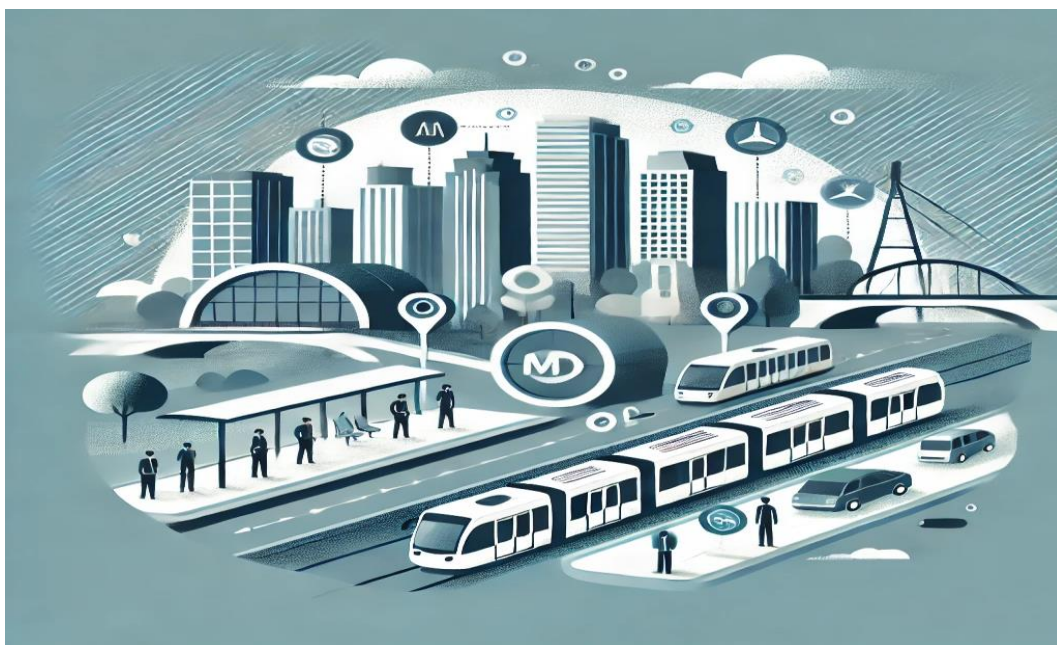




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Διπλωματική Εργασία

**ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΣΟΥ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ**



**ΚΟΤΡΩΤΣΙΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ
ΜΠΛΑΤΣΑΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ**

Επιβλέπων:

ΘΕΟΦΙΛΑΤΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, Π.Θ.

ΒΟΛΟΣ 2025

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

1. Επιβλέπων Καθηγητής Αθανάσιος Θεοφιλάτος
2. Αναπληρωτής Καθηγητής Παντελής Κοπελιάς
3. Συμβασιούχος Καθηγητής Ιωάννης Καρακικές

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Πρώτα από όλα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή μας, Θεοφιλάτο Αθανάσιο, για την αμέριστη καθοδήγηση, υποστήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνάς μας. Η εμπειρία και η σοφία του υπήρξαν καθοριστικά για την κατεύθυνση και την ποιότητα αυτής της εργασίας.

Επιπλέον, ευχαριστούμε θερμά τα μέλη της επιτροπής αξιολόγησης για τον χρόνο και τη διάθεσή τους να μελετήσουν την εργασία μας και να μας προσφέρουν τα σχόλια και τις παρατηρήσεις τους.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας για την αμέριστη υποστήριξη και κατανόηση που μας προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της απαιτητικής διαδικασίας. Η αγάπη και η ενθάρρυνσή τους αποτέλεσαν τη βασική πηγή δύναμης για εμάς.

Τέλος, ευχαριστούμε τους φίλους και συναδέλφους μας, που μας βοήθησαν με τις ιδέες τους και μας στήριξαν σε κάθε βήμα της πορείας μας.

Χωρίς την αφοσίωση, τη συνεργασία και την ενθάρρυνση όλων αυτών, αυτή η εργασία δεν θα είχε ολοκληρωθεί με την ίδια επιτυχία.

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα εξετάζει τις προτιμήσεις των κατοίκων της Λάρισας όσον αφορά την δημόσια συγκοινωνία, και πιο συγκεκριμένα μεταξύ των υφιστάμενων υποδομών αστικού λεωφορείου και την ενδεχόμενη δημιουργία γραμμής τραμ. Σκοπός της είναι η διερεύνηση και η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή των μέσων μαζικής μεταφοράς, καθώς και η αξιολόγηση της ικανοποίησης των επιβατών. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η περισυλλογή των απαραίτητων δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης (Stated Preference). Έπειτα, σχεδιάστηκε ειδικό ερωτηματολόγιο με διάφορα υποθετικά σενάρια, όπου έλαβαν μέρος 80 κάτοικοι της Λάρισας, οι οποίοι κλήθηκαν να αξιολογήσουν την άνεση, την ταχύτητα, το κόστος και την προσβασιμότητα των δύο μέσων. Στην συνέχεια αναπτύχθηκαν μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης, τα αποτελέσματα των οποίων αναδεικνύουν τις προτιμήσεις των πολιτών, καθώς και τις ανάγκες και τις προσδοκίες τους από το σύστημα δημόσιων συγκοινωνιών. Τέλος, η ανάλυση των δεδομένων αναμένεται να προσφέρει πολύτιμα στοιχεία για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη βελτίωση των υφιστάμενων υπηρεσιών και την ανάπτυξη νέων υποδομών, συμβάλλοντας έτσι σε μια πιο αποτελεσματική και φιλική προς τον χρήστη αστική συγκοινωνία στην Λάρισα.

Abstract

This research examines the preferences of the residents of Larissa regarding public transport, and more specifically between the existing urban bus infrastructure and the eventual creation of a tram line. Its purpose is to investigate and understand the factors that influence the choice of public transport, as well as the evaluation of passenger satisfaction. In order to collect the necessary data, the Stated Preference method was used. Then, a special questionnaire was designed with various hypothetical scenarios, where 80 residents of Larissa took part, who were asked to evaluate the comfort, speed, cost and accessibility of the two means. Logistic regression models were then developed, the results of which highlight citizens' preferences, as well as their needs and expectations from the public transport system. Finally, the analysis of the data is expected to provide valuable information for decision-making regarding the improvement of existing services and the development of new infrastructure, thus contributing to a more efficient and user-friendly urban transport in Larissa.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
Ευρετήριο Εικόνων	8
Ευρετήριο Πινάκων.....	9
Ευρετήριο Γραφημάτων.....	10
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	11
1.1. Βιώσιμη Κινητικότητα: Έννοια και Σημασία.....	11
1.1.1. Το τραμ ως πυλώνας Βιώσιμης Κινητικότητας.	15
1.1.2. Το αστικό λεωφορείο και η ευελιξία του.....	17
1.2. Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας	19
1.3. Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	20
Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	22
2.1. Εισαγωγή.....	22
2.2. Επιλογή Μεταφορικού Μέσου	22
2.2.1. Θεωρητικές προσεγγίσεις	23
2.2.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την Επιλογή Μεταφορικού.	24
2.2.3. Ερευνητικές Μελέτες.	26
2.3. Επισκόπηση Ερευνών για το Τραμ.....	27
2.3.1. Ιστορική εξέλιξη και τεχνολογικές καινοτομίες.....	27
2.3.2. Πλεονεκτήματα που προσφέρει το τραμ.....	28
2.3.3. Θετική επίδραση του τραμ	30
2.3.4. Συγκριτική Ανάλυση του τραμ με το αστικό λεωφορείο.....	33
Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία	35
3.1. Αποκαλυφθείσα και Δεδηλωμένη Προτίμηση	35
3.2. Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου	39
3.3. Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης	41

3.4. Συλλογή Δεδομένων Ερωτηματολογίου	44
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα.....	46
4.1. Περιγραφική Στατιστική	46
4.2. Αποτελέσματα Λογιστικής Παλινδρόμησης.....	56
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα.....	60
5.1. Κύρια Ευρήματα.....	60
5.2. Προτάσεις	61
Κεφάλαιο 6: Παραρτήματα	63
6.1. Παράρτημα Α: Ερωτηματολόγιο.....	63
Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία.....	68

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1. Χρήση ποδηλάτου στην Κοπεγχάγη.....	12
Εικόνα 2. Πόλη των 15 λεπτών.....	13
Εικόνα 3. Παρουσιάζει τα ευφυή συστήματα μεταφορών.....	14
Εικόνα 4. Το τραμ του Στρασβούργου.....	29
Εικόνα 5. Τραμ με χαμηλά δάπεδα στην Γερμανία.....	30
Εικόνα 6. Δίκτυο τραμ στο Nottingham.....	31
Εικόνα 7. Σύστημα τραμ στο Waterloo του Καναδά.....	32
Εικόνα 8. Μεμονωμένα δέντρα κατά μήκος των γραμμών του τραμ στην Βαρσοβία.....	32
Εικόνα 9. Χωρητικότητα τραμ και αστικού λεωφορείου.....	33
Εικόνα 10. Σημεία διανομής ερωτηματολογίων.....	45

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Βασικά Στοιχεία για την Βιώσιμη Αστική Κινητικότητα.....	15
Πίνακας 2. Συμβολή του τραμ στην Βιώσιμη Κινητικότητα.....	17
Πίνακας 3. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μεταφορικού μέσου.	26
Πίνακας 4. Δεδηλωμένη προτίμηση και Αποκαλυφθείσα προτίμηση.	38
Πίνακας 5. Παράδειγμα Υποθετικού Σεναρίου.....	41
Πίνακας 6. Κατανομή συμμετεχόντων ανά φύλο.....	46
Πίνακας 7. Κατανομή συμμετεχόντων ανά ηλικία.....	46
Πίνακας 8. Κατανομή συμμετεχόντων ανά επίπεδο εκπαίδευσης.....	47
Πίνακας 9. Κατανομή συμμετεχόντων ανά θέση εργασίας.....	47
Πίνακας 10. Κατανομή συμμετεχόντων ανά ετήσιο εισόδημα.....	49
Πίνακας 11. Κατανομή συμμετεχόντων με βάση τη συχνότητα χρήσης των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	50
Πίνακας 12. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση της αξιοπιστίας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	51
Πίνακας 13. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση της άνεσης των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	52
Πίνακας 14. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση της ασφάλειας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	53
Πίνακας 15. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση της καθαριότητας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	54
Πίνακας 16. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση του κόστους των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	55
Πίνακας 17. Κατανομή των συμμετεχόντων με βάση το είδος εισιτηρίου που χρησιμοποιούν.....	55
Πίνακας 18. Τα αποτελέσματα της λογιστικής παλινδρόμησης.....	56
Πίνακας 19. Γενικές Δοκιμές Συντελεστών Μοντέλου.....	58
Πίνακας 20. Τα αποτελέσματα του πίνακα ταξινόμησης της λογιστικής παλινδρόμησης.....	59
Πίνακας 21. Η απόδοση του μοντέλου της λογιστικής παλινδρόμησης.....	59

Ευρετήριο Γραφημάτων

Γράφημα 1. Κατανομή συμμετεχόντων ανά φύλο και ηλικία.....	46
Γράφημα 2. Κατανομή συμμετεχόντων ανά επίπεδο εκπαίδευσης και θέση εργασίας.	48
Γράφημα 3. Κατανομή συμμετεχόντων ανά ετήσιο εισόδημα.....	49
Γράφημα 4. Κατανομή της συχνότητας χρήσης των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	50
Γράφημα 5. Κατανομή βαθμολόγησης της αξιοπιστίας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	51
Γράφημα 6. Κατανομή βαθμολόγησης της άνεσης των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	52
Γράφημα 7. Κατανομή βαθμολόγησης της ασφάλειας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	53
Γράφημα 8. Κατανομή βαθμολόγησης της καθαριότητας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.....	54
Γράφημα 9. Κατανομή συμμετεχόντων με βάση το κόστος και το είδος εισιτηρίου.....	55

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1. Βιώσιμη Κινητικότητα: Έννοια και Σημασία

Η βιώσιμη αστική κινητικότητα αποτελεί μια από τις πιο κρίσιμες προτεραιότητες για την αντιμετώπιση των σύγχρονων περιβαλλοντικών και κοινωνικών προκλήσεων στις πόλεις. Με την αστικοποίηση να παρουσιάζει ραγδαία αύξηση, η ανάγκη για συστήματα μεταφορών που είναι περιβαλλοντικά φιλικά και οικονομικά βιώσιμα καθίσταται πιο επιτακτική από ποτέ. Το ζήτημα της κινητικότητας στις πόλεις δεν αφορά μόνο τη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών, αλλά έχει άμεση σύνδεση με την ποιότητα ζωής, την υγεία, την κοινωνική συνοχή και την προστασία του περιβάλλοντος.

