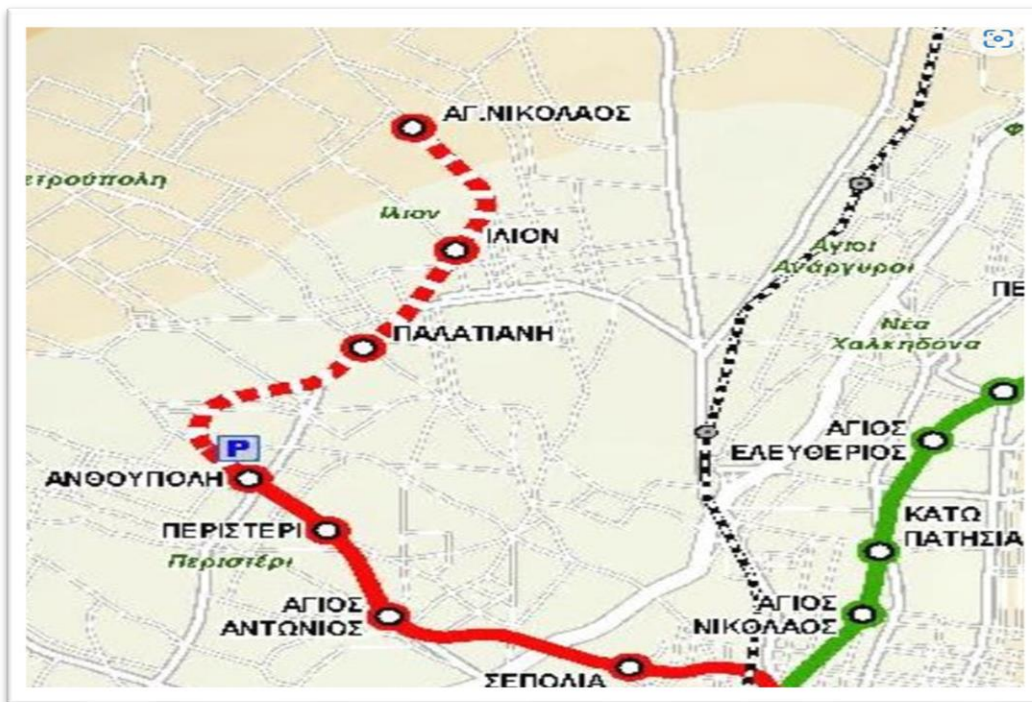
Η λειτουργία της Γραμμής 2 του Μετρό ξεκινάει καθημερινά στις 5.30 πμ και λήγει τις για τις μέρες (Κυριακή έως Πέμπτη) στις 1.00 πμ της επόμενης ημέρας και για τις μέρες Παρασκευή και Σάββατο στις 2.00 πμ, με τις αμαξοστοιχίες να ξεκινάνε και να τελειώνουν τα δρομολόγια τους από το Ελληνικό και την Ανθούπολη. Οι σταθμοί μεταξύ 1.00 πμ και 5.00 πμ ή 2.00 πμ έως 5.00 πμ για τις ημέρες Παρασκευή και Σάββατο, παραμένουν κλειστοί και εκτελούνται εργασίες συντήρησης και καθαριότητας από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Τα δρομολόγια έναρξης και λήξης πραγματοποιούνται σύμφωνα με τον πίνακα 11 και 12 στο παράρτημα Β.

Η συχνότητα των δρομολογίων των συρμών διαμορφώνεται ανάλογα με την ώρα και την ημέρα. Την μεγαλύτερη συχνότητα διέλευσης (συρμός ανά 4 λεπτά και 30 δευτερόλεπτα) την συναντάμε τις ώρες 6.30 – 10.00 για τις ημέρες Δευτέρα με Παρασκευή και την μικρότερη (συρμός ανά 15 λεπτά) μεταξύ των βραδινών ωρών 00.20-01.30 για τις ημέρες Παρασκευή και Σάββατο. Αναλυτικότερα συχνότητα των δρομολογίων αποτυπώνεται στον πίνακα 13 στο Παράρτημα Β.

Ο χρόνος που διανύει ένας συρμός για να καλύψει την απόσταση μεταξύ δύο σταθμών, με ταχύτητα κίνησης των συρμών έως 80 χλμ/ώρα, κυμαίνεται από 1 έως 2 λεπτά. Η συνολική διάρκεια του συρμού για να μεταβεί από την Ανθούπολη στο Ελληνικό και αντίστροφα είναι 29 λεπτά. Στον πίνακα 14 στο Παράρτημα Β αποτυπώνονται λεπτομέρειες σχετικά με τον χρόνο που διανύει ο συρμός μεταξύ των εκατέρωθεν σταθμών.

3.1.2.4 Προγραμματισμένες Μελλοντικές Επεκτάσεις

Ένα σημαντικό έργο για την επέκταση της Γραμμής 2 του Μετρό στη Δυτική Αττική βρίσκεται ήδη υπό δημοπράτηση και αναμένεται να ξεκινήσει η κατασκευή του μόλις επιλεγθεί ο ανάδοχος της κατασκευής. Η επέκταση της γραμμής θα ξεκινάει από τον υπάρχων σταθμό της Ανθούπολης, θα έχει μήκος 4 χιλιόμετρα και θα περιέχει 3 νέους υπόγειους σταθμούς «Παλατιανή», «Ιλιον», «Άγιος Νικόλαος». Οι 3 νέοι σταθμοί αναμένεται να ανακουφίσουν την κυκλοφοριακή κίνηση στα Δυτικά Προάστια καθώς εκτιμάται ότι θα εξυπηρετεί καθημερινά 51.000 επιβάτες. Με την ολοκλήρωση της κατασκευής των 3 νέων σταθμών ο επιβάτης θα μπορεί να φτάνει στο σταθμό Ομόνοια σε 16 λεπτά, και σε 35 λεπτά στο σταθμό Ελληνικό.



Εικόνα 8. Χάρτης επέκτασης Γραμμής 2 Μετρό. (Πηγή: <https://ypodomes.com>)

3.1.3 Γραμμή 3

Η Γραμμή 3 του Μετρό ή αλλιώς «Μπλέ Γραμμή» αποτελείται από 27 σταθμούς με αφετηρία τον Δημοτικό Θέατρο στον Πειραιά και προορισμό το Αεροδρόμιο και αντίστροφα. Η Γραμμή 3 του μετρό έχει ανταπόκριση στο σταθμό «Σύνταγμα» την Γραμμή 2, στους σταθμούς «Μοναστηράκι» και «Πειραιάς» με την Γραμμή 1, στους σταθμούς «Δουκίσσης Πλακεντίας» και «Πειραιάς» με την Γραμμή του Προαστιακού σιδηρόδρομου, στο σταθμό «Σύνταγμα» με τη γραμμή Τ6 του Τραμ και στο σταθμό «Δημοτικό Θέατρο» με τη γραμμή Τ7 του Τραμ.



Εικόνα 9. Χάρτης Γραμμής 3 μετρό (πηγή <https://el.wikipedia.org/>)

3.1.3.1 Ιστορικά στοιχεία

Η γραμμή 3 του Μετρό της Αθήνας εγκαινιάστηκε στις 28 Ιανουαρίου του 2000 (μαζί με την γραμμή 2 όπου παραδόθηκαν αρχικά 7 σταθμοί από Σύνταγμα έως την Εθνική Άμυνα. Η σύλληψη της ιδέας για την υλοποίηση του έργου έχει ξεκινήσει από την δεκαετία του 1960 όπου η τότε κυβέρνηση, είχε περιλάβει την γραμμή στον συγκοινωνιακό σχεδιασμό της πόλης. Αμέσως μετά την δικτατορία στην Ελλάδα η τότε κυβέρνηση προκήρυξε διαγωνισμό για τον σχεδιασμό της γραμμής. Η ανάδοχος εταιρία που πραγματοποίησε την προκαταρκτική μελέτη προχώρησε σε έναν πρώτο σχεδιασμό του έργου, όπου προβλέπονταν δύο νέες γραμμές. Η πρώτη γραμμή θα ένωνε τον Γέρακα με το Αιγάλεω, και η δεύτερη τα Σεπόλια με τη Δάφνη. Βάση αυτής της προκαταρκτικής μελέτης σχεδιάστηκαν η γραμμή 2 και 3 του σύγχρονου μετρό.

Το 1991 προκυρήχθηκε ο διαγωνισμός για την ανάδειξη της ανάδοχου εταιρίας η οποία θα αναλάμβανε την κατασκευή των γραμμών 2 και 3 μη μήκος άνω των 20 χιλιομέτρων και 21 σταθμών. Την ίδια χρονιά ιδρύθηκε η δημοσίου συμφέροντος εταιρία, Αττικό Μέτρο, η οποία θα διεύθυνε την κατασκευή και τη λειτουργία του Μετρό. Ως ανάδοχος εταιρία για την κατασκευή των γραμμών ορίστηκε η Κοινοπραξία «Ολυμπιακό Μετρό».

Οι εργασίες για την κατασκευή της γραμμής 3 ξεκίνησαν τον Νοέμβριο του 1992. Η γραμμή 3 περιλάμβανε 9 σταθμούς οι οποίοι θα παραδίδονταν συγκεντρωτικά. Τελικά οι σταθμοί παραδόθηκαν τμηματικά με τους πρώτους 7 σταθμούς (Σύνταγμα-Εθνική Άμυνα) να παραδίδονται τον Ιανουάριο του 2000. 3 χρόνια αργότερα, το 2003 παραδόθηκε σε λειτουργία ο σταθμός Μοναστηράκι ο οποίος αποτελεί κόμβο καθώς στο σημείο αυτό ενώνεται με την Γραμμή 1. Ο 9^{ος} σταθμός της σύμβασης, ο σταθμός του Κεραμεικού, το 1997 αναβλήθηκε η κατασκευή του λόγω επιβεβλημένης αλλαγής στη χάραξη του.

Εν όψη των Ολυμπιακών Αγώνων που έλαβαν χώρα στην Αθήνα το 2004, προέκυψε η ανάγκη επέκτασης της γραμμής του Μετρό έως το Αεροδρόμιο καθώς η γραμμή του Προαστιακού από μόνη της δεν ήταν αρκετή να καλύψει τις απαιτήσεις μετακίνησης. Στις 24 Ιουλίου του 2004 παραδόθηκε το πρώτο τμήμα της επέκτασης, από Εθνική Άμυνα έως το Χαλάνδρι. 4 μέρες αργότερα στις 28 Ιουλίου 2004 λειτούργησε και ο σταθμός της Δουκίσσης Πλακεντίας και 2 μέρες αργότερα, στις 30 Ιουλίου του 2004 λειτούργησε και ο σταθμός του Αεροδρομίου.

Στο τμήμα από Δουκίσσης Πλακεντίας έως Αεροδρόμιο, η γραμμή 3 του Μετρό χρησιμοποιεί την διπλή γραμμή του Προαστιακού για την μετακίνηση των συρμών. Το σύστημα ηλεκτροκίνησης της γραμμής του Προαστιακού έχει διαφορές με το σύστημα ηλεκτροκίνησης του Μετρό καθώς αυτό του Προαστιακού λειτουργεί με τάση 15.000 volt εναλλασσόμενου ρεύματος με εναέριο ρευματοφόρο αγωγό, ενώ το σύστημα ηλεκτροκίνησης του Μετρό λειτουργεί με τάση 750 volt συνεχούς ρεύματος με επίγειο αγωγό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μόνο οι συρμοί του Μετρό που είναι εξοπλισμένοι με το με αντίστοιχο σύστημα ηλεκτροκίνησης επί συρμού (παντογράφους) να μπορεί να χρησιμοποιεί την γραμμή, επομένως να μην είναι όλοι οι συρμοί του Μετρό συμβατοί με το σύστημα αυτό.

Έπειτα, το έτος 2006 παραδόθηκαν προς χρήση οι σταθμοί Κορωπί, Παιανία-Κάντζα και Παλλήνη. Οι σταθμοί αυτοί είναι επίγειοι και μοιράζονται τις ίδιες αποβάθρες με αυτές

του Προαστιακού. Ουσιαστικά το μετρό, με κάποιες μετατροπές που χρειάστηκε να γίνουν, χρησιμοποιεί τις αποβάθρες των σταθμών του Προαστιακού Σιδηρόδρομου.

Η τρίτη φάση της κατασκευής περιλάμβανε την κατασκευή 3 ακόμα σταθμών, το Νομισματοκοπείο, τον Χολαργό και την Αγία Παρασκευή. Οι σταθμοί του Νομισματοκοπείου και του Χολαργού είχαν ήδη προβλεφθεί κατά την κατασκευή της σήραγγας και είχε ήδη σκαφτεί και σκυροδετηθεί το κέλυφος των σταθμών. Ο σταθμός της Αγίας Παρασκευής δεν είχε προβλεφθεί αρχικά, στην μελέτη της γραμμής 3 συνεπώς δεν υπήρχε ανάλογη πρόβλεψη για την χωροθέτηση του σταθμού. Για την κατασκευή του σταθμού της Αγίας Παρασκευής χρειάστηκε να διακοπεί η σύνδεση της γραμμής 3 με το Αεροδρόμιο για 8 μήνες (Φεβρουάριος 2009 – Σεπτέμβριος 2009), όπου για το διάστημα αυτό οι συρμοί τερμάτιζαν στην Εθνική Άμυνα. Η σύνδεση του μετρό με το Αεροδρόμιο επανήλθε τον Σεπτέμβριο του 2009 όπου παράλληλα ξεκίνησε και η λειτουργία του σταθμού Νομισματοκοπείο. Έναν χρόνο αργότερα, τον Ιούλιο του 2010 εγκαινιάστηκε και ο σταθμός του Χολαργού και τέλος τον Δεκέμβριο του 2010 παραδόθηκε και ο σταθμός της Αγίας Παρασκευής.

Παράλληλα από τον Μαίο του 2007 η γραμμή 3 είχε επεκταθεί από το Μοναστηράκι προς το Αιγάλεω, με ενδιάμεσους σταθμούς τον Κεραμεικό και τον Ελαιώνα. Αργότερα τον Δεκέμβριο του 2013 η επέκταση συνεχίστηκε αφού κατασκευάστηκε και παραδόθηκε ο σταθμός της Αγίας Μαρίνας.

Η μελέτη προέβλεπε από το 2004 την επέκταση της γραμμής ως το Λιμάνι Ζέας στον Πειραιά, με ακόμα 8 ενδιάμεσους σταθμούς ως την συνένωση της γραμμής με την Αγία Μαρίνα. Λόγω όμως αρχαιολογικών ευρημάτων στην περιοχή του Λιμένα Ζέας, η μελέτη άλλαξε και δεν συμπεριλάμβανε πλέον το σταθμό αυτό. Το 2009 προκηρύχθηκε νέα δημοπράτηση για την κατασκευή των 7 πλέον σταθμών, όμως λόγω αλλαγής εκ νέου της μελέτης καθώς αναβλήθηκε η κατασκευή του τερματικού όπως είχε προβλεφθεί σταθμού «Ευαγγελίστρα», η δημοπράτηση ακυρώθηκε και πραγματοποιήθηκε εκ νέου τον Οκτώβριο του 2011 όπου τελικά συμπεριλαμβάνονταν πλέον 6 σταθμοί. Η σύμβαση υπογράφηκε τον Μάρτιο του 2012 από την ανάδοχο Κοινοπραξία και εκκίνηση η κατασκευή των σταθμών.

Λόγω προβλημάτων στην κατασκευή, αλλά και λόγω της πανδημίας του COVID – 19 οι σταθμοί παραδόθηκαν τμηματικά, με τους 3 πρώτους (Αγία Βαρβάρα, Κορυδαλλός και Νίκαια) να παραδίδονται στις 7 Ιουλίου του 2020. Η τελική σημερινή μορφή της γραμμής διαμορφώθηκε με την παραλαβή των επιπλέον 3 σταθμών (Μανιάτικα, Πειραιάς, Δημοτικό Θέατρο) η οποία πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2022.

Πηγή: Wikipedia

3.1.3.2 Σταθμοί

Η γραμμή 3 αποτελείται από 27 υπόγειους και επίγειους σταθμούς οι οποίοι αναλύονται ως εξής:

Πίνακας 5. Σταθμοί Μετρό Γραμμή 3. Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΓΡΑΜΜΗ 3			
Σταθμός	Εγκαίνια	Ανταπόκριση	Υπόγειος (Υ) / Επίγειος (Ε)
Δημοτικό Θέατρο		Γραμμή Τ7 Τραμ	Υ
Πειραιάς	10 Οκτωβρίου 2022	Γραμμή 1 μετρό	Υ
Μανιάτικα		-	Υ
Νίκαια		-	Υ
Κορυδαλλός	7 Ιουλίου 2020	-	Υ
Αγία Βαρβάρα		-	Υ
Αγία Μαρίνα	14 Δεκεμβρίου 2013	-	Υ
Αιγάλεω		-	Υ
Ελαιώνας	26 Μαΐου 2007	-	Υ
Κεραμεικός		-	Υ
Μοναστηράκι	22 Απριλίου 2003	Γραμμή 1 Μετρό	Υ
Σύνταγμα		Γραμμή 2 Μετρό	Υ
Ευαγγελισμός		-	Υ
Μέγαρο Μουσικής		-	Υ
Αμπελόκηποι	28 Ιανουαρίου 2000	-	Υ
Πανόρμου		-	Υ
Κατεχάκη		-	Υ
Εθνική Άμυνα		-	Υ
Χολαργός	23 Ιουλίου 2010	-	Υ
Νομισματοκοπείο	2 Σεπτεμβρίου 2009	-	Υ
Αγία Παρασκευή	30 Δεκεμβρίου 2010	-	Υ
Χαλάνδρι	24 Ιουλίου 2004	-	Υ
Δουκίσσης Πλακεντίας	28 Ιουλίου 2004	Προαστιακός Σιδηρόδρομος	Υ
Παλλήνη	20 Σεπτεμβρίου 2006	Προαστιακός Σιδηρόδρομος	Ε
Παιανία-Κάντζα	10 Ιουλίου 2006	Προαστιακός Σιδηρόδρομος	Ε
Κορωπί		Προαστιακός Σιδηρόδρομος	Ε
Αεροδρόμιο	30 Ιουλίου 2004	Προαστιακός Σιδηρόδρομος	Ε

3.1.3.3 Δρομολόγια

Η λειτουργία της Γραμμής 3 του Μετρό ξεκινάει καθημερινά στις 5.30 πμ και λήγει τις για τις μέρες (Κυριακή έως Πέμπτη) στις 1.00 πμ της επόμενης ημέρας και για τις μέρες Παρασκευή και Σάββατο στις 2.00, με τις αμαξοστοιχίες να ξεκινάνε και να τελειώνουν τα δρομολόγια τους από το Δημοτικό Θέατρο και το Αεροδρόμιο. Οι σταθμοί μεταξύ 1.00 πμ και 5.00 πμ ή 2.00 πμ έως 5.00 πμ για τις ημέρες Παρασκευή και Σάββατο, παραμένουν κλειστοί και εκτελούνται εργασίες συντήρησης και καθαριότητας από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Τα δρομολόγια έναρξης και λήξης πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους πίνακες 15 και 16 στο παράρτημα Γ.

Η συχνότητα των δρομολογίων των συρμών διαμορφώνεται ανάλογα με την ώρα και την ημέρα. Την μεγαλύτερη συχνότητα διέλευσης (συρμός ανά 4 λεπτά) την συναντάμε τις ώρες 6.30 – 10.00 και 13.30 – 17.30 για τις ημέρες Δευτέρα με Παρασκευή και την μικρότερη (συρμός ανά 15 λεπτά) μεταξύ των βραδινών ωρών 00.20-01.30 για τις ημέρες Παρασκευή και Σάββατο. Αναλυτικότερα συχνότητα των δρομολογίων αποτυπώνεται στον πίνακα 17 στο Παράρτημα Γ.

Ο χρόνος που διανύει ένας συρμός για να καλύψει την απόσταση μεταξύ δύο σταθμών, με ταχύτητα κίνησης των συρμών έως 80 χλμ/ώρα, κυμαίνεται από 1 έως 6 λεπτά. Η συνολική διάρκεια του συρμού για να μεταβεί από το Δημοτικό Θέατρο στο Αεροδρόμιο και αντίστροφα είναι 56 λεπτά συμπεριλαμβανομένου των στάσεων που πραγματοποιεί σε κάθε σταθμό. Στον πίνακα 18 στο παράρτημα Γ αποτυπώνεται ο χρόνος που διανύει ο συρμός μεταξύ των εκατέρωθεν σταθμών.

3.1.3.4 Προγραμματισμένες Μελλοντικές Επεκτάσεις

Η Γραμμή 3 του Μετρό αποτελεί την γραμμή με τους περισσότερους σταθμούς μετά τις δύο πρόσφατες επεκτάσεις (Αγία Μαρίνα – Νίκαια) και (Νίκαια – Δημοτικό Θέατρο). Μελλοντικά προβλέπεται να προστεθεί ο Σταθμός στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών καθώς ο σταθμός του Γέρακα, ο οποίος θα χρησιμοποιείται μαζί με τον Προαστιακό.

Επιπλέον τον Ιανουάριο του 2019 τέθηκε σχέδιο στη νέα Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό όπου προβλέπει τη δημιουργία σταθμού κόμβο στην Νίκαια ή στα Μανιάτικα και την επέκταση του στο Πέραμα (Πλατεία Τζορμπατζόγλου) με ενδιάμεσους σταθμούς το σταθμό Χαλκηδόνα (Πέτρου Ράλλη και Τζαβέλλα), Κερατσίνι (Σαλαμίνας και Παύλου Φύσσα) και Δαγκλή (Παλαιά στάση Τραμ Περάματος Πλακούδα).

Τέλος, τον Οκτώμβριο του 2022 το υπουργείο μεταφορών ανήγγειλε την πρόθεση εταιρών να χρηματοδοτήσουν έναν νέο σταθμό Προαστιακού Σιδηρόδρομου – Μετρό στην περιοχή Καρελλά στην Παιανία.

Πηγή: Wikipedia

3.1.4 Γραμμή 4

Μια νέα γραμμή Μετρό βρίσκεται υπο κατασκευή και ερχεται να συμπληρώσει τοποθεσίες οι οποίες δεν καλύπτονταν με τις υφιστάμενες γραμμές αλλά και εννοποιηθεί με αυτές. Η γραμμή αυτή θα έχει την διακριτή ονομασία «Γραμμή 4» και αποτελείται από 3 φάσεις κατασκευής.

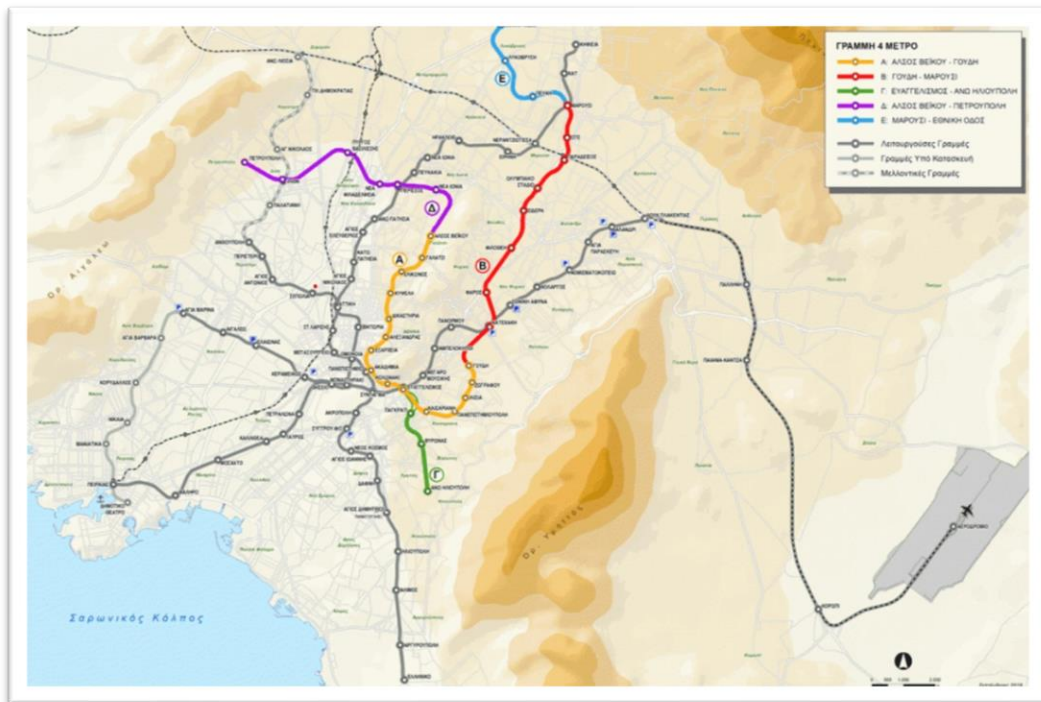
Η πρώτη φάση αναμένεται να έχει ολοκληρωθεί έως το 2030, θα έχει μήκος 13 χιλιομέτρων, θα περιλαμβάνει 15 σταθμούς και θα εκτείνεται από το Άλσος Βεϊκου έως το Γουδή. Το τμήμα αυτό αναμένεται να εξυπηρετεί καθημερινά 340.000 μετακινούμενους (Το Βήμα, 2021).

Πίνακας 6. Σταθμοί Μετρό Γραμμής 4 – Α' φάση κατασκευής

Σταθμός	Αναμένεται να ολοκληρωθεί	Αναπόκριση	Υπόγειος (Υ) / Επίγειος (Ε)
Α' φάση κατασκευής – μήκος γραμμής 12,8 χλμ			
Άλσος Βεΐκου		-	Υ
Γαλάτσι		-	Υ
Ελικώνας		-	Υ
Κυψέλη		-	Υ
Δικαστήρια		-	Υ
Αλεξάνδρας		-	Υ
Εξάρχεια	2030 όλοι οι σταθμοί της Α φάσης	-	Υ
Ακαδημία		Γ2 Μετρό	Υ
Κολωνάκι		-	Υ
Ευαγγελισμός		Γ3 Μετρό	Υ
Καισαριανή		-	Υ
Πανεπιστημιούπολη		-	Υ
Ιλίσια		-	Υ
Ζωγράφου		-	Υ
Γουδή		-	Υ
Β' φάση κατασκευής - μήκος γραμμής 9,6 χλμ			
Κατεχάκη		Γ3 Μετρό	Υ
Φάρος		-	Υ
Φιλοθέη		-	Υ
Σίδερα		-	Υ
Ολυμπιακό Στάδιο		-	Υ
Παράδεισος		-	Υ
ΟΤΕ		-	Υ
Μαρούσι		Γ1 Μετρό	Υ
Γ' φάση κατασκευής - μήκος γραμμής 4,1 χλμ			
Παγκράτι		-	Υ
Βύρωνας		-	Υ
Άνω Ηλιούπολη		-	Υ
Δ' φάση κατασκευής - μήκος γραμμής 7,5 χλμ			
Νέα Ιωνία		-	Υ
Πευκάκια		Γ1 Μετρό	Υ
Νέα Φιλαδέλφεια		-	Υ
Πύργος Βασιλίσσης		-	Υ
Ίλιον		Γ2 Μετρό	Υ
Πετρούπολη		-	Υ

Σταθμός	Αναμένεται να ολοκληρωθεί	Ανταπόκριση	Υπόγειος (Υ) / Επίγειος (Ε)
Ε' φάση κατασκευής - μήκος γραμμής 4,4 χλμ			
Μαρούσι		Γ1 Μετρό	Υ
Πεύκη		-	Υ
Λυκόβρυση		-	Υ

Συνολικά η Γραμμή 4 θα περιλαμβάνει 35 σταθμούς 38,4 χιλιόμετρα. Το σχέδιο ανάπτυξης των σταθμών αποτυπώνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 10. Χάρτης Γραμμής 4 Μετρό. (Πηγή: <https://www.emetro.gr>)

4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Όπως προκύπτει από προηγούμενες έρευνες οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του Μετρό είναι ποικίλοι και η ανάλυσή τους είναι πολυπαραγοντική. Για την προσέγγιση του θέματος επιλέχθηκε ως σημείο εξέτασης το Μετρό της Αθήνας. Η μεταβλητή η οποία ενδιαφέρει να εξετάσουμε είναι η ημερήσια κίνηση στους σταθμούς του Μετρό της Αθήνας η οποία μεταβλητή εξαρτάται και επηρεάζεται από ένα σύνολο παραγόντων. Επιλέγοντας ως σημείο αναφοράς το έτος 2022 ως βάση για την ανάλυσή μας, μπορούμε να αποκτήσουμε μια καλή εικόνα των συνηθειών και των προτιμήσεων των επιβατών πριν από την πανδημία. Αυτό μας επιτρέπει να κατανοήσουμε και να αξιολογήσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του μετρό στην Αθήνα σε ένα πιο σταθερό και αντιπροσωπευτικό πλαίσιο. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης μπορούν να παρέχουν σημαντική πληροφόρηση για τη βελτίωση του σχεδιασμού και της λειτουργίας του μετρό στο μέλλον, λαμβάνοντας υπόψη τις μεταβαλλόμενες συνθήκες και ανάγκες των επιβατών.

Για να εξεταστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του μετρό στην Αθήνα, επιλέχθηκαν παράγοντες επιρροής σύμφωνα με προηγούμενες βιβλιογραφίες. Οι παράγοντες που εξετάστηκαν και έγινε προσπάθεια συλλογής δεδομένων αφορούν δημογραφικά στοιχεία περιοχών, την τοποθεσία των σταθμών, τις ιδιότητες της περιοχής που βρίσκονται οι σταθμοί (διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης, εμπορικά καταστήματα, χώροι πανεπιστημίων) και την συνδεσιμότητα των σταθμών μεταξύ τους αλλά και με άλλα μέσα μεταφοράς. Η ανάλυση έγινε αρχικά για τη μία γραμμή του Μετρό (Γραμμή 2) αλλά για να καταλήξουμε σε πιο αξιόπιστα συμπεράσματα κρίθηκε σκόπιμο η εξέταση να επεκταθεί στο σύνολο του δικτύου. Μετά από μια σειρά δοκιμών και αξιολογώντας την εγκυρότητα των δεδομένων των παραμέτρων, η τελική ανάλυση για το σύνολο του δικτύου πραγματοποιήθηκε για τους παρακάτω τέσσερις (4) παράγοντες:

- Πυκνότητα πληθυσμού
- Απόσταση από το κέντρο της πόλης
- Συνδεσιμότητα – σταθμοί κόμβοι
- Λεωφορειακές γραμμές εξυπηρέτησης

Για την ανάλυση των δεδομένων γίνεται χρήση της γραμμικής παλινδρόμησης. Η χρήση αυτής της μεθόδου μπορεί να εξάγει αποτελέσματα και συμπεράσματα για την έρευνά σχετικά με την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του Μετρό. Αυτή η μέθοδος συνδέει τις ανεξάρτητες μεταβλητές (όπως η πυκνότητα πληθυσμού, η απόσταση από το κέντρο της πόλης, η ιδιότητα ως κόμβος δύο γραμμών Μετρό και ο αριθμός των λεωφορειακών γραμμών) με την εξαρτημένη μεταβλητή (επιβατική κίνηση) για να εξεταστεί η σχέση ανάμεσά τους. Τα αποτελέσματα με τη χρήση ανάλυσης μέσω γραμμικής παλινδρόμησης μπορούν να παρέχουν πολλές πληροφορίες για την κατανόηση της φύσης και της έκτασης των συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών. Από την παραπάνω μέθοδο μπορούν να εξαχθούν οι παρακάτω πληροφορίες:

- Στατιστική σημαντικότητα: Αξιολογεί εάν οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στην επιβατική κίνηση. Η ανάλυση μπορεί να παρέχει p-values για κάθε μεταβλητή, τα οποία χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της στατιστικής σημαντικότητας των συνδέσεων.
- Πρόβλεψη και εξήγηση: Το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης μπορεί να προβλέψει την επιβατική κίνηση σε νέες περιπτώσεις ή να εξηγήσει την επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή. Μπορεί να αξιολογήσει πώς η αύξηση ή μείωση μιας μεταβλητής επηρεάζει την επιβατική κίνηση.
- Σημαντικότητα και βαθμοί επίδρασης: Αξιολογεί τη σημασία και τη σχετική επίδραση κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην επιβατική κίνηση. Οι συντελεστές που συνοδεύουν κάθε μεταβλητή δίνουν μια εικόνα του πόσο ισχυρά και σε ποια κατεύθυνση επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή.

Οι παραπάνω πληροφορίες μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνάς σχετικά με την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του Μετρό. Εξετάζοντας αυτούς τους παράγοντες, μπορεί να αναλυθεί ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζεται η επιβατική κίνηση στους σταθμούς του μετρό στην Αθήνα. Τα δεδομένα των παραπάνω συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν στο σύνολο τους για τους σταθμούς των 3 γραμμών του Μετρό ως εξής:

4.1 Δεδομένα επιβατικής κίνησης

Για την ανάλυση των δεδομένων, συλλεξαμε δεδομένα από τις επικυρώσεις για κάθε σταθμό του μετρό στην Αθήνα. Οι επικυρώσεις αυτές εξήχθησαν από την βάση δεδομένων από το Αυτόματο Σύστημα Συλλογής Κομίστρου του ΟΑΣΑ και αποτελούν έναν αξιόπιστο δείκτη της επιβατικής κίνησης. Τα δεδομένα αυτά μας επέτρεψαν να αξιολογήσουμε τη σημαντικότητα των σταθμών του μετρό καθώς περιλαμβάνουν το σύνολο των επικυρώσεων (εισόδου αλλά και εξόδου από το σταθμό) για το έτος 2022 [παράρτημα Δ]. Στον πίνακα συγχωνεύτηκαν οι σταθμοί (Πειραιάς, Μοναστηράκι, Ομόνοια, Αττική, Σύνταγμα) οι οποίοι είναι κοινοί για δύο γραμμές του μετρό, και αντιμετωπίστηκαν σαν ένας σταθμός. Οι σταθμοί οι οποίοι αποτελούν κόμβο σύνδεσης δεν μας δίνουν διπλοεγγραφές επικύρωσης καθώς η εναλλαγή της γραμμής γίνεται εσωτερικά των αποβαθρών μέσα στο σταθμό επομένως δεν χρειάζεται νέα επικύρωση του εισιτηρίου. Για την απλοποίηση της ανάλυσης, υπολογίστηκε το σύνολο των επικυρώσεων μέσα σε ένα έτος και στη συνέχεια διαιρώντας με 365 μέρες, υπολογίστηκε ο ημερήσιος μέσος όρος των συνολικών επικυρώσεων του έτους [Παράρτημα Ζ]. Το τελικό αποτέλεσμα το οποίο θα εξεταστεί αφορά τον μέσο όρο των επικυρώσεων που πραγματοποιήθηκαν σε έναν σταθμό ανά ημέρα.

Στον τελικό πίνακα δεν λήφθηκαν υπόψη οι σταθμοί της Γραμμής 3 (Παλλήνη, Κάντζα, Κορωπί και Αεροδρόμιο). Οι επικυρώσεις στους σταθμούς αυτούς δεν αποτελούν αξιόπιστο δείκτη, καθώς η τιμή του κομίστρου είναι πολλαπλά αυξημένη συγκριτικά με την τιμή για το εγχώριο μέρος της Αττικής και επιπλέον το σύστημα ελέγχου επικυρώσεων (πύλες εισόδου και εξόδου που επιτρέπουν την είσοδο μόνο μετά από έγκυρη επικύρωση), έχει μόνιμα ανοιχτά τα πάνελ με αποτέλεσμα να μην εξασφαλίζει τις τυχόν λαθρεπιβιβάσεις στο σταθμό. Επιπλέον δεν συμπεριλήφθηκαν οι σταθμοί (Αγία Βαρβάρα, Κορυδαλλός, Νίκαια, Μανιάτικα, Πειραιάς και Δημοτικό Θέατρο) της Γραμμής 3 καθώς οι σταθμοί αυτοί είναι

νέοι και έχουν διαφορετικό σύστημα επικύρωσης επιβίβασης και αποβίβασης σταθμού επομένως δεν μπορεί να θεωρηθεί αξιόπιστο σύστημα αναφοράς για την εργασία μας.

Για την ανάλυση μας θα χρησιμοποιήσουμε ένα έτος αναφοράς. Το έτος 2022 αποτελεί ένα καλό παράδειγμα εξέτασης, καθώς είναι μια επίκαιρη χρονιά και τα αποτελέσματα της δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό λόγω της πανδημίας του COVID-19 που ξέσπασε. Η πανδημία του COVID-19 είχε σημαντική επίδραση στην κινητικότητα των επιβατών και στη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, συμπεριλαμβανομένου του μετρό. Οι περιοριστικοί μέτρα, οι αλλαγές στις συνθήκες εργασίας και οι ανησυχίες για τη δημόσια υγεία οδήγησαν σε σημαντική μείωση της κυκλοφορίας και της επιβατικής κίνησης. Κατά το έτος 2022 η επιβατική κίνηση του μετρό έχει ανακτήσει την κυκλοφορία της συγκριτικά με τα δύο προηγούμενα έτη.