Η εξάρτηση των ατόμων από τα ιδιωτικά αυτοκίνητα για να πραγματοποιήσουν τις αστικές τους μετακινήσεις, οδηγεί σε σοβαρές επιπτώσεις. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η ρύπανση του αέρα και η κατασπατάληση δημόσιων χώρων είναι ορισμένα από τα πιο εμφανή προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες πόλεις. Η χρήση αυτοκινήτων είναι προσίτη σε όλους τους πολίτες, δημιουργώντας έτσι κοινωνικές ανισότητες, ενώ ο χώρος που καταλαμβάνουν οι δρόμοι και οι θέσεις στάθμευσης συχνά περιορίζει τις δυνατότητες ανάπτυξης πράσινων και κοινόχρηστων χώρων.

Η βιώσιμη αστική κινητικότητα επιδιώκει να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις μέσα από ένα σύστημα διαχείρισης μεταφορών το οποίο θα προάγει τη χρήση μέσων που είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Η ανάπτυξη δημόσιων συγκοινωνιών υψηλής ποιότητας αποτελεί κεντρικό άξονα αυτής της προσέγγισης. Τα τραμ, τα λεωφορεία και οι αστικοί σιδηρόδρομοι είναι ικανά να εξυπηρετήσουν μεγάλους αριθμούς επιβατών, μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τις εκπομπές ρύπων. Ειδικά με την ενσωμάτωση της ηλεκτροκίνησης, τα μέσα αυτά καθίστανται ακόμη πιο βιώσιμα και αποδοτικά.

Ταυτόχρονα, η προώθηση της μικροκινητικότητας, όπως το περπάτημα και το ποδήλατο, προσφέρει σημαντικά οφέλη. Οι ασφαλείς πεζόδρομοι, οι ποδηλατόδρομοι και οι ζώνες ήπιας κυκλοφορίας ενθαρρύνουν τους πολίτες να επιλέξουν πιο υγιείς και βιώσιμους τρόπους μετακίνησης. Αυτό δεν μειώνει

μόνο το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της πόλης αλλά βελτιώνει και την υγεία των κατοίκων, προάγοντας τη φυσική δραστηριότητα και μειώνοντας την εξάρτηση από τα οχήματα. Σημαντικό ρόλο στη μετάβαση αυτή διαδραματίζει και η τεχνολογία. Οι εφαρμογές κινητικότητας και τα «έξυπνα» συστήματα μεταφορών διευκολύνουν τη συνδεσιμότητα και ενισχύουν τη χρήση πολλαπλών μέσων μεταφοράς. Ένα παράδειγμα είναι οι πλατφόρμες που συνδυάζουν πληροφορίες για δρομολόγια, χρεώσεις και διαθεσιμότητα μέσων μεταφοράς, επιτρέποντας στους πολίτες να οργανώνουν τις μετακινήσεις τους εύκολα και αποδοτικά.

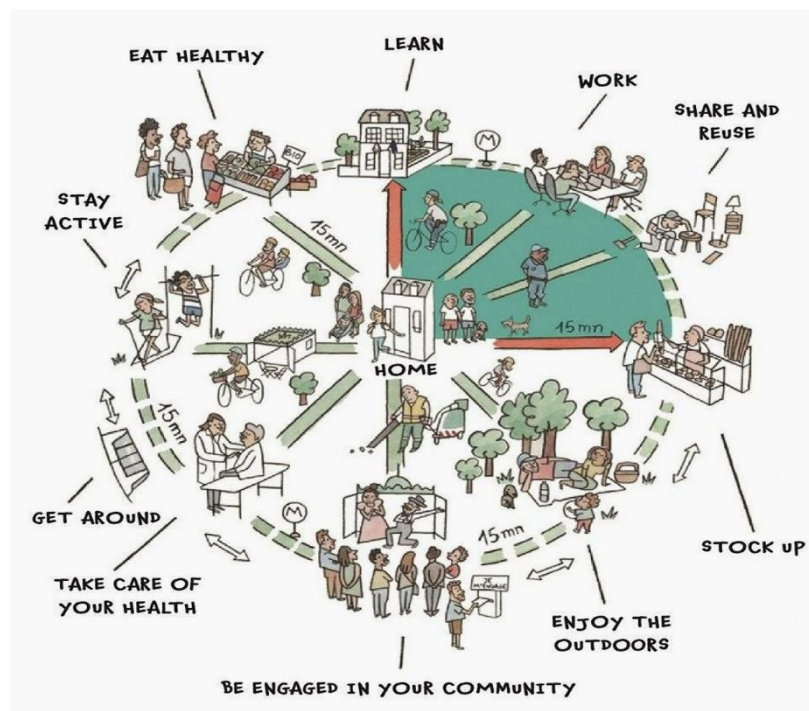
Παρά τα πλεονεκτήματα, η εφαρμογή της βιώσιμης αστικής κινητικότητας συνοδεύεται από προκλήσεις. Οι υποδομές που απαιτούνται για την υποστήριξη ενός βιώσιμου συστήματος κινητικότητας είναι συχνά δαπανηρές, ενώ η αλλαγή των συνήθειων των πολιτών μπορεί να αποδειχθεί χρονοβόρα και δύσκολη. Πολλοί άνθρωποι, ιδιαίτερα σε περιοχές με ανεπαρκείς δημόσιες συγκοινωνίες, είναι προσκολλημένοι στην άνεση και την ευκολία του αυτοκινήτου. Επιπλέον, ο συντονισμός μεταξύ διαφόρων δημόσιων φορέων και επιπέδων διοίκησης αποτελεί έναν άλλο σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την επιτυχία τέτοιων πρωτοβουλιών.

Παρά τις δυσκολίες, οι πόλεις που επενδύουν στη βιώσιμη κινητικότητα βλέπουν ήδη θετικά αποτελέσματα. Σύμφωνα με άρθρο στην Κοπεγχάγη, η εκτεταμένη χρήση ποδηλάτων έχει μειώσει τις εκπομπές CO₂ κατά 75% από το 2005 και στοχεύει σε μείωση 80% έως το 2025, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Επίσης, η Κοπεγχάγη είναι η πόλη με το υψηλότερο ποσοστό χρήσης ποδηλάτου το οποίο ανέρχεται στο 49%.



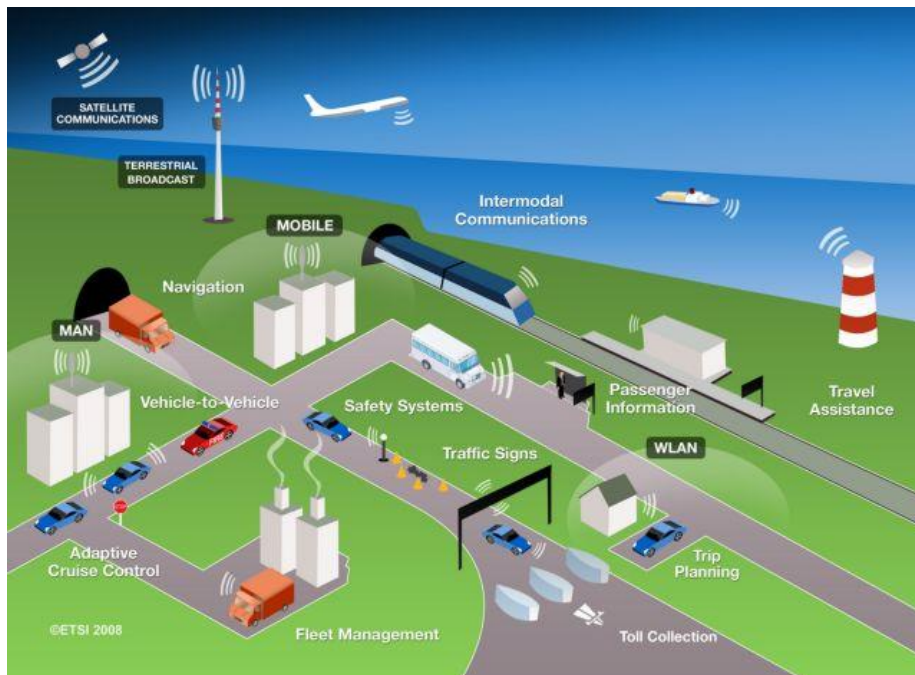
Εικόνα 1. Χρήση ποδηλάτου στην Κοπεγχάγη. Πηγή: iefimerida.gr

Στο Παρίσι, το πρόγραμμα «πόλη των 15 λεπτών» έχει ως στόχο την σχεδίαση γειτονιών όπου οι κάτοικοι θα βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από βασικές υπηρεσίες προκειμένου να εξυπηρετούν τις καθημερινές τους ανάγκες εντός το πολύ 15 λεπτών, είτε με τα πόδια είτε με την χρήση ποδηλάτου. Για την επίτευξη του προγράμματος κάθε γειτονία πρέπει να περιλαμβάνει έξι κοινωνικές λειτουργίες: κατοικία, εργασία, προμήθειες, φροντίδα, μάθηση και διασκέδαση. Το συγκεκριμένο μοντέλο αστικού σχεδιασμού προάγει την βιωσιμότητα και συμβάλει στην μείωση της χρήσης των αυτοκινήτων.



Εικόνα 2. Πόλη των 15 λεπτών. Πηγή: deltaengineering.gr

Η Σιγκαπούρη αποτελεί παγκόσμιο πρότυπο στην ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων δημόσιων μεταφορών (Intelligent Transport Systems - ITS) καθώς έχει εφαρμόσει προηγμένες τεχνολογίες για να βελτιώσει την αποδοτικότητα των μέσων και την εμπειρία των επιβατών. Το δίκτυο Mass Rapid Transit (MRT) είναι ο βασικός πυλώνας του συστήματος, προσφέροντας στους επιβάτες ασφαλείς και γρήγορες μετακινήσεις. Επίσης, γίνεται χρήση τεχνολογίας 5G για την ανάπτυξη συστημάτων συνδεσιμότητας δίνοντας την δυνατότητα στους επιβάτες να ενημερώνονται μέσω του κινητού τους για τις αστικές μεταφορές σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 3. Παρουσιάζει τα ευφυή συστήματα μεταφορών. Πηγή: *researchgate.net*

Η βιώσιμη αστική κινητικότητα είναι απαραίτητη για τη δημιουργία πόλεων που δεν εξαρτώνται από το αυτοκίνητο αλλά προάγουν τη συνύπαρξη ανθρώπων, περιβάλλοντος και οικονομίας. Αποτελεί έναν δρόμο για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Οι πόλεις του μέλλοντος πρέπει να είναι σχεδιασμένες με βάση τις ανάγκες των ανθρώπων, δίνοντας προτεραιότητα στη βιωσιμότητα και την προσβασιμότητα. Μέσα από συντονισμένες πολιτικές, επενδύσεις σε υποδομές και την ενθάρρυνση αλλαγών στη συμπεριφορά, η βιώσιμη κινητικότητα μπορεί να γίνει πραγματικότητα, διασφαλίζοντας ένα καλύτερο μέλλον για όλους.