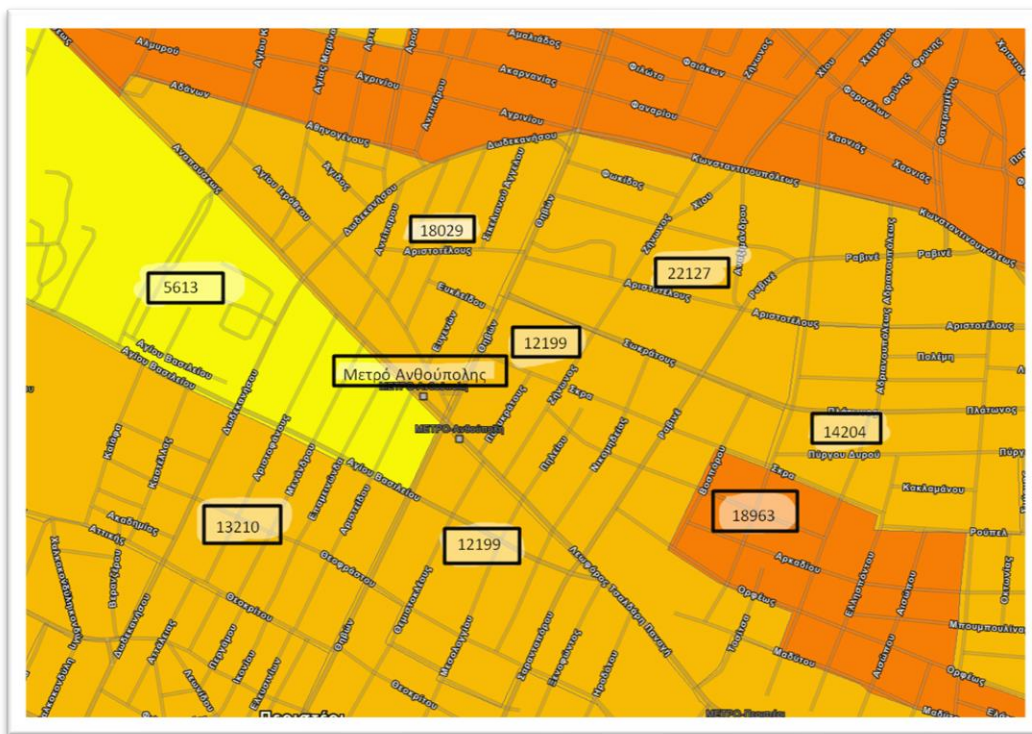
4.2 Δεδομένα πυκνότητας μόνιμου πληθυσμού

Η πυκνότητα πληθυσμού στις περιοχές που περικλείουν τους σταθμούς του μετρό φαίνεται να αποτελεί παράγοντα επηροής της επιβατικής κίνησης των σταθμών. Μεταξύ άλλων οι Anker κ.α. (2018) πραγματοποίησαν έρευνα σε 48 μητροπολιτικές πόλεις της Ευρώπης όπου προσπάθησαν να κατανοήσουν τους κυριότερους παράγοντες της επιβατικής κίνησης των σταθμών του Μετρό. Το σύνολο δεδομένων που σύλλεξαν περιλαμβάνει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τα δίκτυα δημόσιων συγκοινωνιών, επεκτείνοντας έτσι προηγούμενες έρευνες αναλύοντας κάθε τρόπο δημόσιας συγκοινωνίας χωριστά, ενώ ταυτόχρονα λήφθηκαν υπόψη οι κύριοι καθοριστικοί παράγοντες της επιβατικής κίνησης που εντοπίστηκαν από βιβλιογραφική ανασκόπηση προηγούμενων μελετών. Με τη χρήση ανάλυσης πολλαπλής παλινδρόμησης η έρευνα μεταξύ άλλων ανέδειξε ότι υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ της πυκνότητας του πληθυσμού και της επιβατικής κίνησης στους σταθμούς του Μετρό.

Στην παρούσα εργασία γίνεται συσχέτιση της πυκνότητας του μόνιμου πληθυσμού στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό της Αθήνας. Για την ανάλυση των δεδομένων που σχετίζονται με την πυκνότητα μόνιμου πληθυσμού Συλλέχθηκαν δεδομένα από ιστοσελίδα από το Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Αθηνών (ΕΒΕΑ)¹. Μέσω την Διαδραστικής χαρτογραφικής εφαρμογής – ΕΒΕΑ συλλέχθηκαν πληροφορίες για την πυκνότητα του πληθυσμού στις όμορες περιοχές των σταθμών.

Για παράδειγμα, για τον σταθμό Ανθούπολης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για τις 8 όμορες γειτονίες που περιβάλλουν το σταθμό. Ο μέσος όρος αυτών, λαμβάνεται ως η τιμή των μόνιμων κατοίκων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο της περιοχής που μας ενδιαφέρει.

¹ https://analytics.acci.gr/ebea/evea_portal/web/el



Εικόνα 11. Στιγμιότυπο χάρτη από την Διαδραστική χαρτογραφική εφαρμογή ΕΒΕΑ. Οι αναγραφόμενες τιμές αφορούν μόνιμους κάτοικους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο.

Η ίδια μεθοδολογία ακολουθήθηκε για όλους τους σταθμούς του Μετρό και τα αποτελέσματα έχουν ως εξής:

Πίνακας 7. Πυκνότητα πληθυσμού στις ευρύτερες περιοχές των σταθμών του Μετρό.

Σταθμός	Πυκνότητα πληθυσμού (Κάτοικοι ανά χλμ ²)	Σταθμός	Πυκνότητα πληθυσμού (Κάτοικοι ανά χλμ ²)	Σταθμός	Πυκνότητα πληθυσμού (Κάτοικοι ανά χλμ ²)
Πειραιάς	8.905	Μαρούσι	9.982	Αργυρούπολη	8.297
Φάληρο	8.905	Κατ	7.126	Ελληνικό	9.081
Μοσχάτο	12.676	Κηφισιά	5.613	Αγία Μαρίνα	11.948
Καλλιθέα	16.734	Ανθούπολη	14.568	Αιγάλεω	10.788
Ταύρος	26.464	Περιστερί	14.577	Ελαιώνας	2.359
Πετράλωνα	31.610	Άγιος Αντώνιος	12.976	Κεραμεικός	4.244
Θησείο	5.876	Σεπόλια	28.472	Ευαγγελισμός	11.283
Μοναστηράκι	1.847	Σταθμός Λαρίσης	21.755	Μέγαρο Μουσικής	16.711
Βικτώρια	30.503	Μεταξουργείο	18.778	Αμπελόκηποι	19.527
Αττική	38.445	Ομόνοια	9.956	Πανόρμου	34.085
Άγιος Νικόλαος	35.916	Πανεπιστήμιο	2.794	Κατεχάκη	20.818
Κάτω Πατήσια	29.379	Σύνταγμα	2.051	Εθνική Άμυνα	1.711

Σταθμός	Πυκνότητα πληθυσμού (Κάτοικοι ανά χλμ ²)	Σταθμός	Πυκνότητα πληθυσμού (Κάτοικοι ανά χλμ ²)	Σταθμός	Πυκνότητα πληθυσμού (Κάτοικοι ανά χλμ ²)
Άγιος Ελευθέριος	29.580	Ακρόπολη	7.786	Χολαργός	10.578
Άνω Πατήσια	23.239	Συγγρού Φιξ	24.405	Νομισματοκοπείο	5.997
Περισσός	21.838	Νέος Κόσμος	27.771	Αγία Παρασκευή	6.362
Πευκάκια	15.566	Άγιος Ιωάννης	21.403	Χαλάνδρι	8.823
Νέα Ιωνία	11.207	Δάφνη	15.266	Δουκίσσης Πλακεντίας	8.397
Ηράκλειο	12.333	Άγιος Δημήτριος	12.133		
Ειρήνη	5.231	Ηλιούπολη	13.148		
Νερατζιώτισσα	6.084	Άλιμος	7.283		

4.3 Δεδομένα απόστασης σταθμών από το κέντρο της Αθήνας

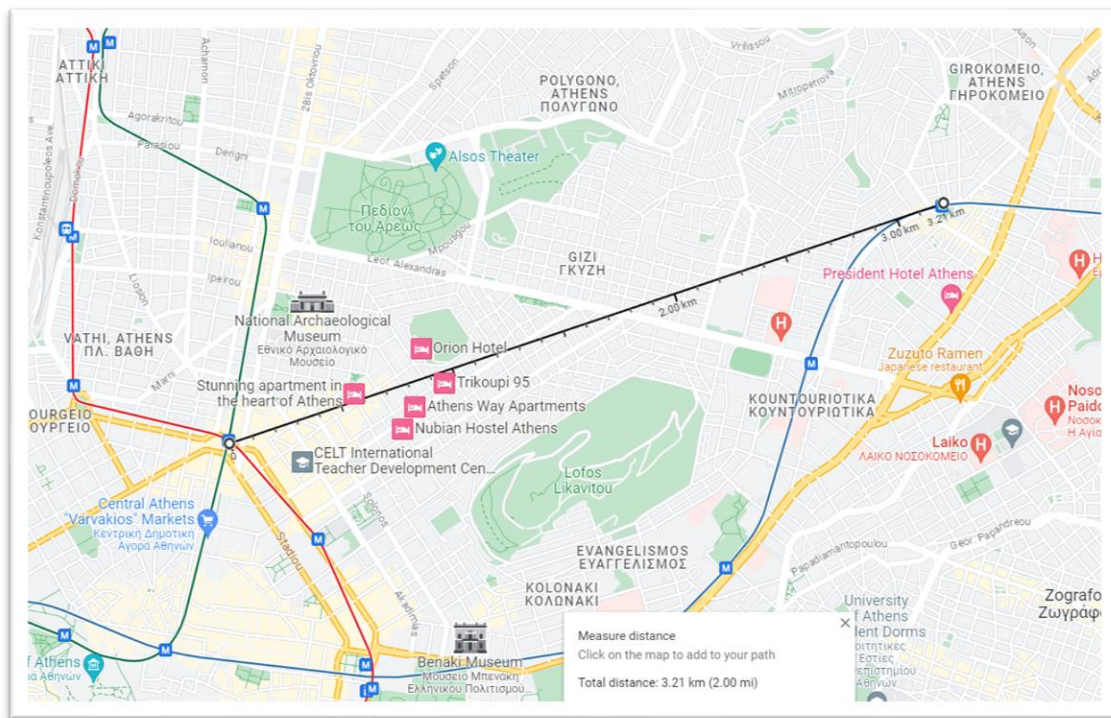
Η χρήση του συστήματος Μετρό για τους κατοίκους που διαμένουν στο κέντρο της πόλης αποτελεί έναν πιο αποτελεσματικό τρόπο μεταφοράς. Η απόφυγή της κυκλοφοριακής συμφόρησης και η εύρεση θέσης στάθμευσης φαίνεται να αποθαρύνει τη χρήση αυτοκινήτου στις αστικές περιοχές. Οι Yingjie Zhang κ.α. το 2016 μελέτησαν τις επιδράσεις που έχει η επιλογή τόπου κατοικίας στη χρήση μεταφορικού μέσου. Από την εύρενα που έγινε για την πόλη του Πεκίνου διαπιστώθηκε ότι ο μικρότερος χρόνος ταξιδιού προς στο κέντρο της πόλης ή στο πλησιέστερο υποκέντρο μειώνει σε μεγαλύτερο βαθμό την πιθανότητα ιδιοκτησίας αυτοκινήτου και ενθαρύνει τη χρήση του συστήματος Μετρό.

Για την έρευνα μας θα εξεταστεί η απόσταση των σταθμών του μετρό από το κέντρο της πόλης και η σημασία που έχει ώστε να επηρεάσει την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του μετρό. Ως αρχαιότερο κέντρο της Αθήνας θεωρείται η πλατεία της Ομόνοιας (wikivoyage.org), (www.womantoc.gr) ενώ ως σημείο «μηδέν» για την χιλιομετρική αρίθμηση των οδών ορίζεται ο προαύλιος χώρος του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (wikipedia). Μεταξύ των δύο ως σημείο αναφοράς στην παρούσα έρευνα θα οριστεί η πλατεία της Ομόνοιας καθώς θεωρείται μια από τις πιο κεντρικές περιοχές της Αθήνας και αποτελεί έναν σημαντικό κόμβο μεταφορών. Είναι ο σταθμός όπου συναντώνται οι γραμμές 1 και 2 του μετρό, καθώς και πολλές λεωφορειακές γραμμές. Από τη δεκαετία του 19^{ου} αιώνα ήταν ένας από τους πλέον κεντρικούς και ζωντανούς χώρους της πόλης, με πολλά καταστήματα, ξενοδοχεία και κινηματογράφους. Η επιλογή αυτής της περιοχής ως κέντρου της Αθήνας επιτρέπει να μελετηθεί ο τρόπος μετακίνησης των επιβατών από αυτό το ζωτικό σημείο της πόλης και να αναλυθεί η επίδραση της απόστασης στην επιβατική ροή.

Για τον υπολογισμό της απόστασης των σταθμών από την πλατεία της Ομόνοιας χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες από τον ιστότοπο του Google, μέσω της εφαρμογής Google maps². Ο ιστότοπος αυτός επιτρέπει στον χρήστη να προβάλει την απόλυτη απόσταση μεταξύ

² <https://www.google.com/maps>

δύο σημείων. Για παράδειγμα στην παρακάτω εικόνα αποτυπώνεται η απόσταση του σταθμού Πανόρμου με την πλατεία Ομόνοιας.



Εικόνα 12. Στιγμιότυπο χάρτη από τον ιστότοπο των χαρτών της Google (<https://www.google.com/maps/>)

Τα αποτελέσματα από που προέκυψαν από τις παραπάνω μετρήσεις αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 8. Απόσταση των σταθμών από την πλατεία Ομόνοιας.

Σταθμός	Απόσταση από πλατεία Ομόνοιας (χιλιόμετρα)	Σταθμός	Απόσταση από πλατεία Ομόνοιας (χιλιόμετρα)	Σταθμός	Απόσταση από πλατεία Ομόνοιας (χιλιόμετρα)
Πειραιάς	8.50	Μαρούσι	10.44	Αργυρούπολη	7.48
Φάληρο	7.09	Κατ	11.23	Ελληνικό	10.39
Μοσχάτο	5.39	Κηφισιά	12.15	Αγία Μαρίνα	5.57
Καλλιθέα	3.86	Ανθούπολη	4.93	Αιγάλεω	4.20
Ταύρος	3.30	Περιστερί	4.34	Ελαιώνας	3.06
Πετράλωνα	2.42	Άγιος Αντώνιος	3.57	Κεραμεικός	1.62
Θησείο	1.00	Σεπόλια	1.77	Ευαγγελισμός	1.84
Μοναστηράκι	0.93	Σταθμός Λαρίσης	1.14	Μέγαρο Μουσικής	2.20
Βικτώρια	1.01	Μεταξουργείο	0.70	Αμπελόκηποι	2.51
Αττική	1.77	Ομόνοια	0.00	Πανόρμου	3.21
Άγιος Νικόλαος	2.52	Πανεπιστήμιο	0.58	Κατεχάκη	4.28

Σταθμός	Απόσταση από πλατεία Ομόνοιας (χιλιόμετρα)	Σταθμός	Απόσταση από πλατεία Ομόνοιας (χιλιόμετρα)	Σταθμός	Απόσταση από πλατεία Ομόνοιας (χιλιόμετρα)
Κάτω Πατήσια	3.04	Σύνταγμα	1.23	Εθνική Άμυνα	5.30
Άγιος Ελευθέριος	4.00	Ακρόπολη	1.76	Χολαργός	6.22
Άνω Πατήσια	4.45	Συγγρού Φιξ	2.27	Νομισματοκοπείο	7.30
Περισσός	5.58	Νέος Κόσμος	3.00	Αγία Παρασκευή	8.19
Πευκάκια	6.19	Άγιος Ιωάννης	3.18	Χαλάνδρι	9.11
Νέα Ιωνία	6.79	Δάφνη	4.00	Δουκίσσης Πλακεντίας	10.29
Ηράκλειο	7.64	Άγιος Δημήτριος	5.07		
Ειρήνη	8.23	Ηλιούπολη	6.28		
Νερατζιώτισσα	8.78	Άλιμος	7.52		

4.4 Δεδομένα για σταθμούς που αποτελούν κόμβο εναλλαγής γραμμών Μετρό και Προαστιακού Σιδηρόδρομου

Ένας σταθμός που αποτελεί κόμβο σύνδεσης με άλλους σταθμούς μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα επηροής της επιβατικής κίνησης για τους εξής λόγους:

- Ευκολία μετάβασης: Ένας σταθμός που λειτουργεί ως κόμβος σύνδεσης προσφέρει στους επιβάτες τη δυνατότητα να μεταβαίνουν εύκολα από τη μία γραμμή μετρό στην άλλη, καθώς και σε άλλα μέσα μεταφοράς. Αυτό βοηθά στην εξοικονόμηση χρόνου και προσφέρει ευελιξία στους επιβάτες, καθώς μπορούν να επιλέγουν τη βέλτιστη διαδρομή για τον προορισμό τους.
- Ανανέωση επιβατών: Ένας κόμβος σύνδεσης μπορεί να είναι σημείο εναλλαγής επιβατών από διάφορες γραμμές μετρό ή μεταφορικά μέσα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της κίνησης στον συγκεκριμένο σταθμό και να τον καθιστά σημαντικό κόμβο επιβατικής διέλευσης. Επιπλέον, αυξάνει την προσβασιμότητα προορισμών που εξυπηρετούνται από τον συγκεκριμένο σταθμό.
- Επιλογές μετακίνησης: Ένας κόμβος σύνδεσης με διάφορες γραμμές μετρό και μεταφορικά μέσα προσφέρει περισσότερες επιλογές μετακίνησης στους επιβάτες. Αυτό επιτρέπει την εύκολη προσαρμογή της διαδρομής ανάλογα με τις ανάγκες τους, την ώρα της ημέρας και τις συνθήκες.