Στην Ελλάδα, ακολουθώντας την ευρωπαϊκή πολιτική αρκετές πόλεις άρχισαν να εκπονούν το Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ). Πρόκειται για ένα στρατηγικό σχεδιασμό που αποσκοπεί στην βελτίωση της κινητικότητας στα αστικά κέντρα και την ανάδειξη της βιώσιμης μετακίνησης.

Πίνακας 1: Βασικά Στοιχεία για την Βιώσιμη Αστική Κινητικότητα.

Κατηγορία	Στοιχεία / Δεδομένα
Δημόσιες Συγκοινωνίες	Αύξηση δρομολογίων, ηλεκτροκίνηση λεωφορείων, μείωση εισιτηρίων
Ποδηλατοδρόμοι	Επέκταση δικτύου ποδηλατοδρόμων, προγράμματα κοινόχρηστων ποδηλάτων
Πεζοδρομήσεις	Δημιουργία ζωνών χαμηλής κυκλοφορίας, ενίσχυση πεζοδρομίων
Ηλεκτροκίνηση	Σταθμοί φόρτισης, επιδοτήσεις για ηλεκτρικά οχήματα
Car Sharing & Mobility as a Service (MaaS)	Υπηρεσίες κοινής χρήσης οχημάτων, ολοκληρωμένα ψηφιακά εισιτήρια
Οδική Ασφάλεια	Εξυπνα φανάρια, μείωση ταχύτητας σε κατοικημένες περιοχές
Πράσινες Ζώνες	Περιορισμός αυτοκινήτων στο κέντρο, αύξηση πράσινων χώρων
Εξυπνες Τεχνολογίες	Κυκλοφοριακοί αισθητήρες, εφαρμογές για μετακινήσεις

1.1.1. Το τραμ ως πυλώνας Βιώσιμης Κινητικότητας.

Το τραμ αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς πυλώνες της βιώσιμης αστικής κινητικότητας, προσφέροντας ένα αποτελεσματικό, περιβαλλοντικά φιλικό και κοινωνικά δίκαιο μέσο μεταφοράς. Ως μέσο μαζικής μεταφοράς που συνδυάζει την υψηλή χωρητικότητα, τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και την ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση, το τραμ συμβάλλει ουσιαστικά στη δημιουργία βιώσιμων και ανθεκτικών πόλεων.

Η κύρια συνεισφορά του τραμ στη βιώσιμη κινητικότητα προέρχεται από τη φιλική προς το περιβάλλον λειτουργία του. Τα τραμ είναι ηλεκτροκίνητα, γεγονός που τα καθιστά μηδενικών εκπομπών στην περιοχή όπου λειτουργούν, σε αντίθεση με τα συμβατικά οχήματα που εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και άλλους αέριους ρύπους. Επιπλέον, όταν η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιούν προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα μειώνεται ακόμη περισσότερο. Αυτό το χαρακτηριστικό τους καθιστά βασικό εργαλείο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του τραμ είναι η υψηλή αποδοτικότητά του στην εξυπηρέτηση μεγάλου αριθμού επιβατών. Τα τραμ μπορούν να μεταφέρουν εκατοντάδες επιβάτες σε κάθε δρομολόγιο, μειώνοντας έτσι τον αριθμό των αυτοκινήτων στους δρόμους και συμβάλλοντας στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Αυτό δεν βελτιώνει μόνο τους χρόνους μετακίνησης αλλά μειώνει και το συνολικό ενεργειακό κόστος των μεταφορών στην πόλη.

Επιπλέον, η λειτουργία του τραμ ενισχύει την κοινωνική συνοχή, καθώς παρέχει προσιτές και αξιόπιστες λύσεις μετακίνησης για όλους τους πολίτες. Σε αντίθεση με τα ιδιωτικά αυτοκίνητα, που συχνά δεν είναι οικονομικά προσιτά για όλους, το τραμ είναι προσβάσιμο σε ευρύτερα κοινωνικά στρώματα, προσφέροντας ισότητα στις μετακινήσεις. Η σταθερότητα των δρομολογίων και η προβλεψιμότητα του χρόνου άφιξης το καθιστούν ιδιαίτερα δημοφιλές για την καθημερινή μετακίνηση.

Ακόμη, η ενσωμάτωση του τραμ στο αστικό περιβάλλον προσφέρει δυνατότητες αναβάθμισης των δημόσιων χώρων. Οι γραμμές του τραμ συχνά συνοδεύονται από πεζοδρόμια, πράσινες ζώνες και βελτιωμένες υποδομές για ποδηλάτες και πεζούς. Αυτά τα χαρακτηριστικά συμβάλλουν στη δημιουργία πιο ανθρώπινων πόλεων, όπου οι δρόμοι δεν είναι αποκλειστικά αφιερωμένοι στην κυκλοφορία αυτοκινήτων αλλά γίνονται πολυχρηστικοί χώροι που εξυπηρετούν διάφορες ανάγκες.

Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι το τραμ μπορεί να αποτελέσει μέρος ενός ευρύτερου ολοκληρωμένου συστήματος μεταφορών. Ο συνδυασμός του τραμ με άλλα μέσα μαζικής μεταφοράς, όπως τα λεωφορεία και οι αστικοί σιδηρόδρομοι, δημιουργεί ένα δίκτυο που ενισχύει τη συνδεσιμότητα, μειώνοντας την εξάρτηση από τα ιδιωτικά οχήματα. Η χρήση έξυπνων τεχνολογιών, όπως εφαρμογές κινητικότητας και πληροφοριακά συστήματα, διευκολύνει ακόμη περισσότερο την ενσωμάτωση του τραμ στις καθημερινές μετακινήσεις.

Παρά τα προφανή οφέλη του, η ανάπτυξη και η διατήρηση ενός δικτύου τραμ απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές. Ωστόσο, οι μακροπρόθεσμες θετικές επιπτώσεις, τόσο για την οικονομία όσο και για την

ποιότητα ζωής στις πόλεις, καθιστούν αυτές τις επενδύσεις ιδιαίτερα αποδοτικές.

Συνολικά, το τραμ δεν είναι απλώς ένα μέσο μεταφοράς, αλλά ένας παράγοντας αλλαγής για τις πόλεις, προάγοντας την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, την κοινωνική ισότητα και την αστική αναζωογόνηση. Ως βασικός πυλώνας της βιώσιμης αστικής κινητικότητας, το τραμ μπορεί να παίξει κρίσιμο ρόλο στη διαμόρφωση των πόλεων του μέλλοντος, καθιστώντας τις πιο πράσινες, λειτουργικές και προσαρμοσμένες στις ανάγκες των ανθρώπων.

Πίνακας 2. Συμβολή του τραμ στην Βιώσιμη Κινητικότητα.

Παράγοντας	Περιγραφή
Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα	Χαμηλό ενεργειακό αποτύπωμα, ηλεκτροκίνητο, μηδενικές άμεσες εκπομπές ρύπων.
Χωρητικότητα	Μεταφέρει μεγάλο αριθμό επιβατών ανά διαδρομή, μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση.
Σταθερότητα Δρομολογίων	Σταθερή τροχιά, ανεξάρτητο από την κίνηση, αξιόπιστες συχνότητες.
Ασφάλεια	Υψηλά επίπεδα οδικής ασφάλειας λόγω ειδικών διαδρομών και χαμηλών ταχυτήτων στις πόλεις.
Συνδεσιμότητα	Ενσωμάτωση με άλλα μέσα μεταφοράς (μετρό, λεωφορεία, ποδήλατα) για απρόσκοπτη μετακίνηση.
Άνεση & Προσβασιμότητα	Χαμηλό δάπεδο για εύκολη επιβίβαση, ευρύχωροι συρμοί, ιδανικό για ΑμεΑ.
Αναβάθμιση του Αστικού Τοπίου	Περιορισμός αυτοκινήτων, ενίσχυση πεζοδρομίων και ποδηλατοδρόμων γύρω από τις γραμμές του τραμ.
Οικονομική Βιωσιμότητα	Μακροπρόθεσμα χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης σε σχέση με τα λεωφορεία.
Ενθάρρυνση Μη Μηχανοκίνητων Μετακινήσεων	Συμβάλλει στην προώθηση του περπατήματος και της ποδηλασίας μέσω διαμορφωμένων διαδρομών.

1.1.2. Το αστικό λεωφορείο και η ευελιξία του

Το αστικό λεωφορείο αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των συστημάτων μαζικής μεταφοράς στις σύγχρονες πόλεις, προσφέροντας μια προσίτη, αποδοτική και ευέλικτη λύση για τη μετακίνηση εκατομμυρίων ανθρώπων καθημερινά. Ως ένα από τα πιο διαδεδομένα μέσα μεταφοράς, παίζει

καθοριστικό ρόλο στην προώθηση της βιώσιμης κινητικότητας και στη διαμόρφωση ενός περισσότερο ισότιμου αστικού περιβάλλοντος.

Η σημασία του αστικού λεωφορείου έγκειται στην ικανότητά του να εξυπηρετεί τόσο κεντρικές όσο και περιφερειακές περιοχές, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ διαφορετικών κοινοτήτων. Με τη δυνατότητα πυκνού δικτύου στάσεων και τη συχνή κυκλοφορία δρομολογίων, τα λεωφορεία διευκολύνουν τη μετακίνηση ανθρώπων που δεν έχουν πρόσβαση σε άλλα μέσα μεταφοράς, όπως το ιδιωτικό αυτοκίνητο ή το μετρό. Αυτό το χαρακτηριστικό συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των κοινωνικών ανισοτήτων, εξασφαλίζοντας ότι όλοι οι πολίτες έχουν ίση πρόσβαση στις υπηρεσίες μεταφοράς.

Παράλληλα, η περιβαλλοντική σημασία του αστικού λεωφορείου είναι εξίσου σημαντική. Τα σύγχρονα λεωφορεία, πολλά από τα οποία είναι ηλεκτροκίνητα ή υβριδικά, μειώνουν δραστικά τις εκπομπές ρύπων σε σύγκριση με τα παραδοσιακά οχήματα που κινούνται με ορυκτά καύσιμα. Η χρήση ενός λεωφορείου για τη μεταφορά πολλών επιβατών αντί πολλαπλών αυτοκινήτων μειώνει την κυκλοφοριακή συμφόρηση και το συνολικό ενεργειακό αποτύπωμα της πόλης. Με τον τρόπο αυτό, τα λεωφορεία συνεισφέρουν σημαντικά στη μάχη κατά της κλιματικής αλλαγής και στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

Επιπλέον, το αστικό λεωφορείο είναι ένα ευέλικτο μέσο που μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες μιας πόλης. Σε αντίθεση με τα μέσα σταθερής τροχιάς, τα λεωφορεία μπορούν να αλλάξουν διαδρομές, να προσθέσουν νέες γραμμές ή να ενισχύσουν δρομολόγια σε ώρες αιχμής με χαμηλό κόστος και σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτή η ευελιξία τα καθιστά ιδανικά για την αντιμετώπιση μεταβαλλόμενων συνθηκών, όπως η αύξηση του πληθυσμού ή η εξυπηρέτηση προσωρινών εκδηλώσεων.

Το αστικό λεωφορείο συνδυάζει προσβασιμότητα, περιβαλλοντική βιωσιμότητα και οικονομική αποδοτικότητα, διαμορφώνοντας ένα μέσο που μπορεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες μιας ευρείας γκάμας πολιτών. Με τη συνεχή τεχνολογική εξέλιξη και την προώθηση λύσεων όπως η ηλεκτροκίνηση, τα αστικά λεωφορεία μπορούν να διαδραματίσουν ακόμη σημαντικότερο ρόλο

στις πόλεις του μέλλοντος, συμβάλλοντας σε μια πιο βιώσιμη και ανθεκτική αστική κινητικότητα.

1.2. Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας που επικεντρώνεται στη διεξαγωγή έρευνας δεδομένης προτίμησης για την επιλογή μέσου μεταφοράς, ανάμεσα στις υφιστάμενες υποδομές του αστικού λεωφορείου και ενός μελλοντικού συστήματος τραμ στην πόλη της Λάρισας, είναι πολυδιάστατος.

Αρχικά, επιδιώκεται η κατανόηση των προτιμήσεων και των αναγκών των πολιτών της Λάρισας σχετικά με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Η πόλη, όπως και πολλές άλλες μεσαίου μεγέθους στην Ελλάδα, αντιμετωπίζει προκλήσεις που σχετίζονται με την αστική κινητικότητα, την κυκλοφοριακή συμφόρηση και την περιορισμένη χρήση των δημοσίων μεταφορών. Μέσα από την έρευνα, γίνεται προσπάθεια να αποκαλυφθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή των πολιτών, όπως η ταχύτητα, το κόστος, η συχνότητα και η άνεση του κάθε μέσου. Η κατανόηση αυτών των παραμέτρων θα παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τη διαμόρφωση πιο αποδοτικών συγκοινωνιακών μεταφορών.

Ένας δεύτερος στόχος είναι η αξιολόγηση της πιθανής αποδοχής ενός συστήματος τραμ ως συμπληρωματικής-εναλλακτικής λύσης στις υπάρχουσες γραμμές αστικών λεωφορείων. Το τραμ, ως μέσο μεταφοράς με χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και υψηλή μεταφορική ικανότητα, θεωρείται βιώσιμη επιλογή για πολλές αστικές περιοχές. Μέσα από την ανάλυση των υποθετικών σεναρίων που θα παρουσιαστούν στους πολίτες, η έρευνα θα προβλέψει το ποσοστό των πολιτών που θα υιοθετούσαν το τραμ και θα μελετήσει τις προϋποθέσεις κατά τις οποίες θα ήταν πετυχημένη η υλοποίησή του.

Επιπλέον, η εργασία αποσκοπεί στην παροχή δεδομένων που μπορούν να υποστηρίξουν τη λήψη αποφάσεων από τους αρμόδιους φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης και τους σχεδιαστές πολιτικής. Οι πληροφορίες αυτές θα βοηθήσουν στην εκτίμηση του οικονομικού και κοινωνικού οφέλους

ενός τέτοιου έργου, αλλά και στη διαμόρφωση πολιτικών που θα ενισχύσουν τη βιώσιμη κινητικότητα στην πόλη.

Συνολικά, ο στόχος της διπλωματικής είναι να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση των επιλογών μεταφοράς των πολιτών, προωθώντας λύσεις που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής και προάγουν τη βιώσιμη ανάπτυξη της Λάρισας.

1.3. Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Το **πρώτο κεφάλαιο** αποτελεί την εισαγωγή της Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά γίνεται λόγος για την βιώσιμη κινητικότητα που αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πυλώνες της σύγχρονης αστικής ανάπτυξης, διότι συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στη διασφάλιση της ομαλής λειτουργίας των πόλεων. Έπειτα, αναλύεται ο καίριος ρόλος που διαδραματίζουν το τραμ και το αστικό λεωφορείο όσο αφορά την βιώσιμη κινητικότητα. Η περαιτέρω διερεύνηση των συγκεκριμένων μέσων προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για την κατανόηση και την ενίσχυση της βιώσιμης αστικής κινητικότητας. Επιπλέον, αναδεικνύεται η σημασία του σχεδιασμού και της ενσωμάτωσής τους σε ένα συνολικό σύστημα μεταφορών, που εξασφαλίζει την ισορροπία μεταξύ της λειτουργικότητας και της βιωσιμότητας. Έπειτα, παρουσιάζεται ο επιδιωκόμενος στόχος της συγκεκριμένης έρευνας και ολοκληρώνεται με την παρούσα αναφορά στη δομή της Διπλωματικής Εργασίας.

Το **δεύτερο κεφάλαιο** της διπλωματικής Εργασίας εστιάζει στην βιβλιογραφική ανασκόπηση. Εισαγωγικά, αναφέρεται ο στόχος της ανασκόπησης, δηλαδή η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή μεταφορικού μέσου και η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων που απορρέει το τραμ. Στο δεύτερο μέρος παρατίθενται έρευνες που εξετάζουν τις προτιμήσεις των χρηστών για διαφορετικά μέσα μεταφοράς, λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια όπως ο χρόνος, το κόστος, η άνεση και η περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Ακολουθούν έρευνες σχετικά με το τραμ, οι οποίες αναλύουν τα πλεονεκτήματα που αποφέρει, όπως για παράδειγμα η μείωση κυκλοφοριακής συμφόρησης και οι περιβαλλοντικές ωφέλειες, αλλά και πιθανές προκλήσεις, όπως το υψηλό κόστος υποδομών. Στη σύνοψη, γίνεται μια συνοπτική

επισκόπηση των βασικών συμπερασμάτων, υπογραμμίζοντας τη σημασία των δεδομένων αυτών για την ανάπτυξη βιώσιμων συστημάτων μεταφορών.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Ξεκινά με μια ιστορική ανασκόπηση για την μέθοδο δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference) σε διάφορους τομείς σε βάθος χρόνου. . Ακολουθεί σύγκρισή της με την παρεμφερή μέθοδο της αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference), από την οποία προκύπτει ως καταλληλότερη η δεδηλωμένη προτίμηση. Γίνεται παράθεση του ειδικού ερωτηματολογίου και ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση του. Παρατίθεται η ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανάλογα με τα επιμέρους χαρακτηριστικά του, ακολουθεί ο απαραίτητος σχολιασμός. Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένοι μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης, καταλήγοντας στην δυαδική λογιστική παλινδρόμηση (binary logistic regression), η οποία και χρησιμοποιήθηκε.

Το **τέταρτο κεφάλαιο** περιέχει την διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εφαρμογή και ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, από τα οποία εκλήφθηκαν τα τελικά αποτελέσματα του πειράματος. Παρουσιάζονται πίνακες και διαγράμματα που απορρέουν από το σύνολο των αποτελεσμάτων.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ερμηνεία των μοντέλων. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη χρησιμότητα των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας, ενώ παρατίθενται συστάσεις για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα.

Το **έκτο κεφάλαιο** περιλαμβάνει τα παραρτήματα στο οποίο επισυνάπτεται η ολοκληρωμένη μορφή του ερωτηματολογίου. Τέλος, στο **έβδομο κεφάλαιο** παρατίθεται η βιβλιογραφία.

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1. Εισαγωγή

Βασικό στάδιο σε μια ερευνητική εργασία αποτελεί η βιβλιογραφική ανασκόπηση καθώς παρέχει το θεωρητικό και επιστημονικό υπόβαθρο ώστε να γίνει κατανοητό το αντικείμενο μελέτης. Στόχος της εισαγωγής είναι να προσδιοριστεί η σημασία της ανασκόπησης προκειμένου να προκύψει μια ολοκληρωμένη και τεκμηριωμένη επιστημονικά προσέγγιση. Η επιλογή του κατάλληλου μεταφορικού αποτελεί μείζων πρόβλημα καθώς δέχεται επιρροή από πληθώρα κριτηρίων, όπως η οικονομία, η ταχύτητα, η άνεση και η περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Παράλληλα, η ανάπτυξη βιώσιμων μεταφορικών υποδομών, αποτελεί βασικό άξονα ενδιαφέροντος για πολλές χώρες, διότι συμβάλλει στην αντιμετώπιση κύριων προβλημάτων όπως η κυκλοφοριακή συμφόρηση και η κλιματική αλλαγή.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αποτελείται από τρία βασικά μέρη. Αρχικά, περιλαμβάνει τις έρευνες για την επιλογή μεταφορικού μέσου, στις οποίες ερευνώνται τα πολυκριτηριακά μοντέλα και οι συμπεριφορικές αναλύσεις των χρηστών για την μελέτη των μεταφορικών επιλογών τους. Στην συνέχεια, γίνεται ενασχόληση με εξειδικευμένες έρευνες που επικεντρώνονται στο τραμ, αναδεικνύοντας τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τους περιορισμούς που το συνοδεύουν. Τέλος, πραγματοποιείται συνοπτική επισκόπηση που συνδέει τα κύρια συμπεράσματα.

2.2. Επιλογή Μεταφορικού Μέσου

Η επιλογή μέσου μεταφοράς είναι ένα από τα κεντρικά θέματα που εξετάζονται στον τομέα των συγκοινωνιών και των μεταφορών, καθώς επηρεάζει άμεσα τη βιωσιμότητα, την αποτελεσματικότητα και την κοινωνική ευημερία. Πλήθος ερευνών έχει επιχειρήσει να αναλύσει και να ερμηνεύσει τους παράγοντες που καθορίζουν τις προτιμήσεις και τις αποφάσεις των ατόμων αναφορικά με τη χρήση διαφορετικών μέσων μεταφοράς. Σε αυτή τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, θα αναφερθούν οι βασικές θεωρητικές προσεγγίσεις, οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μέσου, και θα παρουσιαστούν οι σχετικές ερευνητικές μελέτες.

2.2.1. Θεωρητικές προσεγγίσεις

Τα **πολυκριτηριακά μοντέλα απόφασης (Multi-Criteria Decision Analysis - MCDA)** είναι μία από τις κυρίαρχες θεωρητικές προσεγγίσεις που εξετάζουν την επιλογή μέσου μεταφοράς. Τα συγκεκριμένα μοντέλα εστιάζουν στην αξιολόγηση πολλαπλών παραγόντων, όπως το κόστος, ο χρόνος, η άνεση και η περιβαλλοντική επίδραση, προκειμένου να αναζητηθεί η βέλτιστη επιλογή για τον χρήστη. Ο Saaty το 1980 ερεύνησε και παρουσίασε ένα από τα πιο γνωστά εργαλεία αυτής της κατηγορίας, την Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (Analytic Hierarchy Process - AHP). Η AHP βοηθά στη διαμόρφωση ιεραρχιών για τα κριτήρια επιλογής, επιτρέποντας τη σύγκριση εναλλακτικών επιλογών βάσει συγκεκριμένων ποσοτικών ή ποιοτικών κριτηρίων.

Η εφαρμογή της AHP και άλλων πολυκριτηριακών μοντέλων είναι ιδιαίτερα δημοφιλής και χρήσιμη στον τομέα του σχεδιασμού μεταφορικών συστημάτων. Οι Saaty & Vargas (2012) σε μελέτη τους κάνουν χρήση της AHP προκειμένου να συγκρίνουν δημόσια και ιδιωτικά μέσα μεταφοράς, έχοντας ως κύριους παράγοντες την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και τη προσβασιμότητα.

Τα **μοντέλα επιλογής διακριτών επιλογών (Discrete Choice Models - DCM)**, βασίζονται στην αρχή ότι οι χρήστες επιλέγουν το μέσο μεταφοράς που μεγιστοποιεί τη χρησιμότητά τους, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά κάθε εναλλακτικής επιλογής. Το μοντέλο logit θεωρείται το πιο γνωστό μοντέλο α της κατηγορίας, το οποίο αναλύει τις πιθανότητες επιλογής ενός μέσου βάσει των χαρακτηριστικών του και των προτιμήσεων των χρηστών (Ben-Akiva & Lerman, 1985). Εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο σε μελέτες που αφορούν τη μετακίνηση εντός αστικών περιοχών ενσωματώνοντας παράγοντες όπως το κόστος, ο χρόνος ταξιδιού, η αξιοπιστία και η περιβαλλοντική ευαισθησία.