Πολλές μελέτες οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι σταθμοί που αποτελούν κόμβο σύνδεσης με άλλη γραμμή κατέθυνας. Μεταξύ άλλων οι Zhenjun Zhu κ.α. (2021) ανέλυσαν παράγοντες που επηρεάζουν τη ροή μεταφοράς επιβατών της αστικής σιδηροδρομικής διέλευσης. Χρησιμοποιώντας δεδομένα από επτά σταθμούς στο Nanjing στην Κίνα, τα οποία συλλέχθηκαν από ερωτηματολόγια, έρευνες ροής επιβατών μεταφοράς και έξυπνες κάρτες, με τη χρήση του μοντέλου εκχώρησης ροής επιβατών logit διαπίστωσαν ότι υπήρχε θετική

συσχέτιση μεταξύ της ροής επιβατών μετεπιβίβασης και του βαθμού κόμβου των σταθμών μετεπιβίβασης.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε συλλογή δεδομένων για τον εντοπισμό των σταθμών κόμβων, από τον ιστότοπο της εταιρίας διαχείρισης του συστήματος Μετρό της Αθήνας (ΣΤΑΣΥ ΑΕ) στο σύνδεσμο (<https://stasy.gr/>). Οι σταθμοί που αποτελούν σύνδεσμο μεταξύ άλλων γραμμών μεταφοράς είναι οι εξής:

- **Σταθμός Πειραιά** – Σύνδεση με γραμμή 1 και 3 του Μετρό και με τη γραμμή του Προαστιακού Σιδηρόδρομου.
- **Σταθμός Μοναστηράκι** – Σύνδεση μεταξύ γραμμής 1 και 3 του Μετρό.
- **Σταθμός Αττικής** – Σύνδεση μεταξύ γραμμής 1 και 2 του Μετρό.
- **Σταθμός Νερατζιώτισσα** – Σύνδεση μεταξύ γραμμής 1 του Μετρό και Προαστιακού Σιδηρόδρομου.
- **Σταθμός Λαρίσης** – Σύνδεση μεταξύ γραμμής 2 του Μετρό και Προαστιακού Σιδηρόδρομου.
- **Σταθμός Ομόνοια** – Σύνδεση μεταξύ γραμμής 1 και 2 του Μετρό.
- **Σταθμός Σύνταγμα** – Σύνδεση μεταξύ γραμμής 2 και 3 του Μετρό.
- **Σταθμός Δουκίσσης Πλακεντίας** – Σύνδεση μεταξύ γραμμής 3 του Μετρό και Προαστιακού Σιδηρόδρομου

4.5 Δεδομένα για λεωφορειακές γραμμές

Οι λεωφορειακές γραμμές συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό στη μεταφορά επιβατών προς τους προορισμούς τους. Οι λεωφορειακές γραμμές παρέχουν ευελιξία και συμπληρωματικές επιλογές μεταφοράς, καθώς συνδέουν διάφορες περιοχές και προορισμούς που ενδέχεται να μην καλύπτονται απευθείας από το μετρό. Οι επιβάτες μπορούν να επιλέξουν να χρησιμοποιήσουν τις λεωφορειακές γραμμές για να φτάσουν σε σταθμούς του μετρό που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από αυτή που θα περπατούσαν ή θα ταξίδευαν με άλλα μέσα. Επιπλέον, οι λεωφορειακές γραμμές μπορούν να προσφέρουν πρόσβαση σε περιοχές που δεν καλύπτονται από το μετρό ή σε προορισμούς που απαιτούν περαιτέρω μετακίνηση μετά την αποβίβαση από το μετρό. Αυτό επιτρέπει στους επιβάτες να φτάσουν πιο κοντά στον τελικό τους προορισμό με μια συνδυασμένη χρήση του μετρό και των λεωφορείων.

Όπως ανέλυσαν το 2021 οι Hongtai Yang κ.α. μελέτησαν τις επιπτώσεις στην επισκεψιμότητα των σταθμών του Μετρό από διάφορους παράγοντες χρησιμοποιώντας το Chengdu της Κίνας ως παράδειγμα. Μεταξύ άλλων η μελέτη ανέδειξε την επίδραση στην επιβατική ροή των αριθμών στάσεων λεωφορείων γύρω από μια περιοχή με σταθμό Μετρό, όπου διαπιστώνεται ότι όσο αυξάνονται οι λεωφορειακές γραμμές στις περιοχές του μετρό, αυξάνεται και η επισκεψιμότητα στο σταθμό.

Για τον σκοπό της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον ιστότοπο του ΟΑΣΑ (<https://www.oasa.gr/>) όπου συλλέχθηκαν δεδομένα και πληροφορίες για τις λεωφορειακές γραμμές και τα δρομολόγια των οχημάτων. Οι πληροφορίες κατανομήθηκαν με αναφορά τους σταθμούς του Μετρό και επιλέχθηκαν οι λεωφορειακές γραμμές που βρίσκονται σε ακτίνα 300 μέτρων από τον κάθε εξεταζόμενο σταθμό. Από τα παραπάνω δεδομένα

προκύπτει ο παρακάτω πίνακας ο οποίο κάνει αναφορά στον αριθμό των λεωφοριακών γραμμών που εξυπηρετούν τους σταθμούς του Μετρό.

Πίνακας 9. Αριθμός λεωφοριακών γραμμών που εξυπηρετούν τους σταθμούς του Μετρό.

Σταθμός	Αριθμός λεωφοριακών γραμμών	Σταθμός	Αριθμός λεωφοριακών γραμμών	Σταθμός	Αριθμός λεωφοριακών γραμμών
Πειραιάς	17	Μαρούσι	4	Αργυρούπολη	8
Φάληρο	12	Κατ	1	Ελληνικό	9
Μοσχάτο	3	Κηφισιά	9	Αγία Μαρίνα	7
Καλλιθέα	5	Ανθούπολη	15	Αιγάλεω	9
Ταύρος	0	Περιστέρι	6	Ελαιώνας	5
Πετράλωνα	4	Άγιος Αντώνιος	10	Κεραμεικός	0
Θησείο	5	Σεπόλια	1	Ευαγγελισμός	16
Μοναστηράκι	5	Σταθμός Λαρίσης	8	Μέγαρο Μουσικής	11
Βικτώρια	7	Μεταξουργείο	7	Αμπελόκηποι	7
Αττική	11	Ομόνοια	14	Πανόρμου	5
Άγιος Νικόλαος	0	Πανεπιστήμιο	27	Κατεχάκη	5
Κάτω Πατήσια	7	Σύνταγμα	30	Εθνική Άμυνα	5
Άγιος Ελευθέριος	0	Ακρόπολη	6	Χολαργός	4
Άνω Πατήσια	8	Συγγρού Φιξ	13	Νομισματοκοπείο	9
Περισσός	2	Νέος Κόσμος	1	Αγία Παρασκευή	1
Πευκάκια	2	Άγιος Ιωάννης	4	Χαλάνδρι	4
Νέα Ιωνία	1	Δάφνη	11	Δουκίσσης Πλακεντίας	14
Ηράκλειο	3	Άγιος Δημήτριος	6		
Ειρήνη	2	Ηλιούπολη	5		
Νερατζιώτισσα	3	Άλιμος	3		

4.6 Ανάλυση δεδομένων με χρήση Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης

Για την ανάλυση των δεδομένων θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για την εξαγωγή συσχετίσεων της επιβατικής κίνησης στους σταθμούς του μετρό και παραγόντες που την επηρεάζουν.

Στη μέθοδο της παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται διάφορες προσεγγίσεις ανάλογα με τον αριθμό και τον τύπο των μεταβλητών που εξετάζονται. Κύριες μεθοδολογίες αποτελούν:

1. **Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση:** Χρησιμοποιείται όταν υπάρχει μία εξαρτημένη μεταβλητή και μία ανεξάρτητη μεταβλητή.
2. **Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση:** Χρησιμοποιείται όταν υπάρχει μία εξαρτημένη μεταβλητή και περισσότερες από μία ανεξάρτητες μεταβλητές.
3. **Μη γραμμική παλινδρόμηση:** Χρησιμοποιείται όταν η σχέση μεταξύ των μεταβλητών δεν είναι γραμμική, αλλά μπορεί να προσεγγιστεί με ένα πολυώνυμο, εκθετικά ή τριγωνομετρικά μοντέλα.
4. **Λογιστική Παλινδρόμηση:** Χρησιμοποιείται όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι κατηγορική ή δυαδική (π.χ. ναι/όχι, επιτυχία/αποτυχία) και χρειάζεται να προβλέψουμε την πιθανότητα ενός γεγονότος.

Η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης είναι ένα ισχυρό εργαλείο στην ανάλυση δεδομένων και την πρόβλεψη των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών. Στην ουσία, αποσκοπεί στην εύρεση μιας γραμμικής συσχέτισης μεταξύ μίας ανεξάρτητης μεταβλητής (εξαρτημένης μεταβλητής) και μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Ένα γραμμικό μοντέλο πολλαπλής παλινδρόμησης, το οποίο συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή Y με p ανεξάρτητες μεταβλητές X , έχει την παρακάτω μορφή:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i, \quad i=1, \dots, n$$

Όπου,

Y_i: Η εξαρτημένη μεταβλητή

X_i: Ανεξάρτητη μεταβλητή

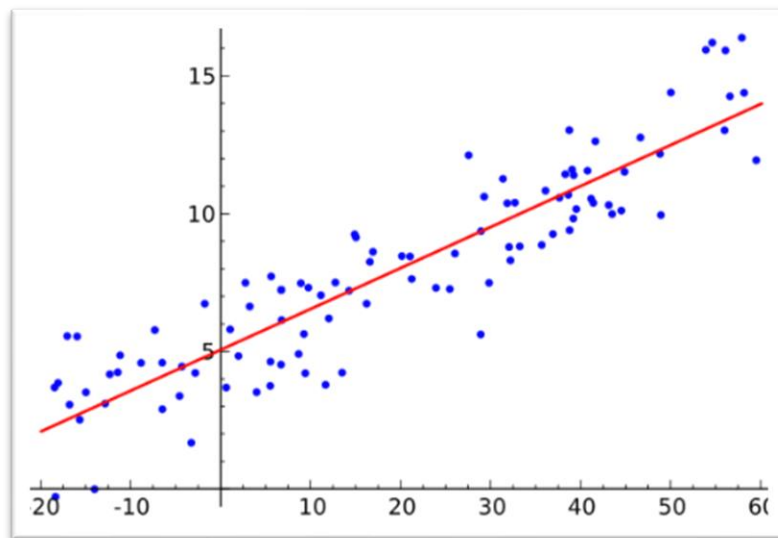
β: Συντελεστής παλινδρόμησης

n: Το μέγεθος του δείγματος

p: Δηλώνει τον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών

ε: Απόκλιση (σφάλμα)

Η γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιεί μαθηματικά μοντέλα για να προσεγγίσει τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Αναζητεί τη βέλτιστη γραμμή παλινδρόμησης που περνάει μέσα από τα δεδομένα, με βάση την ελάχιστη τετραγωνική απόσταση από τα παρατηρούμενα σημεία. Οι κύριες εφαρμογές της γραμμικής παλινδρόμησης είναι η πρόβλεψη τιμών, η εξήγηση και προσδιορισμός των συσχετίσεων μεταξύ μεταβλητών, καθώς και η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει την ανάλυση της κατεύθυνσης και της έντασης της συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών, καθώς και την εκτίμηση της ακρίβειας των προβλέψεων. Η ανάλυση αυτών περιλαμβάνει τον υπολογισμό των παραμέτρων του μοντέλου, την εκτίμηση της επίδρασης των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, την αξιολόγηση της επεξήγησης του μοντέλου και την πρόβλεψη των τιμών για νέα δεδομένα.



Εικόνα 13. Παράδειγμα απλής γραμμικής παλινδρόμησης με μία ανεξάρτητη μεταβλητή.

Από την ανάλυση των δεδομένων από το υπολογιστικό πρόγραμμα του excel προκύπτουν πολλαπλοί δείκτες με τους σημαντικότερους δείκτες να είναι οι εξής:

- Το επίπεδο σημαντικότητας στην πολλαπλή γραμμική ανάλυση αναφέρεται στο κατώφλι που χρησιμοποιείται για να αποφασίσει αν ένας συντελεστής είναι στατιστικά σημαντικός ή όχι. Συνήθως, το επίπεδο σημαντικότητας ορίζεται πριν την ανάλυση και καθορίζει πόσο απίθανο είναι να προκύψει ένα αποτέλεσμα τυχαία. Το επίπεδο σημαντικότητας συχνά αναφέρεται ως αριθμός από το 0 έως το 1 και εκφράζεται ως ποσοστό ή κλασματική τιμή. Για παράδειγμα, ένα επίπεδο σημαντικότητας του 5% αντιστοιχεί σε 0,05. Η ερμηνεία του επιπέδου σημαντικότητας είναι ότι αν ο υπολογισμένος πιθανότερος τιμητής (p-value) για έναν συντελεστή είναι μικρότερος από το επίπεδο σημαντικότητας, τότε θεωρείται στατιστικά σημαντικός. Για παράδειγμα, αν έχουμε ορίσει ένα επίπεδο σημαντικότητας του 5% (0,05), τότε ένα p-value μικρότερο από 0,05 υποδεικνύει ότι ο συντελεστής είναι στατιστικά σημαντικός στο αυστηρό επίπεδο αυτό. Συνοπτικά, ένα επίπεδο σημαντικότητας του 5% υποδεικνύει ότι θεωρούμε ως στατιστικά σημαντικούς μόνο τους συντελεστές με p-value μικρότερο από 0,05.
- Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : Ο συντελεστής προσδιορισμού στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για να μετρήσει το ποσοστό της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής που μπορεί να ερμηνευτεί από το μοντέλο παλινδρόμησης. Αποτελεί ένα μέτρο για το πόσο καλά προσαρμόζεται το μοντέλο στα δεδομένα.

Ο R^2 κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1, και μπορεί να ερμηνευθεί ως εξής:

-Αν το R-squared είναι 0, αυτό υποδηλώνει ότι το μοντέλο δεν εξηγεί καθόλου τη μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής.

-Αν το R-squared είναι 1, αυτό υποδηλώνει ότι το μοντέλο εξηγεί πλήρως τη μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής.

- Ο διορθωμένος ή προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (**Adjusted R²**) είναι μια τροποποιημένη έκδοση του R² που λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των προβλεπόμενων μεταβλητών στο μοντέλο και τον αριθμό των παρατηρήσεων. Αυτό συμβαίνει για να αποφευχθεί η υπερβολική εκτίμηση της εξηγητικής ισχύος του μοντέλου όταν προστίθενται πρόσθετες μεταβλητές στην παλινδρόμηση. Ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού προσεγγίζει το R² αλλά μειώνει την τιμή του όταν προστίθενται μη σημαντικές μεταβλητές στο μοντέλο. Αυτό μας βοηθά να εξάγουμε πιο αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με την εξηγητική ισχύ του μοντέλου, ιδίως όταν συγκρίνουμε διαφορετικά μοντέλα με διαφορετικό αριθμό προβλεπόμενων μεταβλητών.
- Με τη χρήση της ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA), η οποία είναι μία στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των διαφορών μεταξύ των μέσων των πολλαπλών ομάδων, γίνεται σύγκριση της εσωτερικής διακύμανσης (διακύμανση μέσων των ομάδων) με την εξωτερική διακύμανση (διακύμανση μεταξύ των ομάδων). Στόχος είναι να διαπιστωθεί εάν οι διαφορές μεταξύ των ομάδων είναι σημαντικές ή αποτελούν απλά τυχαίες διακυμάνσεις. Στην ανάλυση διακύμανσης, υπολογίζονται διάφορες μετρικές, όπως το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων, τα άθροισμα των τετραγώνων των μέσων των ομάδων και οι βαθμοί ελευθερίας. Με βάση αυτά τα στατιστικά μέτρα, υπολογίζονται ο συντελεστής F και τα p-values.

Όταν σε έναν πίνακα ANOVA που προκύπτει από την ανάλυση δεδομένων μέσω πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης ο συντελεστής "Significant F" ή "Σημαντικότητα F" είναι πολύ μικρός, αυτό σημαίνει ότι η συνεισφορά της ανεξάρτητης μεταβλητής που αντιστοιχεί σε αυτόν τον συντελεστή είναι στατιστικά σημαντική.

- Ο συντελεστής **t-stat**, είναι ένας δείκτης στατιστικής σημαντικότητας που χρησιμοποιείται στην ανάλυση δεδομένων με χρήση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ο t-stat υπολογίζεται για κάθε συντελεστή της παλινδρόμησης και αναφέρεται στην αξιοπιστία του συντελεστή αυτού. Ο t-stat μετρά το πόσο διαφορετικός είναι ο συντελεστής από το μηδέν, σε σχέση με την αναμενόμενη διακύμανση του συντελεστή. Αν ο t-stat έχει μια υψηλή απόλυτη τιμή, αυτό υποδηλώνει ότι ο συντελεστής είναι στατιστικά σημαντικός, δηλαδή δεν είναι μηδενικός και έχει σημαντική επίδραση στο μοντέλο παλινδρόμησης. Από την άλλη πλευρά, αν ο t-stat έχει μια χαμηλή απόλυτη τιμή, αυτό υποδηλώνει ότι ο συντελεστής δεν είναι στατιστικά σημαντικός και μπορεί να θεωρηθεί ότι η σχετική μεταβλητή δεν έχει σημαντική επίδραση στο μοντέλο.

Συνήθως, χρησιμοποιείται ένα κατώφλι τιμής, όπως απόλυτη τιμή t-stat μεγαλύτερη από 1,96 (στο επίπεδο εμπιστοσύνης του 95%), για να θεωρηθεί ένας συντελεστής στατιστικά σημαντικός.

- **Συντελεστής F:** Στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση, χρησιμοποιούμε τον πίνακα ANOVA για να αξιολογήσουμε τη στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξήγηση της εξαρτημένης μεταβλητής. Ο συντελεστής "Significant F" αντιπροσωπεύει το συντελεστή κατανομής «F» για τον συνολικό μοντέλο παλινδρόμησης. Μία μικρή τιμή της F υποδεικνύει ότι η εξαρτημένη μεταβλητή δεν

εξηγείται σημαντικά από τις ανεξάρτητες μεταβλητές ενώ αντίθετα μια μεγάλη τιμή του F μας υποδεικνύει ότι η εξαρτημένη μεταβλητή εξηγείται σημαντικά από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι η ερμηνεία του "Significant F" συντελεστή εξαρτάται από το επίπεδο σημαντικότητας που έχει οριστεί για την ανάλυση. Αν έχει οριστεί ένα αυστηρό επίπεδο σημαντικότητας, τότε ο μικρός (μικρότερος από την τιμή που ορίσαμε ως επίπεδο σημαντικότητας) Significant F υποδεικνύει ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι σημαντικές για την εξήγηση της εξαρτημένης μεταβλητής.

Η εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης και η χρήση της ανάλυσης διακύμανσης στην παρούσα μελέτη θα επιτρέψει να μελετηθεί η σχέση μεταξύ της επιβατικής κίνησης και των ανεξάρτητων μεταβλητών όπως η πυκνότητα των κατοίκων, η ανταπόκριση των σταθμών με άλλα μέσα μεταφοράς, η εμπορική και επιχειρηματική ανάπτυξη της κάθε περιοχής κλπ.