Οι **ψυχολογικές θεωρίες** χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής στην κατανόηση της συμπεριφοράς των χρηστών σχετικά με την επιλογή μέσου μεταφοράς. Μία από τις πιο γνωστές θεωρίες είναι η Θεωρία της Προγραμματισμένης Συμπεριφοράς (Theory of Planned Behavior - TPB) που εισήχθη από τον Ajzen (1991). Βάση της θεωρίας αυτής, η συμπεριφορά των

χρηστών επηρεάζεται από τρεις βασικοί παράγοντες: α) από τη στάση του ατόμου απέναντι στη συμπεριφορά, β) από την υποκειμενική αίσθηση των κοινωνικών κανόνων συμπεριφοράς, γ) από την υποκειμενική αντίληψη άσκησης ελέγχου. Η TPB έχει χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση των προτιμήσεων των χρηστών και των κινήτρων που τους οδηγούν στη επιλογή συγκεκριμένων μέσων μεταφοράς. Σε μελέτη του Steg (2003), αναδεικνύει ότι οι χρήστες είναι πιο πιθανό να επιλέξουν μέσα με χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, όπως το τραμ, όταν έχουν θετική στάση προς τη βιωσιμότητα και όταν η χρήση αυτών των μέσων θεωρείται κοινωνικά αποδεκτή.

Επιπλέον, η θεωρία της συνήθειας (Habit Theory) έχει επίσης αναδειχθεί ως σημαντική προσέγγιση στην κατανόηση της επιλογής μέσου μεταφοράς. Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι οι επιλογές μεταφοράς επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από επαναλαμβανόμενες συνήθειες, οι οποίες μπορούν να αλλάξουν μόνο μέσω ισχυρών εξωτερικών κινήτρων ή αλλαγών στις συνθήκες (Verplanken et al., 1997).

Τα **μοντέλα ολοκληρωμένης μεταφοράς (Integrated Transport Models)** προσπαθούν να συνδυάσουν διαφορετικές θεωρητικές προσεγγίσεις, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις ατομικές προτιμήσεις όσο και τις συλλογικές επιπτώσεις των αποφάσεων. Αυτά τα μοντέλα ενσωματώνουν δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως έρευνες χρηστών, στατιστικές αναλύσεις και μοντέλα συγκοινωνιακού σχεδιασμού, προκειμένου να παρέχουν μία ολοκληρωμένη εικόνα της επιλογής μέσου μεταφοράς. Σε έρευνα της Vanessa de Almeida Guimarães et al. (2025) αναπτύχθηκε η συγκεκριμένη μέθοδος για να βοηθήσει τον κυβερνητικό σχεδιασμό στον τομέα των μεταφορών, σχετικά με την αξιολόγηση της πολιτικής για τη ρύθμιση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Εξετάστηκαν επτά σενάρια τα οποία είχαν ως κύριο γνώμονα την αξιολόγηση των πολιτικών για τη φορολόγηση του άνθρακα και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

2.2.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την Επιλογή Μεταφορικού.

Η επιλογή μεταφορικού μέσου επηρεάζεται από ένα πολυπληθές σύνολο παραγόντων που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του μέσου, τις προτιμήσεις των ατόμων και τις κοινωνικές συνθήκες.

Αρχικά, **το κόστος μεταφοράς** αποτελεί κεντρικό κριτήριο για την επιλογή μέσου μεταφοράς. Το αντίτιμο του εισιτηρίου, σύμφωνα με τον Litman (2020), επηρεάζει την απόφαση των επιβατών καθώς δείχνουν να προτιμούν για τις καθημερινές τους μετακινήσεις μέσα που είναι οικονομικά πιο προσιτά. Επιπρόσθετα, η δημόσια συγκοινωνία συχνά κερδίζει την μάχη απέναντι στα ιδιωτικά οχήματα λόγω των υψηλών τιμών των καυσίμων.

Ο χρόνος και η αξιοπιστία του ταξιδιού από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση των χρηστών. Στην έρευνα των Buecher & Pucher (2012) επισημαίνεται ιδιαίτερα η σημασία που έχουν η ταχύτητα και η συνέπεια στις μετακινήσεις. Οι επιβάτες δείχνουν την προτίμηση τους στα μέσα όπου δεν παρατηρούνται συχνές καθυστερήσεις και διακοπές. Βασικά στοιχεία αποτελούν επίσης η διάρκεια της διαδρομής, η ευκολία συνδυασμού διαδρομών και μέσων καθώς και να υπάρχουν ασφαλείς και άνετες υποδομές.

Η άνεση κατά την μετακίνηση είναι βασική για πολλούς χρήστες, ειδικά για εκείνους που κάνουν μεγάλες αποστάσεις και όσους χρησιμοποιούν καθημερινά τα μέσα καθώς αναζητούν καθαρούς και ευχάριστους χώρους, άνετα καθίσματα, ελάχιστη συμφόρηση και εύκολη πρόσβαση στις στάσεις (Givoni & Rietveid, 2007).

Η περιβαλλοντική συνείδηση αποτελεί άλλον ένα παράγοντα. Λόγω της κλιματικής κρίσης, πολλοί είναι οι πολίτες που διαφεύγουν σε μέσα πιο φιλικά προς το περιβάλλον όπως είναι το τραμ και η ποδηλασία (Banister, 2008), προωθώντας έτσι έναν βιώσιμο τρόπο μετακίνησης που θα πρέπει να αποτελεί παράδειγμα και για τους υπόλοιπους. Ειδικότερα, οι νέες γενιές παρατηρείται να δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην περιβαλλοντική επίδραση των επιλογών τους.

Τέλος δεν πρέπει να ξεχνάμε τους **κοινωνικούς και ψυχολογικούς παράγοντες** καθώς η αίσθηση ασφάλειας, η εικόνα και η φήμη του κάθε μέσου καθορίζουν την προτίμηση του. Για παράδειγμα, το μετρό και το τραμ συχνά θεωρούνται πιο ασφαλή και σύγχρονα και σε αντίθεση με τα υπόλοιπα. Επίσης, σε ορισμένες κοινωνίες, είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη η χρήση ποδηλάτου καθώς συνδέεται με έναν υγιεινό τρόπο ζωής (Steg, 2003).

Πίνακας 3. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μεταφορικού μέσου.

Κατηγορία	Παράγοντας	Περιγραφή
Οικονομικοί	Κόστος εισιτηρίου/καυσίμων	Το κόστος μετακίνησης επηρεάζει την επιλογή μέσου.
	Συντήρηση οχήματος	Τα έξοδα συντήρησης επηρεάζουν την προτίμηση του Ι.Χ.
Χρονικοί	Ταχύτητα μετακίνησης	Οι επιβάτες προτιμούν πιο γρήγορες επιλογές.
	Συχνότητα δρομολογίων	Τα τακτικά δρομολόγια αυξάνουν την ελκυστικότητα των ΜΜΜ.
	Αξιοπιστία και ακρίβεια χρόνου	Οι καθυστερήσεις αποτρέπουν τη χρήση συγκεκριμένων μέσων.
Περιβαλλοντικοί	Εκπομπές CO ₂ και ρύποι	Οι "πράσινες" επιλογές είναι πιο ελκυστικές για ευαισθητοποιημένους πολίτες.
	Ενεργειακή απόδοση	Μέσα με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας προτιμώνται σε περιόδους ενεργειακής κρίσης.
Κοινωνικοί	Άνεση και συνθήκες μετακίνησης	Η καθαριότητα, ο κλιματισμός και ο διαθέσιμος χώρος παίζουν ρόλο στην επιλογή.
	Ασφάλεια	Οι επιβάτες επιλέγουν ασφαλέστερα μέσα με λιγότερα ατυχήματα.
	Προσβασιμότητα	Η ύπαρξη υποδομών για ΑμεΑ ή ηλικιωμένους επηρεάζει τις επιλογές.
Ατομικοί	Προσωπικές προτιμήσεις	Οι συνήθειες και η ευκολία καθορίζουν την επιλογή μετακίνησης.

2.2.3. Ερευνητικές Μελέτες.

Στην επιστημονική κοινότητα έχουν αναπτυχθεί διάφορες ερευνητικές προσεγγίσεις για τη μελέτη της επιλογής μέσου μεταφοράς, καλύπτοντας διάφορες πτυχές του θέματος.

Οι συμπεριφορικές μελέτες δίνουν βάση στις προτιμήσεις και τις αντιλήψεις των χρηστών. Για παράδειγμα, η έρευνα των Hensher και Greene (2010) υποστηρίζει ότι οι στάσεις και οι προσωπικές αξίες επηρεάζουν την επιλογή μέσου. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι χρήστες είναι διατεθειμένοι να

δαπανήσουν περισσότερα χρήματα προκειμένου να έχουν ταχύτερες και πιο άνετες μετακινήσεις.

Στις Οικονομικές Αναλύσεις δίνεται έμφαση στην σημασία κόστους-οφέλους καθώς θεωρείται απαραίτητη για τη λήψη επενδυτικών αποφάσεων σε υποδομές. Οι Currie και Delbosc (2011), σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησαν στην Μελβούρνη της Αυστραλίας, υποστήριξαν ότι οι αστικές περιοχές ωφελούνται σημαντικά από μέσα υψηλής αποδοτικότητας κόστους, όπως τα λεωφορεία και το τραμ.

Όσο αφορά **τις Περιβαλλοντικές Μελέτες**, ο Banister (2008) και άλλοι ερευνητές έχουν εντυφλήσει τη σημασία που έχουν τα βιώσιμα μέσα μεταφοράς στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Υποστηρίζοντας μάλιστα ότι η μετάβαση από τα ιδιωτικά οχήματα σε δημόσια μέσα, είναι το κλειδί για την επίτευξη στόχων βιωσιμότητας.

Οι Μελέτες και ο Σχεδιασμός μεταφορικών υποδομών θεωρείται πηγή επιρροής για την επιλογή μέσου. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα του Cervero (2004) έδειξε ότι η ύπαρξη γραμμών τραμ σε αστικές περιοχές βελτιώνει την πρόσβαση και ενισχύει την αστική ανάπτυξη.

2.3. Επισκόπηση Ερευνών για το Τραμ

2.3.1. Ιστορική εξέλιξη και τεχνολογικές καινοτομίες

Το τραμ αποτελεί ένα από τα παλαιότερα μέσα μαζικής μεταφοράς. Η ιστορία του ξεκινά τον 19^ο αιώνα, υπό την μορφή ιππήλατων αμαξών σταθερής πορείας, οι οποίες κάνουν την εμφάνισή τους σε διάφορες ευρωπαϊκές και αμερικανικές χώρες, σύμφωνα με τον Smith (2010). Ωστόσο, στην πορεία εμφανίστηκαν αρκετά προβλήματα με κυριότερα αυτών την χαμηλή ταχύτητα και την κόπωση των ζώων.

Στο Βερολίνο σημειώνεται η πρώτη μεγάλη τεχνολογική καινοτομία με την εφεύρεση του ηλεκτροκίνητου τραμ από τον Werner von Siemens, το 1881. Το γεγονός αυτό αποτελεί σημείο αναφοράς καθώς η εισαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας προσέφερε στο τραμ μεγαλύτερη αποδοτικότητα και προσβασιμότητα. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, το τραμ θεωρείται το βασικό μέσο αστικής μετακίνησης σε διάφορες μεγαλουπόλεις ανά τον κόσμο. Η χρήση του μειώθηκε αισθητά κατά την διάρκεια του Μεσοπολέμου αφού άρχισε η

εξάπλωση του αυτοκινήτου και η κατασκευή υποδομών για τα αστικά λεωφορεία. Την δεκαετία του 1980, κρίνονται απαραίτητες οι βιώσιμες κατά κύριο λόγο μεταφορές, συμβάλλοντας έτσι στην δυναμική επανεμφάνιση του τραμ.

Στην σύγχρονη ιστορία, το τραμ έχει παρουσιάσει σημαντική τεχνολογική εξέλιξη χρησιμοποιώντας καινοτομίες όπως οι έξυπνες υποδομές, τα συστήματα χαμηλού δαπέδου και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι Johnson και Brown (2018) φανερώνουν ότι τα τραμ της σύγχρονης εποχής διαθέτουν προηγμένα συστήματα τηλεματικής και ιδιαίτερα βελτιωμένη ενεργειακή αποδοτικότητα, προσφέροντας στους επιβάτες υψηλό αίσθημα ασφαλείας και άνεσης.

2.3.2. Πλεονεκτήματα που προσφέρει το τραμ

- **Περιβαλλοντικά Οφέλη**

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του είναι ότι μειώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (UITP, 2019). Σε αντίθεση με τα οχήματα εσωτερικής καύσης το τραμ του σήμερα είναι πλήρως ηλεκτροδοτούμενο αξιοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Brozovic et al, 2020). Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό καθιστά το τραμ ένα από τα πιο οικολογικά μεταφορικά μέσα, κάνοντας το άκρως ελκυστικό για αστικά κέντρα που επιδιώκουν να προωθήσουν βιώσιμες μορφές μετακίνησης. Με βάση την μελέτη του European Environment Agency (2021), το τραμ εκπέμπει περίπου 60% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα ανά επιβάτη σε σύγκριση με τα αστικά λεωφορεία και τα ιδιωτικά οχήματα.

- **Οικονομική Βιωσιμότητα και Ανάπτυξη**

Επιπρόσθετα, το τραμ προσφέρει επιρροή στην οικονομία των πόλεων, καθώς ενισχύει την εκάστοτε δημόσια αστική συγκοινωνία με χαμηλό κόστος και μηδαμινές δαπάνες για καύσιμα (Newman & Kenworthy, 2015). Ο Litman (2013) και οι Cervero & Murakami (2009) τονίζουν ότι οι επενδύσεις σε υποδομές τραμ θωρακίζουν την ενίσχυση της τοπικής οικονομίας, προσφέροντας κατακόρυφη άνοδο της αξίας των ακινήτων και διεγείροντας το ενδιαφέρον διαφόρων επιχειρήσεων για την ανάπτυξη εμπορικών δραστηριοτήτων. Το απόλυτο παράδειγμα για την οικονομική αναζωογόνηση

της πόλης μέσω της κατασκευής δικτύου τραμ αποτελεί η περίπτωση του Στρασβούργου (Priemus & Konings, 2001).



Εικόνα 4. Το τραμ του Στρασβούργου. Πηγή:pinterest.com

- **Κοινωνικές και Αστικές Επιπτώσεις**

Το τραμ χαρακτηρίζεται για τις υπερσύγχρονες εγκαταστάσεις ειδικά σχεδιασμένες με κύριο γνώμονα την προσβασιμότητα, διαθέτοντας χαμηλά δάπεδα και εργονομικές στάσεις, προκειμένου να μπορούν να εξυπηρετήσουν άτομα με κινητικές δυσκολίες και ηλικιωμένους (Litman, 2020). Επιπλέον, το τραμ βοηθάει τις πόλεις να γίνουν πιο φιλικές προς τους πεζούς και τους ποδηλάτες, προωθώντας έτσι τον βιώσιμο αστικό σχεδιασμό σύμφωνα με τον Gehl (2013). Σε αρκετές περιπτώσεις, οι υποδομές του τραμ έχουν συνδυαστεί με πεζοδρομήσεις και την κατασκευή ποδηλατοδρόμων, προσφέροντας στους πολίτες πιο ευχάριστους και βιώσιμους χώρους (Buehler & Pucher, 2011).



Εικόνα 5. Τραμ με χαμηλά δάπεδα στην Γερμανία. Πηγή: wienerlinien.at

2.3.3. Θετική επίδραση του τραμ

Η ανάπτυξη και η επέκταση του συστήματος τραμ σε όλο τον κόσμο έχει δείξει μια σειρά από οφέλη, ειδικά στους τομείς της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, της οικονομικής ανάπτυξης και της αστικής κινητικότητας. Επειδή παρέχουν μια επιλογή υψηλής χωρητικότητας, φιλική προς το περιβάλλον δημόσιας συγκοινωνίας που προωθεί την αστική πυκνότητα και μειώνει την εξάρτηση από τα αυτοκίνητα, τα τραμ έχουν αυξηθεί σε δημοτικότητα. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από ομάδα ερευνητών του πανεπιστημίου Nottingham Trent, αποδεικνύεται ότι η επέκταση του Nottingham Express Transit (NET) σε τρεις γραμμές είχε σημαντική επιρροή στην τοπική οικονομία, δημιουργώντας χιλιάδες θέσεις εργασίας και συνεισφέροντας πάνω από 217 εκατομμύρια £ στην τοπική οικονομία κατά τη φάση ανάπτυξής του. Μετά την κατασκευή, η NET διευκόλυνε την ενοποίηση των αγορών εργασίας σε όλο το Nottingham, υποδεικνύοντας ότι τα τραμ μπορεί να είναι ένα κρίσιμο στοιχείο για την ενίσχυση των οικονομικών δεσμών εντός των αστικών περιοχών συνδέοντας αποτελεσματικά διάφορες συνοικίες της πόλης. Η αστική ανανέωση μπορεί επίσης να τροφοδοτηθεί από συστήματα τραμ.



Εικόνα 6. Δίκτυο τραμ στο Nottingham. Πηγή: 2013 Alan Robson

Το Waterloo του Καναδά αποτελεί την ταχύτερα ανεπτυγμένη αστική περιοχή και αποτελείται από τρεις πόλεις το Waterloo, Kitchener και Cambridge (Thompson, 2017). Το LRT έχει πυροδοτήσει υψηλή ανάπτυξη στην πορεία του, αντλώντας νέες επενδύσεις συνολικού ύψους περίπου 3 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Οι μακροπρόθεσμοι στόχοι αστικής βιωσιμότητας υποστηρίζονται από αυτήν την κίνηση επενδύσεων προς έργα υψηλής πυκνότητας, τα οποία συμβάλλουν επίσης στον περιορισμό της αστικής εξάπλωσης και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (De Bono, 2018). Το LRT αποτέλεσε καταλύτη για την οικονομική αναζωογόνηση του Kitchener συγκεντρώνοντας στο ταμείο οικονομικής ανάπτυξης ποσό ύψους 100 εκατομμυρίων δολαρίων. Το γεγονός αυτό συντέλεσε στην κατασκευή εγκαταστάσεων πανεπιστημίου στο κέντρο της πόλης και στην πραγματοποιήσει στοχευμένων επενδύσεων προκειμένου να υιοθετήσει η πόλη τα πρότυπα των έξυπνων πόλεων όσο αφορά τον τεχνολογικό τομέα (Edge et al, 2020). Οι προγραμματιστές και οι επενδυτές ενθαρρύνονται να επενδύσουν σε περιοχές που περιβάλλουν τις γραμμές του τραμ, καθώς αυτά τα συστήματα παρέχουν αξιόπιστες, καθιερωμένες διαδρομές, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στη δημιουργία γειτονιών μεικτής χρήσης, φιλικές προς τους πεζούς.



Εικόνα 7. Σύστημα τραμ στο Waterloo του Καναδά. Πηγή: GTR

Τα τραμ έχουν επίσης σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη, ιδιαίτερα όταν οι λωρίδες τους σχεδιάζονται ως πράσινοι διάδρομοι, όπως δείχνει το έργο του δικτύου τραμ της Βαρσοβίας. Εκτός από τη βελτίωση του αισθητικού περιβάλλοντος, οι λωρίδες τραμ της Βαρσοβίας αποτελούν μέρος μιας μεγαλύτερης «πράσινης υποδομής» που περιλαμβάνει τη φύτευση φυτών δίπλα σε διαδρομές του τραμ, η οποία προάγει τη βιοποικιλότητα. Επιπλέον, σύμφωνα με έρευνα του Makarewicz et al (1996) η βλάστηση συμβάλει στην μείωση της διάδοσης της ταχύτητας του ήχου, περιορίζοντας την θορυβώδη ενόχληση. Έχει διαπιστωθεί ότι η μείωση του θορύβου διαφέρει ανάλογα με την πυκνότητα της βλάστησης που έχει χρησιμοποιηθεί. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι είναι προτιμότερο και αισθητικά αλλά και από οικονομικής άποψης να φυτευτούν πυκνού τύπου δέντρα, από το να τοποθετηθούν αντηχητικά πετάσματα (Fortuna-Antoszkiewicz, 2019).

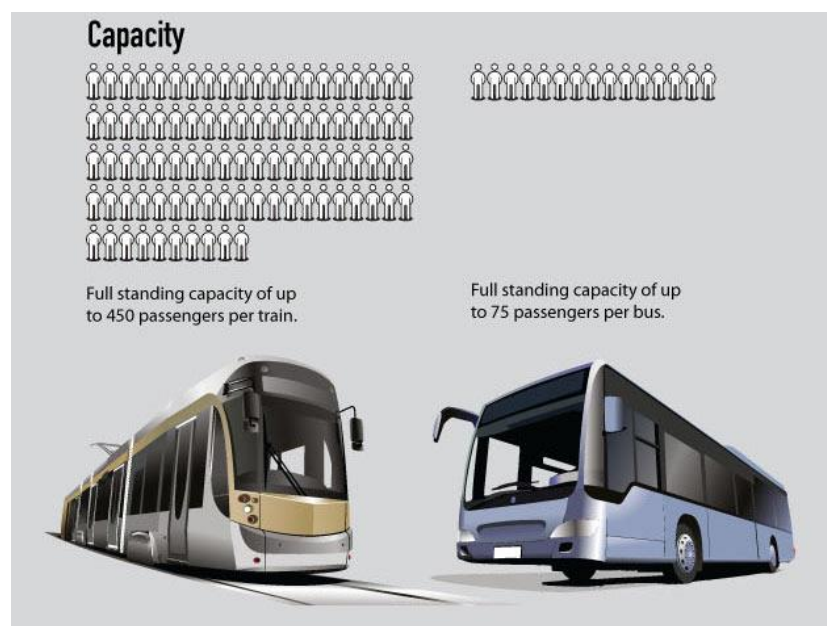


Εικόνα 8. Μεμονωμένα δέντρα κατά μήκος των γραμμών του τραμ στην Βαρσοβία. Πηγή: Warsaw Trams, Llc., 2020

Συμπερασματικά, τα συστήματα τραμ βοηθούν τις πόλεις με πολλούς τρόπους, μεταξύ άλλων με την προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης, την προώθηση της αστικής βιωσιμότητας, τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών και την προσφορά αξιόπιστων δημόσιων συγκοινωνιών. Καθώς οι πόλεις σε όλο τον κόσμο εργάζονται για να αναπτύξουν πιο βιώσιμες, βιώσιμες και οικονομικά ζωντανές μητροπολιτικές περιοχές, αυτά τα συστήματα έχουν γίνει κρίσιμα εργαλεία. Τα τραμ μπορεί να αλλάξουν τις πόλεις και να προωθήσουν τις εξελίξεις στις δημόσιες συγκοινωνίες και τις τεχνικές αστικού σχεδιασμού, όπως αποδεικνύεται από τα παραδείγματα του Νότινχαμ, του Γουοτερλό και της Βαρσοβίας.

2.3.4. Συγκριτική Ανάλυση του τραμ με το αστικό λεωφορείο

Το τραμ συγκριτικά με το αστικό λεωφορείο διαθέτει μεγαλύτερη **χωρητικότητα** ανά δρομολόγιο το συγκεκριμένο γεγονός προσφέρει βελτίωση της επιβατικής ροής και μειώνει την συμφόρηση στο αστικό δίκτυο, σύμφωνα με την έρευνα του Vuchic (2007). Αντίθετα, το αστικό λόγω της ευελιξίας του στην δρομολόγηση έχει την δυνατότητα να εξυπηρετήσει μεγαλύτερος εύρος περιοχών καθώς δεν χρειάζεται η κατασκευή εκτεταμένων υποδομών. Το τραμ αν και εκτελεί προκαθορισμένες διαδρομές, βάση της χάραξης του, φαίνεται να είναι πιο ελκυστικό στο ευρύ κοινό λόγω της αξιοπιστίας που προσφέρει στο χρόνο της διαδρομής.