5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Με τη βοήθεια του υπολογιστικού φύλου του Excel εφαρμόσαμε τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης στα δεδομένα που συλλέξαμε. Ως εξαρτημένη μεταβλητή επιλέξαμε τον μέσο αριθμό ημερήσιων επικυρώσεων για το έτος 2022, και ως ανεξάρτητες μεταβλητές 1) την Πυκνότητα πληθυσμού, 2) την απόσταση από το κέντρο της Αθήνας (Ομόνοια), 3) εάν ο σταθμός είναι κόμβος, και 4) το πλήθος των λεωφορειακών γραμμών που εξυπηρετούνται. Το επίπεδο σημαντικότητας το ορίσαμε στο 5%. Αρχικά η συλλογή των δεδομένων και η χρήση της ανάλυσης πραγματοποιήθηκε μόνο για τους σταθμούς της γραμμής 2 του Μετρό. Τα αποτελέσματα από την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 10. Πίνακας αποτελεσμάτων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Regression Statistics	
Multiple R	0.8655961
R Square	0.7492566
Adjusted R Square	0.6823917
Standard Error	6466.0772
Observations	20

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	1.874E+09	4.7E+08	11.206	0.00020656
Residual	15	627152314	4.2E+07		
Total	19	2.501E+09			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-153.4335	6981.0501	-0.0220	0.9828	-15033.1896	14726.3227	-15033.1896	14726.3227
Πυκνότητα κατοίκων	0.2354	0.2142	1.0992	0.2890	-0.2211	0.6919	-0.2211	0.6919
Απόσταση από το κέντρο της Αθήνας	192.3593	686.6014	0.2802	0.7832	-1271.0970	1655.8156	-1271.0970	1655.8156
Κόμβος με άλλον σταθμό	9714.8419	4465.4775	2.1755	0.0460	196.9020	19232.7818	196.9020	19232.7818
Γραμμές Λεωφορείων	1114.1578	284.9455	3.9101	0.0014	506.8108	1721.5047	506.8108	1721.5047

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης ανέδειξαν υψηλό το ποσοστό του διορθωμένου συντελεστή προσδιορισμού R^2 (68%) το οποίο υποδηλώνει ότι οι παράμετροι εξηγούν το 68% της εξαρτημένης μεταβλητής (Επιβατική κίνηση). Ο συντελεστής significance F είναι πολύ μικρός συγκριτικά με τον συντελεστή σημαντικότητας που ορίσαμε (5%) γεγονός που υποδηλώνει ότι η ανάλυση είναι στατιστικά σημαντική ως προς το δείγμα που εξετάσαμε. Η ανάλυση των παραμέτρων και ο συντελεστής t-Stat ανέδειξε ότι οι παράγοντες διασύνδεσης (κόμβου) και οι λεωφορειακές γραμμές παρουσιάζουν μεγάλη βαρύτητα στην επιρροή της επιβατικής κίνησης του Μετρό, ενώ αντίθετα οι παράμετροι της πυκνότητας πληθυσμού και της απόστασης από το κέντρο της πόλης δεν αποτελούν παράμετρο επιρροής. Η γραμμή 2 παράλα αυτά, είναι η γραμμή με τους λιγότερους και τους πιο κοντινούς προς το κέντρο σταθμούς, επομένως το πόρισμα της παραπάνω ανάλυσης δεν θα μπορούσε να αποτελέσει βάση αναφοράς για το σύνολο του δικτύου. Ως τούτου κρίθηκε σκόπιμο η συλλογή

δεδομένων να γίνει συγκετρωτικά σε όλο το δίκτυο του Μετρό συμπεριλαμβανομένων και της Γραμμής 1 και 3.

Στη συνέχεια συλλέχθηκαν δεδομένα και από τις υπόλοιπες 2 γραμμές του δικτύου και η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε μεγαλύτερο αριθμό παρατηρήσεων. Επιπλέον, προστέθηκε η παράμετρος της διαθεσιμότητας οργανωμένων θέσεων στάθμευσης στην περιοχή γύρω από τους σταθμούς σε ακτίνα 300 μέτρων. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω της πλατφόρμας google όπου έγινε αναζήτηση για επιχειρήσεις οι οποίες διαθέτουν την υπηρεσία στάθμευσης και στη συνέχεια εξετάστηκε εάν η επιχείρηση αυτή είναι εντός της ακτίνας εμβέλειας [Παράρτημα Ε]. Από τα παραπάνω και μετά από ανάλυση των δεδομένων με τη χρήση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης προέκυψε ο παρακάτω πίνακας αποτελεσμάτων.

Πίνακας 11. Πίνακας αποτελεσμάτων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Regression Statistics	
Multiple R	0.8138
R Square	0.6622
Adjusted R Square	0.6291
Standard Error	5455.9167
Observations	6514.2564

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	5	4244403944	848880788	21.0040	5.48287E-11
Residual	51	2164212406	42435537		
Total	56	6408616350			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	5529.30	3579.22	1.544	0.1285	-1656.29	12714.91	-1656.29	12714.91
Πυκνότητα Απόσταση από το κέντρο της Αθήνας (Ομόνοια)	0.2332	0.1084	2.1511	0.0362	0.0155	0.4509	0.0155	0.4509
Κόμβος με άλλο σταθμό	13555.78	2705.82	5.01	0.00000691	8123.63	18987.94	8123.63	18987.94
Λεωφορειακές γραμμές	749.03	180.12	4.16	0.00012276	387.43	1110.63	387.43	1110.63
Οργανωμένες θέσεις στάθμευσης	911.750724	1639.007	-0.55628	0.580404	-4200.66	2377.158	-4200.66	2377.158

Από την παραπάνω ανάλυση (συμπεριλαμβανομένων των 3 γραμμών και την παράμετρο των θέσεων στάθμευσης), διαπιστώνεται υψηλό το ποσοστό του διορθωμένου συντελεστή προσδιορισμού R^2 (63%) και ο συντελεστής significance F είναι πολύ μικρός σχέση με τον συντελεστή σημαντικότητας (5%). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι η ανάλυση μας είναι στατιστικά σημαντική στο σύνολο της και εξηγεί μεγάλο μέρος της εξαρτημένης μεταβλητής (Επιβατική κίνηση). Αυτή τη φορά οι παράγοντες διασύνδεσης (κόμβος), πυκνότητας, οι λεωφορειακές γραμμές αλλά και η απόσταση από το κέντρο της Αθήνας παρουσιάζουν μεγάλη βαρύτητα στην επιρροή της επιβατικής κίνησης του Μετρό (P-value < 0.05) και ($|t\text{-stat}| > 1,96$). Η νέα παράμετρος της οργανωμένων διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης που προστέθηκε, έχοντας υψηλό τον συντελεστή P-value (P-value > 5%) φαίνεται να μην έχουν σημαντική επιρροή στην επιβατική κίνηση στους σταθμούς.

Η αρχική μας ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε μία μόνο γραμμή, η δεύτερη ανάλυση πραγματοποιήθηκε στο σύνολο των 3 γραμμών αλλά προστέθηκε μία μεταβλητή η οποία αφορά μόνο την διαθεσιμότητα οργανωμένων θέσεων στάθμευσης, και καθώς δεν λαμβάνονται υπ όψιν οι ελεύθερες θέσεις στάθμευσης, κρίθηκε απαραίτητο να γίνει άλλη μία ανάλυση η οποία θα αφορά το σύνολο των 3 γραμμών αλλά δεν θα ληφθεί υπ όψιν η μεταβλητή των θέσεων στάθμευσης καθώς το χαρακτηριστικό αυτό χρειάζεται επιπλέον τεκμηρίωση. Τα αποτελέσματα του συγκετρωτικού πίνακα αποτυπώνονται στο παράρτημα Ζ.

Η χρήση της πολλαπλής γραμμής παλινδρόμησης μας εμφάνισε τον παρακάτω πίνακα αποτελεσμάτων.

Πίνακας 12. Πίνακας αποτελεσμάτων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Regression Statistics	
Multiple R	0.806680773
R Square	0.650733869
Adjusted R Square	0.623867244
Standard Error	6560.828743
Observations	57

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	4170303713	1042575928	24.22090077	2.37347E-11
Residual	52	2238312637	43044473.79		
Total	56	6408616350			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	7114.538218	3396.314041	2.094782206	0.041079697	299.3354991	13929.74	299.3355	13929.74
Πυκνότητα	0.200824531	0.106374962	1.887892866	0.064625971	-0.012632446	0.414282	-0.01263	0.414282
Απόσταση από το κέντρο της Αθήνας (Ομόνοια)	-658.8813135	327.0104076	-2.014863436	0.049102998	-1315.075703	-2.68692	-1315.08	-2.68692
Κόμβος με άλλο σταθμό	13408.16402	2722.838609	4.924332999	8.96943E-06	7944.388619	18871.94	7944.389	18871.94
Λεωφορειακές γραμμές	824.5993269	172.0182406	4.793673765	1.41127E-05	479.4194741	1169.779	479.4195	1169.779

Από την παραπάνω τελική ανάλυση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού R^2 είναι ίσος με **0.62** το οποίο σημαίνει ότι το ποσοστό διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από το μοντέλο καλύπτει το 62 %. Με απλά λόγια το 62 % των δεδομένων επιβατικής κίνησης εξηγείται και επηρεάζεται από τους 4 παράγοντες τους οποίους εξετάσαμε ως ανεξάρτητες μεταβλητές. Το ποσοστό καλύπτει αρκετά μεγάλο ποσοστό της επιβατικής κίνησης και έτσι μπορούμε να πούμε ότι από την παρούσα έρευνα καλύπτεται ένα μεγάλο μέρος της επηροής στην επιβατική κίνηση στους σταθμούς του Μετρό.

- **Ο συντελεστής Significance F** από τον πίνακα ANOVA είναι ίσος με **0.00000000023**. Ο συντελεστής είναι πολύ μικρότερος από επίπεδο σημαντικότητας που ορίσαμε (0.05 ή 5%), άρα το ποσοστό της επιβατικής κίνησης που προκύπτει από το συντελεστή προσδιορισμού και εξετάζουν οι 4 παράγοντες που ορίσαμε έχουν άμεση επίδραση στην επιβατικότητα στους σταθμούς του Μετρό.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα σύμφωνα με την τελευταία ανάλυση των 4 παραγόντων που εξετάσαμε.

1. Πυκνότητα πληθυσμού στις ευρύτερες περιοχές των σταθμών του Μετρό.

Από την ανάλυση των δεδομένων πυκνότητας του πληθυσμού στις περιοχές του Μετρό, με τη χρήση της γραμμικής παλινδρόμησης, προέκυψε ότι το p-value είναι ίσο με **0,064** και είναι ελάχιστα μεγαλύτερο από το επίπεδο σημαντικότητας που ορίστηκε (0,05). Αν και ελάχιστα μεγαλύτερο από τον συντελεστή σημαντικότητας δεν μπορούμε να αναγοήσουμε ότι υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ της πυκνότητας του πληθυσμού και της επιβατικότητας στους σταθμούς του Μετρό. Ουσιαστικά, το P-value που είναι σχεδόν ίσο με το επίπεδο σημαντικότητας που έχει οριστεί (0,05) υποδεικνύει ότι η συσχέτιση που παρατηρείται μεταξύ της πυκνότητας του πληθυσμού και της επιβατικότητας είναι πιθανό να μην είναι αποτέλεσμα τυχαίων παρατηρήσεων, αλλά μάλλον αποδίδεται σε πραγματική συσχέτιση μεταξύ αυτών των μεταβλητών. Αντίστοιχα ο συντελεστής t-stat (=1,89) προκύπτει μικρότερος αλλά αρκετά κοντά στην τιμή 1,96 που ορίζεται ως σημείο αναφοράς για τον χαρακτηρισμό του επιπέδου σημαντικότητας του εξεταζόμενου παράγοντα. Από τις δύο πρώτες αναλύσεις δε, διαπιστώνεται ότι η μεταβλητή της πυκνότητας πληθυσμού είναι πολύ ευάλωτη όταν στην ανάλυση προστίθενται νέοι παράμετροι ή όταν εξετάζεται μέρος του συνόλου των σταθμών.

Ο συντελεστής κλίσης της πυκνότητας του πληθυσμού για την μεταβλητή, με 95% πιθανότητα βρίσκεται μεταξύ των τιμών (0,414 έως - 0,012) και μπορούμε να το προσδιορίσουμε ως (0,20). Η τιμή του συντελεστή κλίσης προκύπτει ότι είναι θετικός αριθμός πράγμα που υποδηλώνει ότι όσο αυξάνεται ο πληθυσμός στην περιοχή γύρω από έναν σταθμό του Μετρό θα αυξάνεται και η επιβατική κίνηση στο σταθμό. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι εάν όλες οι υπόλοιποι παράμετροι παραμένανε σταθεροί, για κάθε 100 επιπλέον κάτοικους που προστίθεται στην ευρύτερη περιοχή του μετρό η επιβατική κίνηση θα αυξάνεται κατά 20 επικυρώσεις την ημέρα.

Όπως προκύπτει από τους Badoe και Miller και τους Andersson, Shyr, και Yang, επιβεβαιώνεται από την παρούσα εργασία η αυξημένη πυκνότητα πληθυσμού σε αυτές τις περιοχές φαίνεται να δημιουργεί μεγαλύτερη ζήτηση για τη χρήση του Μετρό. Παρόλα αυτά, για την περίπτωση του Μετρό της Αθήνας υπάρχουν μερικές περιπτώσεις στις οποίες δεν επαληθεύεται αυτό. Ορισμένοι σταθμοί όπως το Σύνταγμα ή το Πανεπιστήμιο παρότι έχουν αυξημένη κίνηση επιβατών, δεν συμπεριλαμβάνονται στις περιοχές με αυξημένη πυκνότητα πληθυσμού. Σε γενικές γραμμές θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι όταν μια περιοχή είναι πυκνοκατοικημένη, συχνά σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλος αριθμός κατοίκων που διαμένουν κοντά σε αυτήν. Οι κάτοικοι αυτοί έχουν ευκολότερη πρόσβαση στον σταθμό του Μετρό και μπορούν να τον χρησιμοποιούν για τις μετακινήσεις τους. Η κοντινή απόσταση από το σπίτι

τους μέχρι τον σταθμό μειώνει τον χρόνο και την προσπάθεια που απαιτούνται για τη μετακίνηση, καθιστώντας το Μετρό πιο ελκυστική επιλογή από άλλα μέσα μεταφοράς. Επιπλέον μια πυκνοκατοικημένη περιοχή συνήθως σημαίνει ότι υπάρχουν πολλές κατοικίες, επιχειρήσεις, καταστήματα, εστιατόρια και άλλες υπηρεσίες σε κοντινή απόσταση. Οι κάτοικοι και οι επισκέπτες της περιοχής μπορεί να εξαρτώνται από το Μετρό για τη μετακίνησή τους προς και από αυτές τις τοποθεσίες. Η προσβασιμότητα μέσω του Μετρό μπορεί να είναι πρακτική και αποδοτική λύση, ειδικά όταν η περιοχή είναι πυκνοκατοικημένη και η χρήση του ιδιωτικού αυτοκινήτου είναι περιορισμένη ή ανέφικτη λόγω προβλημάτων όπως η συμφόρηση ή η έλλειψη χώρου στάθμευσης.

2. Απόσταση σταθμών από το κέντρο της Αθήνας

Από τον πίνακα αποτελεσμάτων της παλινδρόμησης παρατηρούμε ότι το p-value των δεδομένων που αφορούν την απόσταση των σταθμών του Μετρό από το κέντρο της Αθήνας είναι ίσο με **0,049**. Η τιμή του P-value είναι μικρότερη από το επίπεδο σημαντικότητας που ορίσαμε σε 0,05. Αυτό υποδηλώνει ότι η απόσταση από το κέντρο της Αθήνας επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την επιβατική κίνηση των σταθμών. Η απόλυτη τιμή του συντελεστή t-stat προκύπτει ότι είναι ίση με **2,014**, γεγονός που δηλώνει ότι η παράμετρος της απόστασης έχει σημαντική επίδραση στο μοντέλο. Ο συντελεστής κλίσης της μεταβλητής με πιθανότητα 95% βρίσκεται ανάμεσα στις τιμές -1.315,07 (Lower 95%) και -2,69 (Upper 95%) και μπορούμε να τον προσδιορίσουμε με τον αριθμός -658,9 (Coefficient). Ο συντελεστής κλίσης είναι αρνητικός επομένως καταλήγουμε ότι όσο πιο μακριά βρίσκεται ένας σταθμός από το κέντρο της Αθήνας επηρεάζει αρνητικά την επιβατικότητα στους σταθμούς του Μετρό. Οι σταθμοί που βρίσκονται πιο κοντά στο κέντρο της πόλης φαίνεται να εμφανίζουν μεγαλύτερη ροή κόσμου. Από την ανάλυση προκύπτει ότι για κάθε χιλιομετρική απόσταση ενός σταθμού Μετρό από το κέντρο της Αθήνας η επιβατική κίνηση μειώνεται κατά 659 επιβάτες την ημέρα. Το πόρισμα αυτό μπορεί να ισχύει μόνο εάν οι υπόλοιποι παράμετροι παραμέναν σταθεροί.

Όπως αναφέρεται και από τους Yingjie Zhang, Siqi Zheng, Cong Sun, Rui Wang, η απόσταση των σταθμών από το κέντρο της πόλης αλληλεπιδρά με την επιβατική ροή στους σταθμούς. Με την παρούσα εργασία επιβεβαιώνεται ότι ο παραπάνω παράγοντας έχει άμεση επηροή στο Μετρό της Αθήνας. Οι σταθμοί που βρίσκονται πιο κοντά στο κέντρο της πόλης εμφανίζουν μεγαλύτερη ροή κόσμου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κέντρο της πόλης αποτελεί δημοφιλή προορισμό για τους κατοίκους της Αττικής καθώς στο κέντρο εδρεύουν περισσότερες επιχειρηματικές δραστηριότητες με αποτέλεσμα ο κόσμος να κινείται καθημερινά για τις ανάγκες εργασίας του. Επιπλέον το κέντρο της πόλης περιέχει περισσότερες δραστηριότητες, αξιοθέατα, εμπορικά καταστήματα και σημεία ενδιαφέροντος για τον τουρισμό αλλά και για τους μόνιμους κάτοικους της χώρας, με αποτέλεσμα να προσελκύει καθημερινά περισσότερο κόσμο. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι ότι στις περισσότερες περιοχές στο κέντρο της πόλης η στάθμευση επιτρέπεται μόνο στους μόνιμους κατοίκους με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η χρήση ιδιωτικού αυτοκινήτου για την πρόσβαση στις περιοχές αυτές

3. Σταθμοί κόμβοι

Η τρίτη μεταβλητή που επιλέξαμε να εξετάσουμε αφορά τον χαρακτηρισμό των σταθμών εάν αυτός είναι κόμβος με κάποια άλλη γραμμή του Μετρό ή του Προαστιακού. Όπως παρατηρούμε το P-value είναι ίση με **0,0000089**. Η τιμή του P-value προκύπτει ότι είναι σημαντικά μικρότερη από το επίπεδο σημαντικότητας που ορίσαμε (5%). Εξίσου αντίστοιχα αποτελέσματα μας υποδεικνύει ο συντελεστής t-stat ο οποίος προκύπτει ίσος με **4,924** γεγονός που δηλώνει στη στατιστική βαρύτητα της μεταβλητής στο μοντέλο μας. Ο συντελεστής κλίσης της μεταβλητής κατά 95% πιθανότητα κυμένεται μεταξύ των τιμών 7.944,4 (Lower 95%) και 18.871,9 (Upper 95%). Τον συντελεστή κλίσης της μεταβλητής μπορούμε να τον προσδιορίσουμε με τον αριθμό 13.408,16 (Coefficient). Ο συντελεστής είναι θετικός αριθμός οπότε συμπεραίνουμε ότι η επιβατική κίνηση στους σταθμούς επηρεάζεται θετικά όταν ο σταθμός αποτελεί κόμβο με άλλη δρομολογιακή γραμμή. Όπως και προηγουμένως, υπολογίζεται ότι ένας σταθμός που αποτελεί κόμβο σύνδεσης με άλλη γραμμή Μετρό ή Προαστιακού προσελκύει 13.408,16 επιπλέον επιβάτες ημερησίως λόγω της ιδιότητας του.