Εικόνα 9. Χωρητικότητα τραμ και αστικού λεωφορείου. Πηγή: brokensidewalk.com

Κύριο κριτήριο σύγκρισης των δύο μέσων είναι η **περιβαλλοντική βιωσιμότητα**. Το τραμ βασιζόμενο στην ηλεκτροκίνηση εκπέμπει χαμηλότερο ποσοστό ρύπων και έχει μικρότερη ηχορύπανση συγκριτικά με τα λεωφορεία που είναι ντιζελοκίνητα (Newman & Kenworthy, 2015). Λόγω της ραγδαίας εξέλιξης της τεχνολογίας στο επίκεντρο των μέσων μεταφοράς έχει έρθει η ηλεκτροκίνηση . Τα σύγχρονα υβριδικά λεωφορεία έχουν παρουσιάσει εξαιρετικά βελτιωμένη απόδοση σε σχέση με τα παλαιότερου τύπου οχήματα, εξισορροπώντας και μειώνοντας κατά αυτό τον τρόπο το κύριο πλεονέκτημα που διέθετε για αρκετά χρόνια το τραμ.

Το **κόστος εγκατάστασης** και συντήρησης των υποδομών του τραμ ανέρχεται σε αρκετά υψηλά ποσά σε σχέση με το κόστος που χρειάζεται ένα δίκτυο αστικών λεωφορείων (Finn & Mulley, 2011). Το λεωφορείο είναι οικονομικά πιο αποδοτικό σε μικρά αστικά κέντρα με λιγότερη επιβατική κίνηση καθώς οι υποδομές που χρειάζεται είναι κατάλληλα σχεδιασμένες οδικές λωρίδες και ορθή τοποθέτηση των στάσεων. Από την άλλη, τα λειτουργικά έξοδα του μακροπρόθεσμα είναι αρκετά χαμηλά , διότι η διάρκεια ζωής του είναι μεγαλύτερη και το κόστος ανά επιβάτη μικρότερο.

Σε αρκετές πόλεις στο οδικό δίκτυο δεν συμπεριλαμβάνεται λεωφορειογραμμή , δημιουργώντας μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση κυρίως τις ώρες αιχμής με αποτέλεσμα τα αστικά λεωφορεία να αντιμετωπίζουν μεγάλες καθυστερήσεις (Bertolini,1999). Επίσης, λόγω της μικρής χωρητικότητας των οχημάτων συχνά είναι ασφυκτικά γεμάτα, δυσκολεύοντας την άνετη μετακίνηση των πολιτών. Αντίθετα, το τραμ, ως μέσο σταθερής τροχιάς εκτελεί τα δρομολόγια σε προκαθορισμένο σταθερό χρονικό διάστημα, προσφέροντας παράλληλα ευχάριστους και άνετους χώρους.

Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία

3.1. Αποκαλυφθείσα και Δεδηλωμένη Προτίμηση

Η διερεύνηση της συμπεριφοράς των ατόμων όσον αφορά τις μετακινήσεις αποτελεί κύριο ερευνητικό άξονα στον συγκοινωνιακό τομέα. Για να κατανοηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τις επιλογές των χρηστών, εφαρμόζονται δύο κύριες μεθοδολογικές προσεγγίσεις: η **αποκαλυφθείσα προτίμηση (Revealed Preference - RP)** και η **δεδηλωμένη προτίμηση (Stated Preference - SP)**. Οι δύο αυτές μέθοδοι συλλογής δεδομένων διαφέρουν ως προς το είδος των πληροφοριών που παρέχουν και τον τρόπο που συμβάλλουν στη διαμόρφωση πολιτικών για τον τομέα των μεταφορών.

Η **αποκαλυφθείσα προτίμηση (RP)** στηρίζεται σε πραγματικά δεδομένα, καταγράφοντας τις πραγματικές επιλογές των ατόμων στις καθημερινές τους μετακινήσεις. Αντί να βασίζονται σε υποθετικά σενάρια, οι ερευνητές αναλύουν τα υπάρχοντα μεταφορικά πρότυπα χρησιμοποιώντας δεδομένα από πωλήσεις εισιτηρίων, αισθητήρες κυκλοφορίας και άλλες τεχνολογικές μετρήσεις.

Οι ερευνητές συχνά την χρησιμοποιούν για να αναλύσουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και να αξιολογήσουν τις υπάρχουσες συγκοινωνιακές υποδομές, προκειμένου να αποκτήσουν πλήρη εικόνα του τρόπου που επιλέγουν να κινηθούν οι επιβάτες και να πραγματοποιούν παρεμβάσεις σε γραμμές λεωφορείων που υπάρχει αυξημένη ζήτηση. Επίσης, η RP αξιοποιείται στη δυναμική τιμολόγηση, καθώς τα πραγματικά στοιχεία χρήσης των συγκοινωνιακών δικτύων μπορούν να βοηθήσουν στη διαμόρφωση πιο αποτελεσματικών τιμολογιακών στρατηγικών, όπως η προσφορά εκπτώσεων σε ώρες μη αιχμής.

Η **αποκαλυφθείσα προτίμηση (RP)** παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς που επηρεάζουν την ακρίβεια και την εφαρμοσιμότητά της στη συγκοινωνιακή έρευνα. Αρχικά, η RP δεν επιτρέπει την ανάλυση νέων επιλογών, καθώς περιορίζεται αποκλειστικά στις ήδη υπάρχουσες μετακινήσεις. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να προβλέψει πώς θα αντιδρούσαν οι χρήστες σε μελλοντικές αλλαγές, όπως η εισαγωγή νέων συγκοινωνιακών μέσων ή τεχνολογιών. Επιπλέον, μπορεί να μην λαμβάνει υπόψη μεταβολές

στις συνθήκες, όπως οι αλλαγές στις τιμές των εισιτηρίων ή η ανάπτυξη νέων υποδομών, που ενδέχεται να επηρεάσουν τις επιλογές μετακίνησης των χρηστών. Τέλος, η RP δεν αντικατοπτρίζει πάντα με ακρίβεια τις πραγματικές προτιμήσεις των ατόμων, καθώς οι επιλογές τους συχνά περιορίζονται από τις υπάρχουσες δυνατότητες και όχι απαραίτητα από αυτό που θα προτιμούσαν σε ιδανικές συνθήκες.

Από την άλλη, η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης (SP)** έχει καθιερωθεί ως ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο στον τομέα της συγκοινωνίας, παρέχοντας πληροφορίες που είναι δύσκολο να αποκτηθούν μέσω παραδοσιακών μεθόδων, διότι η συγκοινωνία επηρεάζει ευρύτερες κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους, η κατανόηση των προτιμήσεων των χρηστών για διαφορετικά μεταφορικά μέσα και υποδομές αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για τον σχεδιασμό αποτελεσματικών συστημάτων μετακίνησης. Η δεδηλωμένη προτίμηση βοηθά τους φορείς χάραξης πολιτικής να αξιολογήσουν υποθετικές ή νέες λύσεις μεταφοράς, παρέχοντας δεδομένα που συμβαδίζουν με τις απόψεις και τις προτιμήσεις του κοινού.

Η βασική αρχή της μεθόδου είναι η συλλογή δεδομένων από τους χρήστες σχετικά με τις προτιμήσεις τους για διάφορες εναλλακτικές μεταφορικές λύσεις, ακόμα και αν αυτές δεν είναι ακόμη διαθέσιμες στην πραγματικότητα. Μέσω ειδικά δομημένων ερωτηματολογίων, οι συμμετέχοντες καλούνται να επιλέξουν ανάμεσα σε διαφορετικές επιλογές μετακίνησης που περιγράφονται από ποικίλα χαρακτηριστικά, όπως είναι ο χρόνος ταξιδιού, το κόστος, η άνεση, η αξιοπιστία, η συχνότητα δρομολογίων και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να προσδιοριστεί η βαρύτητα που δίνουν οι χρήστες στα διάφορα χαρακτηριστικά, διευκολύνοντας την εκτίμηση των παραμέτρων που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων.

Ένας από τους κυριότερους λόγους που η δεδηλωμένη προτίμηση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στον τομέα της συγκοινωνίας είναι η ικανότητά της να διερευνά σενάρια που δεν έχουν ακόμη υλοποιηθεί. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση ενός νέου τύπου δημόσιας συγκοινωνίας, όπως ένα αυτόνομο σύστημα λεωφορείων ή ένας υπόγειος

σιδηρόδρομος, πριν από την υλοποίηση της υποδομής. Τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω της μεθόδου επιτρέπουν στους σχεδιαστές να εκτιμήσουν πόσο ελκυστική θα ήταν μια τέτοια λύση για τους χρήστες, ποιοι παράγοντες θα ενθάρρυναν τη χρήση της και ποιες τροποποιήσεις μπορεί να απαιτηθούν για να ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες του πλήθους.

Η δεδηλωμένη προτίμηση έχει επίσης εφαρμοστεί για την κατανόηση της ζήτησης για πιο βιώσιμες μορφές μετακίνησης, όπως τα μέσα μαζικής μεταφοράς, η χρήση ποδηλάτων και οι πεζοπορίες. Σε περιόδους όπου οι πόλεις αντιμετωπίζουν αυξανόμενα προβλήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης και ρύπανσης, η μέθοδος παρέχει πληροφορίες για το πώς μπορούν να ενθαρρυνθούν οι πολίτες να στραφούν σε φιλικότερες προς το περιβάλλον επιλογές. Για παράδειγμα, μπορεί να αξιολογηθεί αν η μείωση του κόστους των εισιτηρίων ή η αύξηση της συχνότητας δρομολογίων των λεωφορείων θα ενίσχυαν τη χρήση τους.

Η ανάλυση των δεδομένων δεδηλωμένης προτίμησης παρέχει πολύτιμες πληροφορίες και για τη στρατηγική τιμολόγησης των μεταφορών. Η τιμολόγηση της χρήσης οδών ή της στάθμευσης μπορεί να σχεδιαστεί με βάση τις προτιμήσεις, διασφαλίζοντας ότι τα μέτρα είναι δίκαια και αποτελεσματικά. Για παράδειγμα, μέσω της ανάλυσης των επιλογών των συμμετεχόντων σε διαφορετικά σενάρια κόστους και χρόνου ταξιδιού, οι υπεύθυνοι σχεδιασμού μπορούν να διαμορφώσουν τιμολογιακές πολιτικές που θα ενισχύσουν τη βιωσιμότητα του συστήματος, ενώ παράλληλα θα περιορίσουν τις αρνητικές αντιδράσεις των χρηστών.

Παρά τα πλεονεκτήματά της, η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης αντιμετωπίζει και ορισμένες προκλήσεις. Οι δηλώσεις των χρηστών σε υποθετικά σενάρια ενδέχεται να μην αντικατοπτρίζουν πλήρως τις πραγματικές τους επιλογές, ιδίως όταν πρόκειται για επιλογές με σημαντικό οικονομικό ή χρονικό κόστος. Αυτή η υποθετική προκατάληψη μπορεί να μειώσει την ακρίβεια των αποτελεσμάτων, κάτι που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό των ερευνών και ανάλυση των δεδομένων. Επίσης, οι σύνθετες επιλογές που παρουσιάζονται στους συμμετέχοντες ενδέχεται να

προκαλέσουν δυσκολίες κατανόησης, επηρεάζοντας την αξιοπιστία των απαντήσεων.