Οι σταθμοί που λειτουργούν ως κόμβοι και συνδέονται με άλλες γραμμές του Μετρό παρέχουν ευκολία στις μετακινήσεις μεταξύ γραμμών. Αυτό καθιστά τους σταθμούς αυτού πιο ελκυστικούς για τους επιβάτες, καθώς παρέχει ευκολότερη και γρηγορότερη συνδυασμένη μετακίνηση. Οι επιβάτες μπορούν να επιλέξουν τον βέλτιστο συνδυασμό γραμμών για να φτάσουν στον προορισμό τους, ανάλογα με τις ανάγκες τους, τον χρόνο και τις προτιμήσεις τους. Οι σταθμοί κόμβο προσφέρουν αξιοσημείωτο σημείο αναχωρήσης και άφιξης για πολλούς επιβάτες. Ως αυτού μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι εάν ένας σταθμός είναι κόμβος με άλλη γραμμή και προσφέρει εναλλακτικές γραμμές μεταφοράς στους επιβάτες, επηρεάζει άμεσα την επιβατική του κίνηση. Ο ίδιος ισχυρισμός επιβεβαιώνεται και από τους Zhenjun Zhu κ.α. σύμφωνα με την έρευνα τους για το Μετρό της Nanjing.

4. Λεωφορειακές γραμμές σε ακτίνα 200 μέτρων από το σταθμό.

Η τελευταία μεταβλητή που εξετάσαμε αφορά τον αριθμό των λεωφορειακών γραμμών που βρίσκονται σε απόσταση ακτίνας 200 μέτρων από το σταθμό. Η τιμή του P-value σε αυτή τη περίπτωση βγήκε ίση με **0,000014** και είναι πολύ μικρότερη συγκριτικά με το επίπεδο σημαντικότητας (5%). Μπορούμε με σιγουριά να πούμε αυτή η παράμετρος επηρεάζει άμεσα την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του Μετρό. Ο συντελεστής t-stat με τη σειρά του αποδίδει μεγάλη βαρύτητα επιρροής της μεταβλητής των λεωφορειακών γραμμών στο μοντέλο μας καθώς η τιμή του συντελεστή είναι **4,793** και συνεπώς αρκετά μεγαλύτερη από το 1,96. Ο συντελεστής κλίσης της μεταβλητής με 95% πιθανότητα κυμένεται μεταξύ των τιμών 479,42 (Lower 95%) και 1.169,78 (Upper 95%). Ο συντελεστής κλίσης της μεταβλητής προκύπτει θετικός αριθμός 824,6, πράγμα που σημαίνει ότι οι λεωφορειακές γραμμές προσελκύουν κόσμο στους σταθμούς και αυξάνουν σε αριθμό τον επιβατικό πληθυσμό που εξυπηρετείται από το σταθμό. Μπορούμε να υπολογίσουμε ότι για κάθε νέα λεωφορειακή γραμμή που προστίθεται κοντά σε μια περιοχή που περιέχει σταθμό Μετρό, η επιβατική κίνηση θα αυξηθεί κατά 824,6 επιβάτες ημερησίως.

Η παρουσία πολλών λεωφορειακών γραμμών στην άμεση γειτνίαση του σταθμού μετρό παρέχει επιπλέον επιλογές μετακίνησης στους επιβάτες. Οι επιβάτες μπορούν να επιλέξουν

την κατάλληλη λεωφοριακή γραμμή για να φτάσουν στον σταθμό μετρό, ανάλογα με την αφετηρία τους και τον προορισμό τους. Αυτό καθιστά τη μετακίνηση πιο εύκολη και βολική, ειδικά για επιβάτες που έχουν ανάγκη να συνδυάσουν πολλαπλά μέσα μεταφοράς για την απόκτηση πλήρους μετακινησιμότητας. Όπως μελετήθηκε και από τους Yang κ.α. για την πόλη Chengdu της Κίνας και προκύπτει και από την εργασία μας και προκύπτει από την παρούσα εργασία για το Μετρό της Αθήνας, οι σταθμοί μετρό που έχουν κοντά τους πολλές λεωφοριακές γραμμές παρέχουν στους επιβάτες τη δυνατότητα να επιλέξουν τον πιο ευνοϊκό συνδυασμό μεταφοράς για τον προορισμό τους, ανάλογα με την κυκλοφορία, τις ώρες αιχμής και τις προσωπικές τους ανάγκες. Αυτή η ευελιξία φαίνεται να οδηγεί σε αυξημένη επιβατική κίνηση στους σταθμούς μετρό που συνδέονται με πολλές λεωφοριακές γραμμές.

Συνολικά, από την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης με τη σχέση των εξαρτημένων και μη εξαρτημένων μεταβλητών η εξίσωση που περιγράφει το μοντέλο μας είχε την παρακάτω μορφή:

$$\text{Επικυρώσεις σε έναν σταθμό ανά ημέρα} = 7.114,5 + 0,200 * (\text{Πυκνότητα πληθυσμού}) - 658,881 * (\text{Χιλιομετρική απόσταση σταθμού από το κέντρο}) + 13.408,16 * (\text{Εάν είναι κόμβος}) + 824,599 * (\text{Λεωφορειακές γραμμές})$$

Η εξίσωση αυτή δύναται να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμήσει την συνολική ροή επιβατών σε έναν σταθμό σύμφωνα με τις παραμέτρους που αναλύθηκαν.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Η έρευνα μας είχε ως στόχο την διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση του Μετρό στην Αθήνα και να αναδείξει τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτήν την ανάλυση. Μελετήσαμε τέσσερις σημαντικούς παράγοντες που θεωρήθηκαν ότι επηρεάζουν την επιβατική κίνηση, αναλύοντάς τους λεπτομερώς. Οι τέσσερις παράγοντες που εξετάσαμε φαίνεται πως αλληλοεπιδρούν και επηρεάζουν την επιβατική κίνηση στους σταθμούς του Μετρό. Από την ανάλυση της παλινδρόμησης προκύπτει πως οι παράγοντες «Κόμβος με άλλο σταθμό» και «Λεωφορειακές γραμμές» συμβάλλουν καθοριστικά στην επιβατικότητα των σταθμών. Οι παράγοντες «Απόσταση από το κέντρο της Αθήνας» και «Πυκνότητα» αν και τα αποτελέσματα τους ήταν πολύ κοντά στην τιμή του επιπέδου σημαντικότητας που ορίσαμε φαίνεται και αυτοί να συμβάλουν στην καθημερινή ροή του κόσμου στους σταθμούς, όπως έχει ερευνηθεί και από προηγούμενες μελέτες. Παρόλα αυτά είδαμε ότι οι δύο τελευταίοι παράμετροι παρουσιάζουν έντονη μείωση της βαρύτητας επιρροής όταν προστίθενται νέες μεταβλητές ή εξετάζεται μέρος της γραμμολογίας του Μετρό της Αθήνας.

Συνολικά, θα λέγαμε ότι η επιβατική κίνηση των σταθμών του Μετρό είναι ένα πολυπαραγοντικό ζήτημα. Η έρευνά μας κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι τέσσερις παράγοντες που εξετάσαμε (πυκνότητα πληθυσμού, απόσταση από το κέντρο της Αθήνας, σταθμοί κόμβοι, αριθμός λεωφορειακών γραμμών) αποτελούν παράγοντες επηροής και επηρεάζουν σημαντικά την επιβατική κίνηση του Μετρό στην Αθήνα. Η κατανόηση αυτών των παραγόντων μπορεί να συμβάλει στον βελτιστοποιημένο σχεδιασμό και λειτουργία των δρομολογίων του δικτύου του Μετρό, προσαρμόζοντάς το στις ανάγκες και τις προτιμήσεις των επιβατών. Βάσει των αποτελεσμάτων της έρευνας, είναι δυνατόν να αναγνωριστούν σημαντικές πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση των υπηρεσιών μεταφοράς. Επιπλέον, τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την μελέτη σχεδιασμού νέων σταθμών μετρό στην πόλη. Μπορούν να παρέχουν κατευθυντήριες γραμμές για την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας, την απόσταση από το κέντρο της πόλης και την προβλεπόμενη επιβατική κίνηση που θα εξυπηρετηθεί.

Οι παράγοντες που εξετάσαμε αποτελούν ένα μικρό μέρος από το σύνολο παραγόντων που επηρεάζουν την επισκεψιμότητα στους σταθμούς του Μετρό. Η προσέγγιση της επισκεψιμότητας στους σταθμούς είναι δύσκολη στην ακριβής προσέγγιση του καθώς επηρεάζεται σε μεγάλο και μικρό βαθμό από πάρα πολλές παραμέτρους. Προτείνεται σε μελλοντικές έρευνες να γίνει ανάλυση συνδυαστικά με τους τέσσερις (4) παράγοντες που αναλύσαμε, με πρόσθετους εξίσου σημαντικούς παράγοντες. Ένας τέτοιο παράδειγμα είναι η προσβασιμότητα των σταθμών για άτομα με κινητικές δυσκολίες ή αναπηρία, καθώς αυτή είναι μια κρίσιμη πτυχή της προσφοράς μαζικής μεταφοράς. Επιπλέον, η ασφάλεια στους σταθμούς του Μετρό είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την επιβατική κίνηση και θα μπορούσε να αποτελέσει ξεχωριστό αντικείμενο μελέτης.

Οι κοινωνικοί παράγοντες και οι προτιμήσεις των επιβατών μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή του Μετρό έναντι άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς και θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω έρευνας. Η εκ νέου ανάλυση της διαθεσιμότητας θέσεων στάθμευσης με τεκμηριωμένα δεδομένα, τα σημεία ενδιαφέροντος της πόλης, η ιδιότητα της περιοχής (αν αφορά περιοχή με εμπορικά καταστήματα ή εργασιακούς χώρους) είναι και

αυτά θέματα που μπορούν να εξεταστούν. Τέλος, η ποιότητα των υπηρεσιών, όπως η συχνότητα των δρομολογίων και η ακρίβεια του χρόνου άφιξης, είναι και αυτοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή των επιβατών. Αυτοί οι αναφερόμενοι παράγοντες ανοίγουν τον δρόμο για περαιτέρω έρευνα και ανάλυση σε αυτό το σημαντικό πεδίο της μελέτης της επιβατικής κίνησης στους σταθμούς του Μετρό. Επιπλέον, μια επέκταση της έρευνας σε διαφορετικές πόλεις ή διαφορετικά μέσα μαζικής μεταφοράς θα μπορούσε να προσφέρει συγκριτικές αναλύσεις και κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την επιβατική κίνηση σε διάφορα περιβάλλοντα. Οι προτάσεις αυτές αντιπροσωπεύουν μόνο μερικές από τις πιθανές κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα, και η εξέλιξη του θέματος θα μπορούσε να οδηγήσει σε ακόμα πιο εμπειριστατωμένη κατανόηση της επιβατικής κίνησης στους σταθμούς του Μετρό και των παραγόντων που την επηρεάζουν.

Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές

Albrecht, T. (2008). Automated timetable design for demand-oriented service on suburban railways.

Andersson, D.E., O.F. Shyr, J. Yang. (2021). Neighbourhood effects on station-level transit use. *Evidence from the Taipei metro*. 103-127.

Badoe, E.J. and Miller. (2000) Transportation–land-use interaction. *Empirical findings in North America, and their implications for modeling*, 235-263.

Bláfoss J. I., Nielsen O.A. (2018). How urban density, network topology and socio-economy influence public transport ridership. *Empirical evidence from 48 European metropolitan areas*, 50–63.

Brian D. Taylor , Douglas Miller , Hiroyuki Iseki , Camille Fink. (2009). Nature and/or nurture? *Analyzing the determinants of transit ridership across US urbanized areas*, 60-77.

Ibraeva, A., G. Homem de Almeida Correia b, Cecília Silva , Antonio Pais Antunes. (2022). Mobility impacts of a new metro system with transit-oriented development features

Kenworthy, J.R, Laube F.B. (1999). Patterns of automobile dependence in cities. *An international overview of key physical and economic dimensions with some implications for urban policy*, 691-723.

Miedema and Oudshoorn. (2001). Annoyance from transportation noise. *Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals*, 409–416.

Kopsidas, Athanasios, and Konstantinos Kepaptsoglou. (2023). How Is Intraday Metro Ridership Related to Station Centrality in Athens, Greece? Findings May. <https://doi.org/10.32866/001c.75171>

Linardakis, M., P. Dellaportas. (2003). Assessment of Athens’s metro passenger behavior via a multiranked probit model.

Niu, H., X. Zhou, R. Gao. (2015). Train scheduling for minimizing passenger waiting time with time-dependent demand and skip-stop patterns. *Nonlinear integer programming models with linear constraints*, 117–135.

Pei Yin, Jing Cheng και Miaojuan Peng. (2022). Analyzing Influencing Factors of Transfer Passenger Flow of Urban Rail Transit. *A New Approach Based on Nested Logit Model Considering Transfer Choices – ResearchGate*

Sicard P. (2021). Urban population exposure to air pollution in Europe over the last decades.

Sanok, S., M. Berger, U. Müller, M. Schmid, S. Weidenfeld, E.M. Elmenhorst, D. Aeschbach. (2022). Road traffic noise impacts sleep continuity in suburban residents. *Exposure-response quantification of noise-induced awakenings from vehicle pass-bys at night*.

Shyr, O. F., Andersson, D.Emanuel, Cheng, Yu-Hsuan, Hsiao, Yu-Hsuan. (2017). What explains rapid transit use? *Evidence from 97 urbanized areas, 162-169*

Thacher, J.D., Aslak H. Poulsen, Ole Raaschou-Nielsen, Ulla A. Hvidtfeldt, Jørgen Brandt, Jesper H. Christensen, Jibrán Khan, Gregor Levin, Thomas Münzel, Mette Sørensen. (2022). Exposure to transportation noise and risk for cardiovascular disease in a nationwide cohort study from Denmark.

Thacher, J.D., Aslak H. Poulsen, Ulla A. Hvidtfeldt, Ole Raaschou-Nielsen, Jørgen Brandt, C. Geels, Jibrán Khan, Thomas Munzel, Mette Sørensen. (2021) . Long-Term Exposure to Transportation Noise and Risk for Type 2 Diabetes in a Nationwide Cohort Study from Denmark.

Tomer. (2011). Transit Access and Zero Vehicle Household.

Torabi F., K, Yashar Araghi, Niels van Oort, Serge Hoogendoorn. (2022). Passengers preferences for using emerging modes as first/last mile transport to and from a multimodal hub case study Delft Campus railway

Wikipedia. Γραμμή Ηλεκτρικού (Μετρό Αθήνας),
[https://el.wikipedia.org/wiki/Γραμμή_Ηλεκτρικού_\(Μετρό_Αθήνας\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Γραμμή_Ηλεκτρικού_(Μετρό_Αθήνας))

Wikipedia. Γραμμή 2 (Μετρό Αθήνας),
[https://el.wikipedia.org/wiki/wiki/Γραμμή_2_\(Μετρό_Αθήνας\)](https://el.wikipedia.org/wiki/wiki/Γραμμή_2_(Μετρό_Αθήνας))

Wikipedia. Γραμμή 3 (Μετρό Αθήνας),
[https://el.wikipedia.org/wiki/Γραμμή_3_\(Μετρό_Αθήνας\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Γραμμή_3_(Μετρό_Αθήνας))

Yang H., Z. Zhao, C. Jiang, Y. Wen, M. M.Abid. (2021). Spatially Varying Relation between Built Environment and Station-Level Subway Passenger-Distance

Yingjie Zhang, Siqi Zheng, Cong Sun, Rui Wang. (2016) . Does subway proximity discourage automobility? Evidence from Beijing

Yang, L., B. Yu, Y. Liang, Y. Lu, W.Li. (2022). Time-varying and non-linear associations between metro ridership and the built environment

Yong Qi Sawa, Foundation Study, National, Fazilatulaili, Thusal Bentonage. (2019). Passenger satisfaction towards metro infrastructures, facilities and services

Zhu, Z. Jun Zeng , Xiaolin Gong, Yudong He, Shucheng Qiu. (2021) Analyzing Influencing Factors of Transfer Passenger Flow of Urban Rail Transit. *A New Approach Based on Nested Logit Model Considering Transfer Choices.*

Γεώργιος Μπαλλάς. (2022) . Ποιότητα ζωής στο λεκανοπέδιο της Αθήνας υπό το πρίσμα της Βιώσιμης Ανάπτυξης

Το Βήμα, 2021, Μετρό – Πώς η Γραμμή 4 αλλάζει την Αθήνα,
<https://www.tovima.gr/2021/11/21/society/metro-pos-i-grammi-4-allazei-tin-athina/>

Βικιταξίδια, Αθήνα/Κέντρο,
<https://el.wikivoyage.org/wiki/Αθήνα/Κέντρο#:~:text=Η%20Πλατεία%20Ομόνοιας%20είναι%20το%20κέντρο%20της%20Αθήνας.>

Woman-Toc team, «Ο καθρέφτης της Ελλάδας και το σημείο μηδέν»: Ένα κείμενο για την Ομόνοια που προκαλεί θλίψη, <https://www.womantoc.gr/stories/article/o-kathreftis-tis-elladas-kai-to-simeio-miden-ena-keimeno-gia-tin-omonoia-pou-prokalei-thlipsi>

Παράρτημα Α

Πίνακας 13. Σταθμοί Μετρό – Δρομολόγια Γραμμής 1 προς Κηφισιά. Πηγή: Γραμμή 1 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΠΡΩΤΟ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (Έως Στ.Ομόνοια)
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	05:00	00:15	00:30
ΦΑΛΗΡΟ	05:03	00:18	00:33
ΜΟΣΧΑΤΟ	05:06	00:21	00:36
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	05:09	00:24	00:39
ΤΑΥΡΟΣ	05:10	00:25	00:40
ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ	05:12	00:27	00:42
ΘΗΣΕΙΟ	05:15	00:30	00:45
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	05:16	00:31	00:46
ΟΜΟΝΟΙΑ	04:49	00:34	00:49
ΒΙΚΤΩΡΙΑ	04:51	00:36	
ΑΤΤΙΚΗ	04:54	00:39	
ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	04:56	00:41	
ΚΑΤΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	04:57	00:42	
ΑΓΙΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	04:59	00:44	
ΑΝΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	05:01	00:46	
ΠΕΡΙΣΣΟΣ	05:03	00:48	
ΠΕΥΚΑΚΙΑ	05:05	00:50	
ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ	05:06	00:51	
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	05:09	00:54	
ΕΙΡΗΝΗ	05:11	00:56	
ΝΕΡΑΤΖΙΩΤΙΣΣΑ	05:13	00:58	
ΜΑΡΟΥΣΙ	05:16	01:01	
Κ.Α.Τ.	05:19	01:04	
ΑΦΙΕΛ ΣΤΟ ΣΤΑΘΜΟ ΚΗΦΙΣΙΑ	05:21	01:06	

Πίνακας 14. Σταθμοί Μετρό – Δρομολόγια Γραμμής 1 προς Πειραιά. Πηγή: Γραμμή 1 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΠΡΩΤΟ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (Εως Στ.Ομόνοια)
ΚΗΦΙΣΙΑ	05:00	00:15	00:30
Κ.Α.Τ	05:02	00:17	00:32
ΜΑΡΟΥΣΙ	05:04	00:19	00:34
ΝΕΡΑΤΖΙΩΤΙΣΣΑ	05:07	00:22	00:37
ΕΙΡΗΝΗ	05:09	00:24	00:39
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	05:12	00:27	00:42
ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ	05:14	00:29	00:44
ΠΕΥΚΑΚΙΑ	05:16	00:31	00:46
ΠΕΡΙΣΣΟΣ	05:17	00:32	00:47
ΑΝΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	05:05	00:35	00:50
ΑΓΙΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	05:06	00:36	00:51
ΚΑΤΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	05:08	00:38	00:53
ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	05:10	00:40	00:55
ΑΤΤΙΚΗ	05:12	00:42	00:57
ΒΙΚΤΩΡΙΑ	05:15	00:45	01:00
ΟΜΟΝΟΙΑ	05:17	00:47	01:02
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	05:19	00:49	
ΘΗΣΕΙΟ	05:21	00:51	
ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ	05:23	00:53	
ΤΑΥΡΟΣ	05:25	00:55	
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	05:27	00:57	
ΜΟΣΧΑΤΟ	05:29	00:59	
ΦΑΛΗΡΟ	05:32	01:02	
ΑΦΙΞΗ ΣΤΟ ΣΤΑΘΜΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ	05:36	01:06	

Πίνακας 15. Σταθμοί Μετρό – Συχνότητα Δρομολογίων Γραμμής 1. Πηγή: Γραμμή 1 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ 1		
ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ
ΔΕΥΤΕΡΑ – ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	05:00 - 05:30	15'
	05:30 - 07:00	7' 30"
	07:00 - 10:00	6'
	10:00 - 15:00	7' 30"
	15:00 - 18:00	6'
	18:00 - 22:30	7' 30"
	22:30 - 23:00	11' 30"
	23:00 - 23:30	12' 30"
	23:30 - 01:00	15'
ΣΑΒΒΑΤΟ & ΚΥΡΙΑΚΗ	05:00 - 05:30	15'
	05:30 - 23:30	10' 30"
	23:30 - 01:00	15'

Πίνακας 16. Σταθμοί Μετρό – Χρόνος Μετάβασης σταθμών Γραμμής 1. Πηγή: Γραμμή 1 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΣΤΑΣΤΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΣΤΑΘΜΩΝ	
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΛΕΠΤΑ
ΚΗΦΙΣΙΑ	
	2
Κ.Α.Τ.	
	3
ΜΑΡΟΥΣΙ	
	3
ΝΕΡΟΑΤΖΙΩΤΙΣΣΑ	
	2
ΕΙΡΗΝΗ	
	2
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	
	3
ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ	
	1
ΠΕΥΚΑΚΙΑ	
	2
ΠΕΡΙΣΣΟΣ	
	2
ΑΝΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	
	2
ΑΓΙΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	
	2
ΚΑΤΩ ΠΑΤΗΣΙΑ	
	1
ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	
	2
ΑΤΤΙΚΗ	
	3
ΒΙΚΤΩΡΙΑ	
	2
ΟΜΟΝΟΙΑ	
	3
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	
	1
ΘΗΣΕΙΟ	
	3
ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ	
	2
ΤΑΥΡΟΣ	
	1
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	
	3
ΜΟΣΧΑΤΟ	
	3
ΦΑΛΗΡΟ	
	3
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	
	3

Παράρτημα Β

Πίνακας 17. Σταθμοί Μετρό – Ωρες δρομολογίων Γραμμής 2 προς Ελληνικό. Γραμμή 2 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΠΡΩΤΟ (ΔΕΥ-ΠΑΡ)	ΠΡΩΤΟ (Σ/Κ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΔΕΥ-ΠΕΜ & ΚΥΡ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΠΑΡ-ΣΑΒ)
ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ	05:30	05:30	00:08	01:14
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	05:31	05:31	00:09	01:15
ΑΓΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	05:32	05:32	00:10	01:16
ΣΕΠΟΛΙΑ	05:34	05:34	00:12	01:18
ΑΤΤΙΚΗ	05:30	05:35	00:14	01:20
ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΑΡΙΣΗΣ	05:31	05:37	00:15	01:21
ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ	05:32	05:38	00:16	01:22
ΟΜΟΝΟΙΑ	05:34	05:40	00:18	01:24
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ	05:35	05:41	00:19	01:25
ΣΥΝΤΑΓΜΑ	05:37	05:43	00:23	01:30
ΑΚΡΟΠΟΛΗ	05:38	05:44	00:24	01:31
ΣΥΓΓΡΟΥ - ΦΙΞ	05:40	05:46	00:26	01:33
ΝΕΟΣ ΚΟΣΜΟΣ	05:41	05:47	00:27	01:34
ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	05:43	05:48	00:28	01:35
ΔΑΦΝΗ	05:44	05:50	00:30	01:37
ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	05:46	05:52	00:32	01:39
ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ	05:48	05:54	00:33	01:40
ΑΛΙΜΟΣ	05:50	05:55	00:35	01:42
ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ	05:52	05:58	00:37	01:44
ΑΦΙΞΗ ΣΤΟ ΣΤΑΘΜΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ	05:53	05:59	00:39	01:46

Πίνακας 18. Σταθμοί Μετρό – Ώρες δρομολογίων Γραμμής 2 προς Ανθούπολη. Πηγή: Γραμμή 2 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΠΡΩΤΟ (ΔΕΥ-ΠΑΡ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΔΕΥ- ΠΕΜ & ΚΥΡ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΠΑΡ - ΣΑΒ)
ΕΛΛΗΝΙΚΟ	05:30	00:04	01:11
ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ	05:31	00:05	01:12
ΑΛΙΜΟΣ	05:33	00:08	01:15
ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ	05:35	00:09	01:16
ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	05:30	00:11	01:18
ΔΑΦΝΗ	05:31	00:13	01:20
ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	05:32	00:14	01:21
ΝΕΟΣ ΚΟΣΜΟΣ	05:34	00:15	01:22
ΣΥΓΓΡΟΥ - ΦΙΞ	05:35	00:17	01:24
ΑΚΡΟΠΟΛΗ	05:37	00:18	01:25
ΣΥΝΤΑΓΜΑ	05:38	00:23	01:30
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ	05:40	00:24	01:31
ΟΜΟΝΟΙΑ	05:42	00:26	01:33
ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ	05:43	00:27	01:34
ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΑΡΙΣΗΣ	05:44	00:28	01:35
ΑΤΤΙΚΗ	05:46	00:30	01:37
ΣΕΠΟΛΙΑ	05:47	00:32	01:39
ΑΓΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	05:49	00:33	01:40
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	05:51	00:35	01:42
ΑΦΙΞΗ ΣΤΟ ΣΤΑΘΜΟ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ	05:52	00:36	01:43

Πίνακας 19. Συχνότητα δρομολογίων Γραμμής 2. Πηγή: Γραμμή 2 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ
ΔΕΥΤΕΡΑ - ΠΕΜΠΤΗ	05:30 - 06:00	10'
	06:00 - 06:30	5'
	06:30 - 10:00	4' 30"
	10:00 - 13:30	5'
	13:30 - 17:30	4' 30"
	17:30 - 20:00	5'
	20:00 - 22:00	7'
	22:00 - 00:20	10'
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	05:30 - 06:00	10'
	06:00 - 06:30	5'
	06:30 - 10:00	4' 30"
	10:00 - 13:30	5'
	13:30 - 17:30	4' 30"
	17:30 - 20:00	5'
	20:00 - 22:00	7'
	22:00 - 00:20	10'
	00:20 - 01:30	15'
ΣΑΒΒΑΤΟ	05:30 - 09:00	10'
	09:00 - 17:00	7'
	17:00 - 00:20	10'
	00:20 - 01:30	15'
ΚΥΡΙΑΚΗ	05:30 - 09:00	10'
	09:00 - 17:00	7'
	17:00 - 00:20	10'

Πίνακας 20. Χρόνος μετάβασης στον επόμενο σταθμό - Γραμμή 2. Πηγή: Γραμμή 2 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΛΕΠΤΑ
	1
ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ	2
ΑΛΙΜΟΣ	2
ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ	2
ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	1
ΔΑΦΝΗ	2
ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	1
ΝΕΟΣ ΚΟΣΜΟΣ	2
ΣΥΓΓΡΟΥ - ΦΙΞ	1
ΑΚΡΟΠΟΛΗ	2
ΣΥΝΤΑΓΜΑ	2
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ	1
ΟΜΟΝΟΙΑ	1
ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ	2
ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΑΡΙΣΗΣ	1
ΑΤΤΙΚΗ	2
ΣΕΠΟΛΙΑ	2
ΑΓΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	1
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	1
ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ	1

Παράρτημα Γ

Πίνακας 21. Δρομολόγια Γραμμής 3 Προς Αεροδρόμιο. Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΠΡΩΤΟ	ΠΡΩΤΟ (ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ)	ΔΕΥΤΕΡΟ (ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΔΕΥ - ΠΕΜ & ΚΥΡ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΠΑΡ - ΣΑΒ)
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ	05:30	05:30	06:07	22:55	23:59	01:06
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	05:31	05:31	06:08	22:56	00:00	01:07
ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ	05:33	05:33	06:10	22:58	00:02	01:09
ΝΙΚΑΙΑ	05:34	05:34	06:12	23:00	00:04	01:11
ΚΟΥΡΥΔΑΛΛΟΣ	05:37	05:37	06:14	23:02	00:06	01:13
ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ	05:39	05:39	06:16	23:04	00:08	01:15
ΑΓΙΑ ΜΑΡΙΝΑ	05:41	05:41	06:18	23:06	00:10	01:17
ΑΙΓΑΛΕΩ	05:30	05:43	06:20	23:08	00:12	01:19
ΕΛΑΙΩΝΑΣ	05:31	05:45	06:22	23:10	00:14	01:21
ΚΕΡΑΜΕΙΚΟΣ	05:34	05:47	06:24	23:12	00:16	01:23
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	05:36	05:49	06:26	23:14	00:18	01:25
ΣΥΝΤΑΓΜΑ	05:38	05:51	06:28	23:16	00:23	01:30
ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	05:40	05:53	06:30	23:18	00:24	01:31
ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ	05:41	05:54	06:31	23:19	00:25	01:32
ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ	05:43	05:56	06:33	23:21	00:27	01:34
ΠΑΝΟΡΜΟΥ	05:44	05:57	06:34	23:22	00:28	01:35
ΚΑΤΕΧΑΚΗ	05:46	05:59	06:36	23:24	00:30	01:37
ΕΘΝΙΚΗ ΑΜΥΝΑ	05:49	06:01	06:38	23:26	00:32	01:39
ΧΟΛΑΡΓΟΣ	05:50	06:03	06:40	23:28	00:34	01:41
ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙ Ο	05:52	06:04	06:41	23:29	00:35	01:42
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	05:54	06:06	06:43	23:31	00:37	01:44
ΧΑΛΑΝΔΡΙ	05:56	06:07	06:44	23:32	00:39	01:46
ΔΟΥΚ. ΠΛΑΚΕΝΤΙΑΣ	05:57	06:10	06:46	23:34	00:41	01:48
ΠΑΛΛΗΝΗ		06:16	06:52	23:40		
ΠΑΙΑΝΙΑ - ΚΑΝΤΖΑ		06:19	06:55	23:43		
ΚΟΡΩΠΙ		06:25	07:01	23:49		
ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ		06:30	07:06	23:54		

Πίνακας 22. Δρομολόγια Γραμμής 3 Προς Δημοτικό Θέατρο. Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΠΡΩΤΟ	ΠΡΩΤΟ (ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΔΕΥ - ΠΕΜ & ΚΥΡ)	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ (ΠΑΡ - ΣΑΒ)
ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ		06:10	23:34		
ΚΟΡΩΠΙ		06:15			
ΠΑΙΑΝΙΑ - ΚΑΝΤΖΑ		06:21	23:45		
ΠΑΛΛΗΝΗ		06:23	23:47		
ΔΟΥΚ. ΠΛΑΚΕΝΤΙΑΣ	05:30	06:30	23:54	00:03	01:10
ΧΑΛΑΝΔΡΙ	05:31	06:31	23:55	00:04	01:11
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	05:33	06:33	23:57	00:06	01:13
ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ	05:34	06:34	23:58	00:07	01:14
ΧΟΛΑΡΓΟΣ	05:36	06:36	00:00	00:09	01:16
ΕΘΝΙΚΗ ΑΜΥΝΑ	05:30	06:38	00:02	00:10	01:17
ΚΑΤΕΧΑΚΗ	05:31	06:40	00:04	00:12	01:19
ΠΑΝΟΡΜΟΥ	05:33	06:41	00:05	00:14	01:21
ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ	05:35	06:43	00:07	00:15	01:22
ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ	05:36	06:44	00:08	00:17	01:24
ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	05:37	06:46	00:10	00:18	01:25
ΣΥΝΤΑΓΜΑ	05:39	06:48	00:12	00:23	01:30
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	05:41	06:50	00:14	00:24	01:31
ΚΕΡΑΜΕΙΚΟΣ	05:43	06:52	00:16	00:26	01:33
ΕΛΑΙΩΝΑΣ	05:45	06:54	00:18	00:29	01:36
ΑΙΓΑΛΕΩ	05:47	06:56	00:20	00:30	01:37
ΑΓΙΑ ΜΑΡΙΝΑ	05:49	06:58	00:22	00:32	01:39
ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ	05:51	07:00	00:24	00:34	01:41
ΚΟΥΡΥΔΑΛΛΟΣ	05:54	07:02	00:26	00:37	01:44
ΝΙΚΑΙΑ	05:56	07:04	00:28	00:39	01:46
ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ	05:58	07:06	00:30	00:41	01:48
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	05:59	07:08	00:32	00:42	01:49
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ	06:00	07:09	00:33	00:44	01:51

Πίνακας 23. Συχνότητα Δρομολογίων Γραμμής 3. Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ
ΔΕΥΤΕΡΑ - ΠΕΜΠΤΗ	05:30 - 06:00	9'
	06:00 - 06:30	5'
	06:30 - 10:00	4'
	10:00 - 13:30	5'
	13:30 - 17:30	4'
	17:30 - 20:00	6'
	20:00 - 22:00	7'
	22:00 - 00:20	9'
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	05:30 - 06:00	9'
	06:00 - 06:30	5'
	06:30 - 10:00	4'
	10:00 - 13:30	5'
	13:30 - 17:30	4'
	17:30 - 20:00	6'
	20:00 - 22:00	7'
	22:00 - 00:20	9'
	00:20 - 01:30	15'
ΣΑΒΒΑΤΟ	05:30 - 09:00	9'
	09:00 - 17:00	7'
	17:00 - 00:20	9'
	00:20 - 01:30	15'
ΚΥΡΙΑΚΗ	05:30 - 09:00	9'
	09:00 - 17:00	7'
	17:00 - 00:20	9'

Πίνακας 24. Χρόνος μετάβασης στον επόμενο σταθμό - Γραμμή 3 . Πηγή: Γραμμή 3 | ΣΤΑΣΥ (stasy.gr)

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΛΕΠΤΑ
ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	6
ΚΟΡΩΠΙ	6
ΠΑΙΑΝΙΑ - ΚΑΝΤΖΑ	2
ΠΑΛΛΗΝΗ	6
ΔΟΥΚ. ΠΛΑΚΕΝΤΙΑΣ	1
ΧΑΛΑΝΔΡΙ	2
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	2
ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟ	2
ΧΟΛΑΡΓΟΣ	1
ΕΘΝΙΚΗ ΑΜΥΝΑ	2
ΚΑΤΕΧΑΚΗ	1
ΠΑΝΟΡΜΟΥ	2
ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ	2
ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ	2
ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	2
ΣΥΝΤΑΓΜΑ	2
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	2
ΚΕΡΑΜΕΙΚΟΣ	2
ΕΛΑΙΩΝΑΣ	2
ΑΙΓΑΛΕΩ	2
ΑΓΙΑ ΜΑΡΙΝΑ	2
ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ	2
ΚΟΥΡΥΔΑΛΛΟΣ	2
ΝΙΚΑΙΑ	2
ΜΑΝΙΑΤΙΚΑ	2
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	2
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ	1

Παράρτημα Δ

Πίνακας 25. Πίνακας επικυρώσεων στους σταθμούς Μετρό για το έτος 2022

Station	January 2022	February 2022	March 2022	April 2022	May 2022	June 2022	July 2022	August 2022	September 2022	October 2022	November 2022	December 2022	Total	
PIRAEUS	398,161	493,864	570,360	571,224	657,676	682,963	669,396	590,478	676,607	806,984	762,764	747,476	7,628,953	
FALIRO	239,167	298,885	346,959	328,268	391,434	383,339	349,571	266,577	352,152	370,042	322,278	313,248	3,961,920	
MOSCHATO	162,516	196,589	217,408	192,887	229,474	220,493	191,771	139,886	210,450	253,141	265,210	263,021	2,542,846	
KALLITHEA	286,955	353,488	390,420	338,931	408,441	382,059	328,268	250,104	374,302	449,645	455,801	447,376	4,465,790	
TAVROS	181,358	217,365	244,300	216,560	257,387	243,564	212,058	152,722	228,140	277,371	280,608	281,542	2,792,975	
PETRALONA	214,278	255,363	275,070	255,080	296,881	292,293	285,033	195,174	280,150	322,675	319,860	323,124	3,294,971	
THESIO	118,290	146,480	167,576	182,988	200,560	192,512	181,819	151,185	195,092	217,626	183,085	204,513	2,141,726	
MONASTIRAKI	761,001	962,912	1,081,485	1,166,768	1,243,672	1,227,009	1,220,087	1,005,689	1,245,212	1,462,891	1,279,500	1,527,625	14,183,851	
VICTORIA	461,498	558,439	658,421	565,206	665,381	638,568	554,601	416,632	574,530	738,504	729,877	706,714	7,268,371	
ATTIKI	1,374,317	1,646,125	1,850,055	1,662,951	1,789,092	1,918,578	1,720,360	1,274,074	1,833,132	2,095,873	2,048,753	2,072,424	21,450,219	
AGIOS NIKOLAOS	254,218	285,098	312,282	291,622	328,663	321,634	292,974	233,247	304,215	349,853	342,903	357,039	3,673,748	
KATO PATISIA	337,201	390,938	428,068	397,627	451,372	446,278	412,492	327,732	422,085	481,131	472,274	483,952	5,051,150	
AGIOS ELEFTHERIOS	195,615	240,773	263,261	239,847	279,158	271,228	237,039	175,057	258,940	294,875	295,868	310,277	3,061,938	
ANO PATISIA	238,856	287,664	316,027	289,045	339,965	333,441	292,351	211,314	319,044	362,113	362,471	373,748	3,727,039	
PERISSOS	144,165	173,889	190,696	178,042	205,911	197,891	174,387	124,061	198,910	233,624	221,402	233,522	2,276,500	
PEFKAKIA	113,741	138,011	155,027	139,894	164,213	158,023	138,355	104,003	153,096	169,131	169,166	174,461	1,777,121	
NEA IONIA	193,003	232,604	253,462	239,290	276,755	272,043	247,334	180,799	259,553	291,691	295,382	306,249	3,048,165	
IRAKLIO	225,798	276,077	303,612	282,209	336,160	323,995	277,624	197,793	313,133	357,037	353,215	357,255	3,604,578	
EFIRI	67,644	83,031	98,225	81,401	105,596	114,612	97,211	57,561	115,208	125,435	107,932	108,345	1,162,201	
NERADJOTISSA	326,969	385,746	412,354	408,351	461,135	470,812	458,204	347,174	459,592	512,333	522,057	573,908	5,338,635	
MAROUSI	213,346	270,411	289,694	277,550	318,013	313,214	282,099	199,683	310,296	346,705	348,986	355,896	3,525,093	
KAT	81,701	105,066	117,083	107,813	133,520	129,326	110,510	79,545	123,516	139,339	141,391	140,521	1,409,331	
KIFISIA	289,193	361,848	392,979	379,971	450,404	433,685	391,150	280,129	417,819	466,750	463,074	469,151	4,796,153	
ANTHOUPOLI	380,306	462,140	520,763	460,081	551,427	531,104	461,958	325,096	505,452	590,191	579,951	594,822	5,963,291	
PERISTERI	165,725	198,466	218,686	205,338	232,895	222,936	200,890	134,985	216,165	251,041	254,987	294,506	2,596,610	
AGIOS ANTONIOS	309,534	376,207	418,411	375,706	447,114	434,253	382,446	271,911	416,715	478,577	478,851	489,257	4,879,782	
SEPOLLA	234,384	276,421	306,700	271,794	321,302	315,044	275,489	199,020	307,242	348,936	345,628	353,233	3,565,193	
LARISSA STATION	146,894	173,016	202,351	191,956	219,728	221,945	217,844	176,682	215,649	245,510	227,588	235,754	2,474,917	
METAXOURGHIO	253,255	306,508	351,462	336,358	394,669	401,224	391,616	322,192	382,191	424,161	401,831	404,688	4,370,135	
OMONIA	833,935	985,252	1,088,769	1,023,521	1,168,096	1,169,859	1,116,222	871,082	1,117,089	1,240,993	1,240,992	1,283,467	13,140,577	
PANEPISTIMIO	496,838	662,306	797,935	651,263	815,306	744,566	614,454	407,679	693,281	888,628	915,085	854,862	8,542,203	
SYNTAGMA	1,050,069	1,261,149	1,404,177	1,408,824	1,597,308	1,574,412	1,499,501	1,137,973	1,613,634	1,902,876	1,875,837	2,350,031	18,676,791	
AKROPOLI	158,730	202,244	249,973	291,753	330,701	363,698	381,511	328,880	382,913	360,613	294,702	309,434	3,655,152	
SYGROU FIX	500,176	616,349	732,842	640,719	791,316	769,837	679,617	494,712	725,940	854,561	849,804	837,419	8,483,292	
NEOS KOSMOS	373,287	446,425	496,609	446,790	537,185	525,702	472,147	335,975	493,686	573,749	565,434	562,596	5,829,585	
AGIOS LOANNIS	222,800	264,857	294,267	256,693	310,792	304,610	273,736	204,983	293,798	333,859	334,085	343,322	3,437,802	
DAFNI	439,969	540,799	611,134	538,446	642,812	616,644	540,550	380,303	592,177	703,026	700,597	712,684	7,019,140	
AGIOS DIMITRIOS	310,809	362,985	399,373	371,929	433,755	426,517	401,371	287,272	409,190	476,157	487,987	532,913	4,900,258	
ILIOUPOLI	200,312	243,060	273,673	244,728	295,518	283,855	248,701	172,054	276,091	324,705	326,942	342,978	3,232,617	
ALIMOS	162,800	207,913	237,020	210,330	258,584	250,366	214,381	144,097	239,897	275,402	279,576	288,384	2,768,150	
ARGYROPOULI	188,568	205,627	230,315	211,411	257,760	263,994	255,396	190,127	251,888	273,487	266,106	269,111	2,847,990	
ELLINIKO	353,075	431,799	494,381	452,278	552,201	548,512	497,758	362,636	510,353	586,194	572,275	596,392	5,957,854	
AGIA MARINA	335,767	417,214	499,729	413,731	515,360	474,492	388,904	320,816	453,453	586,603	595,708	601,095	5,802,872	
EGALEO	386,831	477,620	547,317	470,089	564,842	522,202	431,341	331,335	507,730	637,945	642,742	655,988	6,175,982	
ELEONAS	89,853	105,819	120,160	108,861	125,095	122,302	117,016	92,023	119,957	145,425	142,523	145,397	1,434,431	
KERAMEKOS	270,191	351,570	417,085	371,045	474,608	426,559	345,468	230,670	396,488	527,764	503,115	556,446	4,871,009	
EVANGELISMOS	581,848	755,065	895,085	733,182	918,708	867,715	729,207	491,581	829,774	1,043,833	1,021,230	985,349	9,852,577	
MEGARO MOUSSIKIS	401,928	512,335	573,003	496,111	637,684	617,354	524,723	331,144	584,099	678,550	689,649	683,769	6,730,349	
AMPELOKIFI	600,167	750,361	847,446	709,463	888,888	853,341	729,904	486,963	820,472	1,009,253	1,005,083	968,370	9,669,711	
PANORMOU	454,379	565,815	634,695	550,150	671,632	652,814	569,090	394,469	635,976	738,787	738,873	731,988	7,338,668	
KATEHAKI	245,215	309,822	376,820	301,101	384,288	360,668	301,864	209,900	342,211	433,870	428,486	397,255	4,091,500	
ETHNIKI AMYNA	220,454	277,132	313,153	271,109	341,236	332,797	289,705	203,358	318,042	358,384	363,915	358,760	3,647,645	
HOLARGOS	189,482	249,629	276,075	249,928	301,544	291,732	256,292	167,875	288,020	331,631	328,348	332,224	3,272,780	
NOMISMATOKIPIO	248,083	322,693	363,180	322,670	394,049	390,278	395,281	259,283	384,963	434,005	428,475	417,568	4,320,528	
AGIA PARASKEVI	153,907	195,926	214,469	191,772	232,327	216,938	189,697	127,217	220,314	257,594	260,694	267,436	2,530,291	
CHALANDRI	123,823	164,860	186,805	167,504	205,394	196,637	167,324	110,420	194,916	228,809	230,881	234,738	2,212,111	
DOUKISSIS PLAKENTIAS	405,091	522,096	595,476	524,706	652,694	629,128	532,191	357,362	606,043	735,058	736,580	728,807	7,025,232	
AIRPORTI	75,219	84,569	109,368	120,202	139,932	151,580	157,949	159,069	158,447	157,361	127,270	128,028	1,568,994	
KOROPI	39,239	53,235	60,478	56,838	68,309	67,931	64,934	50,764	64,453	71,574	66,962	67,484	732,201	
PAIANA - KANTZA	14,622	21,024	24,313	22,315	27,648	26,698	23,947	16,662	26,466	28,114	26,726	27,539	286,074	
PALLINI	24,916	34,726	38,271	36,774	45,104	44,895	40,014	29,155	42,825	45,590	42,858	41,570	466,698	
AGIA VARVARA	85,811	103,139	115,269	105,304	122,152	115,812	96,725	48,596	96,712	140,038	144,887	159,494	1,333,939	
KORYDALLOS	229,886	277,030	313,401	284,360	327,514	312,836	259,333	127,791	265,517	417,779	427,553	459,961	4,372,628	
NIKEA	169,467	204,781	236,293	209,126	244,772	237,947	200,191	98,740	200,223	269,084	262,702	284,826	2,618,152	
MANIATIKA	0	0	0	0	0	0	0	26	131	102	99,836	133,968	143,130	383,193
DIMOTIKO THEATRO	0	0	0	0	0	0	0	18	9	98	407,039	508,294	528,468	1,443,926
Total	19,140,503	23,510,746	26,607,625	24,281,211	28,799,863	28,051,326	25,189,197	18,493,580	27,014,470	32,246,820	31,809,390	32,917,474	318,062,205	

Παράρτημα Ε

Πίνακας 26. Συγκετρωτικός πίνακας δεδομένων για τους σταθμούς Μετρό.

Σταθμός	Επικυρώσεις 2022	Μ.Ο. επικυρ. Ανά ημέρα	Πυκνότητα (κάτοικοι ανά τ.χλμ.)	Απόσταση από το κέντρο (χλμ)	Κόμβος (0=όχι, 1=ναι)	Λεωφορει ακές γραμμές	Χώροι με οργανωμένες θέσεις στάθμευσεις
PIRAEUS	7,628,698	20,901	8905	8.50	1	17	1
FALIRO	3,961,920	10,855	8905	7.09	0	12	1
MOSCHATO	2,542,846	6,967	12676	5.39	0	3	0
KALLITHEA	4,465,790	12,235	16734	3.86	0	5	0
TAVROS	2,792,975	7,652	26464	3.30	0	0	0
PETRALONA	3,294,971	9,027	31610	2.42	0	4	0
THISEIO	2,141,726	5,868	5876	1.00	0	5	1
MONASTIRAKI	14,183,851	38,860	1847	0.93	1	5	1
VICTORIA	7,268,371	19,913	30503	1.01	0	7	1
ATTIKI	21,450,219	58,768	38445	1.77	1	11	0
AGIOS NIKOLAOS	3,673,748	10,065	35916	2.52	0	0	0
KATO PATISIA	5,051,150	13,839	29379	3.04	0	7	1
AGIOS ELEFTHERIOS	3,061,938	8,389	29580	4.00	0	0	0
ANO PATISIA	3,727,039	10,211	23239	4.45	0	8	1
PERISSOS	2,276,500	6,237	21838	5.58	0	2	0
PEFKAKIA	1,777,121	4,869	15566	6.19	0	2	0
NEA IONIA	3,048,165	8,351	11207	6.79	0	1	1
IRAKLEIO	3,604,578	9,876	12333	7.64	0	3	1
EIRINI	1,162,201	3,184	5231	8.23	0	2	0
NERADJIOTISSA	5,338,635	14,626	6084	8.78	1	3	1
MAROUSI	3,525,093	9,658	9982	10.44	0	4	1
KAT	1,409,331	3,861	7126	11.23	0	1	0
KIFISIA	4,796,153	13,140	5613	12.15	0	9	1
ANTHOUPOLI	5,963,291	16,338	14568	4.93	0	15	1
PERISTERI	2,596,610	7,114	14577	4.34	0	6	1
AGIOS ANTONIOS	4,879,782	13,369	12976	3.57	0	10	0
SEPOLLA	3,555,193	9,740	28472	1.77	0	1	0
LARISSA STATION	2,474,917	6,781	21755	1.14	1	8	0
METAXOURGHIO	4,370,135	11,973	18778	0.70	0	7	1

Διερεύνηση παραμέτρων που επηρεάζουν την επισκεψιμότητα επιβατών στους σταθμούς Μετρό

Σταθμός	Επικυρώσεις 2022	Μ.Ο. επικυρ. Ανά ημέρα	Πυκνότητα (κάτοικοι ανά τ.χλμ.)	Απόσταση από το κέντρο (χλμ)	Κόμβος (0=όχι, 1=ναι)	Λεωφορεί ακές γραμμές	Χώροι με οργανωμένες θέσεις στάθμευσεις
OMONIA	13,140,577	36,002	9956	0.00	1	14	1
PANEPISTIMIO	8,542,203	23,403	2794	0.58	0	27	1
SYNTAGMA	18,676,791	51,169	2051	1.23	1	30	1
AKROPOLI	3,655,152	10,014	7786	1.76	0	6	1
SYGROU FIX	8,483,292	23,242	24405	2.27	0	13	1
NEOS KOSMOS	5,829,585	15,971	27771	3.00	0	1	0
AGIOS LOANNIS	3,437,802	9,419	21403	3.18	0	4	0
DAFNI	7,019,140	19,231	15266	4.00	0	11	1
AGIOS DIMITRIOS	4,900,258	13,425	12133	5.07	0	6	1
ILIOUPOLI	3,232,617	8,856	13148	6.28	0	5	0
ALIMOS	2,768,150	7,584	7283	7.52	0	3	1
ARGYROUPOLI	2,843,790	7,791	8297	7.48	0	8	0
ELLINIKO	5,957,854	16,323	9081	10.39	0	9	1
AGIA MARINA	5,602,872	15,350	11948	5.57	0	7	0
EGALEO	6,175,982	16,920	10788	4.20	0	9	1
ELEONAS	1,434,431	3,930	2359	3.06	0	5	0
KERAMEIKOS	4,871,009	13,345	4244	1.62	0	0	1
EVANGELISMOS	9,852,577	26,993	11283	1.84	0	16	1
MEGARO MOUSSIKIS	6,730,349	18,439	16711	2.20	0	11	1
AMPELOKIPI	9,669,711	26,492	19527	2.51	0	7	1
PANORMOU	7,338,668	20,106	34085	3.21	0	5	1
KATEHAKI	4,091,500	11,210	20818	4.28	0	5	0
ETHNIKI AMYNA	3,647,645	9,994	1711	5.30	0	5	1
HOLARGOS	3,272,780	8,967	10578	6.22	0	4	1
NOMISMATOKIPIO	4,320,528	11,837	5997	7.30	0	9	0
AGIA PARASKEVI	2,530,291	6,932	6362	8.19	0	1	0
CHALANDRI	2,212,111	6,061	8823	9.11	0	4	1
DOUKISSIS PLAKENTIAS	7,025,232	19,247	8397	10.29	1	14	1

Παράρτημα Ζ

Πίνακας 27. Συγκετρωτικός πίνακας δεδομένων για τους σταθμούς Μετρό.

Σταθμός	Επικυρώσεις 2022	Μ.Ο. επικυρ. Ανά ημέρα	Ποκνότητα (κάτοικοι ανά τ.χλμ.)	Απόσταση από το κέντρο (χλμ)	Κόμβος (0=όχι, 1=ναι)	Λεωφορειακές γραμμές
PIRAEUS	7,628,698	20,901	8905	8.50	1	17
FALIRO	3,961,920	10,855	8905	7.09	0	12
MOSCHATO	2,542,846	6,967	12676	5.39	0	3
KALLITHEA	4,465,790	12,235	16734	3.86	0	5
TAVROS	2,792,975	7,652	26464	3.30	0	0
PETRALONA	3,294,971	9,027	31610	2.42	0	4
THISEIO	2,141,726	5,868	5876	1.00	0	5
MONASTIRAKI	14,183,851	38,860	1847	0.93	1	5
VICTORIA	7,268,371	19,913	30503	1.01	0	7
ΑΤΤΙΚΙ	21,450,219	58,768	38445	1.77	1	11
AGIOS NIKOLAOS	3,673,748	10,065	35916	2.52	0	0
KATO PATISIA	5,051,150	13,839	29379	3.04	0	7
AGIOS ELEFTHERIOS	3,061,938	8,389	29580	4.00	0	0
ANO PATISIA	3,727,039	10,211	23239	4.45	0	8
PERISSOS	2,276,500	6,237	21838	5.58	0	2
PEFKAKIA	1,777,121	4,869	15566	6.19	0	2
NEA IONIA	3,048,165	8,351	11207	6.79	0	1
IRAKLEIO	3,604,578	9,876	12333	7.64	0	3
EIRINI	1,162,201	3,184	5231	8.23	0	2
NERADJIOTISSA	5,338,635	14,626	6084	8.78	1	3
MAROUSI	3,525,093	9,658	9982	10.44	0	4
KAT	1,409,331	3,861	7126	11.23	0	1
KIFISIA	4,796,153	13,140	5613	12.15	0	9
ANTHROUPOLI	5,963,291	16,338	14568	4.93	0	15
PERISTERI	2,596,610	7,114	14577	4.34	0	6
AGIOS ANTONIOS	4,879,782	13,369	12976	3.57	0	10
SEPOLLA	3,555,193	9,740	28472	1.77	0	1
LARISSA STATION	2,474,917	6,781	21755	1.14	1	8
METAXOURGHIO	4,370,135	11,973	18778	0.70	0	7

Διερεύνηση παραμέτρων που επηρεάζουν την επισκεψιμότητα επιβατών στους σταθμούς Μετρό

Σταθμός	Επικυρώσεις εις 2022	Μ.Ο. επικυρ. Ανά ημέρα	Πυκνότητα (κάτοικοι ανά τ.χλμ.)	Απόσταση από το κέντρο (χλμ)	Κόμβος (0=όχι, 1=ναι)	Λεωφορειακές γραμμές
ΟΜΟΝΙΑ	13,140,577	36,002	9956	0.00	1	14
PANEPISTIMIO	8,542,203	23,403	2794	0.58	0	27
SYNTAGMA	18,676,791	51,169	2051	1.23	1	30
AKROPOLI	3,655,152	10,014	7786	1.76	0	6
SYGROU FIX	8,483,292	23,242	24405	2.27	0	13
NEOS KOSMOS	5,829,585	15,971	27771	3.00	0	1
AGIOS LOANNIS	3,437,802	9,419	21403	3.18	0	4
DAFNI	7,019,140	19,231	15266	4.00	0	11
AGIOS DIMITRIOS	4,900,258	13,425	12133	5.07	0	6
ILIOUPOLI	3,232,617	8,856	13148	6.28	0	5
ALIMOS	2,768,150	7,584	7283	7.52	0	3
ARGYROUPOLI	2,843,790	7,791	8297	7.48	0	8
ELLINIKO	5,957,854	16,323	9081	10.39	0	9
AGIA MARINA	5,602,872	15,350	11948	5.57	0	7
EGALEO	6,175,982	16,920	10788	4.20	0	9
ELEONAS	1,434,431	3,930	2359	3.06	0	5
KERAMEIKOS	4,871,009	13,345	4244	1.62	0	0
EVANGELISMOS	9,852,577	26,993	11283	1.84	0	16
MEGARO MOUSSIKIS	6,730,349	18,439	16711	2.20	0	11
AMPELOKIPI	9,669,711	26,492	19527	2.51	0	7
PANORMOU	7,338,668	20,106	34085	3.21	0	5
KATEHAKI	4,091,500	11,210	20818	4.28	0	5
ETHNIKI AMYNA	3,647,645	9,994	1711	5.30	0	5
HOLARGOS	3,272,780	8,967	10578	6.22	0	4
NOMISMATOKIPIO	4,320,528	11,837	5997	7.30	0	9
AGIA PARASKEVI	2,530,291	6,932	6362	8.19	0	1
CHALANDRI	2,212,111	6,061	8823	9.11	0	4
DOUKISSIS PLAKENTIAS	7,025,232	19,247	8397	10.29	1	14