Παρόλα αυτά, η δεδηλωμένη προτίμηση παραμένει αναντικατάστατη για την αξιολόγηση πολιτικών και έργων που σχετίζονται με τη συγκοινωνία. Η δυνατότητά της να καταγράφει τις απόψεις και τις προτιμήσεις των χρηστών πριν από την εφαρμογή αλλαγών είναι ανεκτίμητη για τη δημιουργία πιο βιώσιμων και αποδοτικών συστημάτων μεταφοράς. Η χρήση της, σε συνδυασμό με τεχνολογικά εργαλεία και ανάλυση δεδομένων, αναμένεται να παίξει ακόμα πιο σημαντικό ρόλο στο μέλλον.

Πίνακας 4. Δεδηλωμένη προτίμηση και Αποκαλυφθείσα προτίμηση.

Κριτήριο	Δεδηλωμένη Προτίμηση (SP)	Αποκαλυφθείσα Προτίμηση (RP)
Ορισμός	Βασίζεται σε υποθετικές επιλογές που δηλώνουν οι χρήστες μέσω ερευνών	Βασίζεται σε πραγματικές επιλογές των χρηστών, όπως καταγράφονται στην αγορά.
Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων	Ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, πειράματα επιλογής.	Παρατήρηση συμπεριφοράς σε πραγματικές συνθήκες.
Εφαρμογή	Ανάλυση μελλοντικών σεναρίων, σχεδιασμός νέων πολιτικών και υποδομών.	Ανάλυση υφιστάμενης αγοράς, αποτύπωση πραγματικών επιλογών.
Πλεονεκτήματα	Επιτρέπει τη μελέτη υποθετικών καταστάσεων και καινοτόμων λύσεων.	Αντικατοπτρίζει πραγματικές αποφάσεις, βασίζεται σε δεδομένα πραγματικής ζωής.
Μειονεκτήματα	Πιθανή απόκλιση από την πραγματική συμπεριφορά λόγω κοινωνικά επιθυμητών απαντήσεων.	Περιορίζεται σε υπάρχουσες επιλογές και δεν προβλέπει νέες καταστάσεις.
Παραδείγματα	Ερώτηση: «Θα χρησιμοποιούσατε το τραμ αν υπήρχε στάση κοντά σας;»	Ανάλυση δεδομένων εισιτηρίων του τραμ για να καταγραφούν οι μετακινήσεις των επιβατών.

3.2. Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου

Ο σχεδιασμός ενός ερωτηματολογίου δεδηλωμένης προτίμησης απαιτεί αρκετά προσεκτική διαμόρφωση των ερωτήσεων οι οποίες πρέπει να καλύπτουν όσο το δυνατόν σε μεγαλύτερο εύρος τις ανάγκες της έρευνας και να είναι ευκόλως κατανοητές για τους συμμετέχοντες. Ένα ερωτηματολόγιο δεδηλωμένης προτίμησης χρησιμοποιείται συνήθως για να καταγράψει τις προτιμήσεις καθώς και τις απόψεις του κοινού σχετικά με διάφορες επιλογές και θέματα, ενώ ο στόχος του είναι να συλλέξει συγκεκριμένα δεδομένα από τις απαντήσεις.

Υπάρχουν κάποια βήματα τα οποία βοηθούν στη δημιουργία ερωτηματολογίων δεδηλωμένης προτίμησης. Πρώτο και κύριο βήμα είναι ο καθορισμός του στόχου του ερωτηματολογίου. Ο δημιουργός του καλείται να λειτουργήσει με βάση τις πληροφορίες που θέλει να συλλέξει, τις βασικές μεταβλητές, τα επιμέρους χαρακτηριστικά που θέλει να αξιολογήσει καθώς και τους αποδέκτες που θέλει να προσελκύσει.

Βασική κίνηση αποτελεί η δημιουργία των ερωτήσεων. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν οι ανοιχτές ερωτήσεις, οι οποίες επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να εκφράσουν ελεύθερα τις απόψεις τους. Υπάρχουν οι κλειστές ερωτήσεις, οι οποίες απαιτούν μια συγκεκριμένη απάντηση από τους συμμετέχοντες (συνήθως με ναι ή όχι). Υπάρχουν οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, οι οποίες δίνουν στους συμμετέχοντες αρκετές εναλλακτικές και ζητούν να επιλέξουν την πιο κατάλληλη γι' αυτούς. Τέλος υπάρχουν και οι ερωτήσεις κλίμακες εκτίμησης, οι οποίες συχνά χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν οι συμμετέχοντες την ένταση ή και τον βαθμό συμφωνία τους σε μια κατάσταση.

Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στη δημιουργία των ερωτηματολογίων έχει η οργάνωση των ερωτήσεων. Πιο διεξοδικά, ο δημιουργός καλείται να ξεκινήσει με μια σύντομη εισαγωγή ώστε να εξηγήσει στους συμμετέχοντες το σκοπό του ερωτηματολογίου καθώς και τη σημασία των απαντήσεών τους. Στη συνέχεια ακολουθούν οι ερωτήσεις δημογραφικών στοιχείων. Οι συγκεκριμένες ερωτήσεις συμπεριλαμβάνονται στα επιμέρους ερωτηματολόγια ώστε να κατανοηθεί καλύτερα το κοινό στο οποίο

απευθύνεται το ερωτηματολόγιο. Έπειτα, τοποθετούνται οι κύριες ερωτήσεις. Οι κύριες ερωτήσεις αποτελούν τις βασικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και είναι αρκετά σαφείς και αφορούν το αντικείμενο της έρευνας. Στη συνέχεια, δημιουργούνται τα σενάρια. Πιο συγκεκριμένα οι συμμετέχοντες καλούνται να απαντήσουν σε υποθετικές συνθήκες – σενάρια που αφορούν την προτίμηση των πολιτών ανάμεσα σε τραμ και αστικό λεωφορείο. Όσον αφορά τις χαρακτηριστικές τιμές αναζητήθηκαν αντίστοιχες για τις αστικές συγκοινωνίες της Λάρισας και των Αθηνών αλλά και για πόλεων αντίστοιχου πληθυσμού της Λάρισας όπως της Ουτρέχτης, του Λινζ καθώς και της περιοχής Βαλντεμόρο της Ισπανίας.

Ενδεικτικές τιμές υποθέσεων “Τραμ”

- Χρόνος διαδρομής → {20min, 25min, 30min, 40min}
- Κόστος διαδρομής → { 1.20€, 1.80€, 2.50€, 3.60€ }
- Συχνότητα → {15min, 20min, 30min}
- Απόσταση βαδίσματος → {5min, 10min, 15min}

Ενδεικτικές τιμές υποθέσεων “ Αστικού Λεωφορείου ”

- Χρόνος διαδρομής → {20min, 25min, 30min, 40min}
- Κόστος διαδρομής → { 1.20€, 1.80€, 2.50€, 3.60€ }
- Συχνότητα → {15min, 20min, 30min}
- Απόσταση βαδίσματος → {5min, 10min, 15min}

Με τα επίπεδα αυτά, ο πλήρης συνδυαστικός σχεδιασμός θα έχει:

$4(\text{χρόνος διαδρομής}) \times 4(\text{κόστος διαδρομής}) \times 3(\text{συχνότητα}) \times 3(\text{απόσταση βαδίσματος}) = 144 \text{ συνδυασμούς.}$

Έπειτα για να μειωθεί ο αριθμός των σεναρίων χωρίς να χαθεί η πληροφόρηση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο σχεδιασμός ορθογωνικότητας, με την χρήση **στατιστικών πακέτων** όπως, SPSS, R και Python δίνεται η δυνατότητα αντί για 144 σενάρια, να επιλεγθούν περίπου 20-30 αντιπροσωπευτικά. Ωστόσο, προτιμήθηκε τα σενάρια να χωριστούν σε **16 blocks των 9 σεναρίων**. Τα σενάρια παρουσιάζονται σε ζευγάρια επιλογών (Choice Sets). Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται ένα από τα υποθετικά σενάρια που έχουν προκύψει.

Πίνακας 5. Παράδειγμα Υποθετικού Σεναρίου

	Τραμ	Αστικό λεωφορείο
Χρόνος διαδρομής	25'	30'
Κόστος εισιτηρίου	3.60€	1.20€
Συχνότητα	30'	15'
Χρόνος βαδίσματος	10'	15'
Επιλογή		

Παράλληλα για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας, οι ερωτήσεις είναι σαφείς και κατανοητές καθώς επίσης δεν έχουν προφανείς απαντήσεις για τους συμμετέχοντες. Επίσης καλύπτουν όλες τις σημαντικές διαστάσεις του θέματος χωρίς ωστόσο να επαναλαμβάνονται.

Στη συνέχεια και με προϋπόθεση την πραγματοποίηση των συνθηκών για την κατάρτιση ενός ερωτηματολογίου δεδηλωμένης προτίμησης έπεται μια πιλοτική έρευνα. Η δοκιμαστική εφαρμογή αυτή με μικρό αριθμό συμμετεχόντων είναι απαραίτητη να πραγματοποιηθεί για να διαπιστωθεί εάν οι ερωτήσεις είναι κατανοητές και τα δεδομένα που συλλέγονται είναι χρήσιμα. Παράλληλα, επιθυμητή είναι η ενσωμάτωση τυχόν σχολίων για βελτίωση του ερωτηματολογίου καθώς επίσης και για το αν το ερωτηματολόγιο είναι εύκολο στη συμπλήρωση.

Τέλος, μετά και την εκπλήρωση όλων των βημάτων για τη δημιουργία του ερωτηματολογίου, ακολουθεί η ανάλυση των απαντήσεων που δηλώνουν οι συμμετέχοντες. Για τις αναλύσεις αυτές συνήθως χρειάζονται στατιστικά εργαλεία - προγράμματα ώστε να αναλυθούν οι κλίμακες εκτιμήσεων ή οι προτιμήσεις των συμμετεχόντων.

3.3. Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης

Οι παρακάτω στατιστικές μέθοδοι είναι κατάλληλοι για την επεξεργασία στοιχείων που έχουν συλλεγεί με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης:

- Γραμμική παλινδρόμηση (Linear Regression)
- Πιθανοτική ανάλυση (Probit analysis)
- Ανάλυση διακρίσιμότητας (Discriminant Analysis)
- Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic Regression)

Η εξαγωγή ενός μαθηματικού μοντέλου, του οποίου το σχήμα και το περιεχόμενο καθορίζονται από την επιλεγμένη προσέγγιση, είναι αποτέλεσμα στατιστικής ανάλυσης με χρήση των παραπάνω τεχνικών. Παρακάτω παρατίθενται τα κύρια χαρακτηριστικά τους, τα οποία συγκρίθηκαν προκειμένου να καθοριστεί ποια προσέγγιση ήταν η καλύτερη για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της παρούσας διατριβής.

Η **γραμμική παλινδρόμηση (Linear Regression)** αναπτύσσει ένα γραμμικό μαθηματικό μοντέλο που καθορίζει τη συνάρτηση χρησιμότητας ενός συγκεκριμένου γεγονότος ως συνάρτηση των παραγόντων που επηρεάζουν. Η σχέση που προκύπτει είναι γραμμική. Η πιθανότητα να συμβεί το συγκεκριμένο συμβάν στη συνέχεια προσδιορίζεται από τη συνάρτηση χρησιμότητας με τον κατάλληλο μετασχηματισμό. Για το λόγο αυτό, το τελικό μοντέλο που δημιουργήθηκε είναι γνωστό ως μοντέλο πρόβλεψης πιθανοτήτων. Υπάρχει μια μη γραμμική σχέση μεταξύ της πιθανότητας και της συνάρτησης χρησιμότητας. Η προσέγγιση των ελαχίστων τετραγώνων χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των παραμέτρων στη γραμμική παλινδρόμηση. Αυτό δείχνει ότι οι συντελεστές υπολογίζονται έτσι ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων μεταξύ των υπολογισμένων και των παρατηρούμενων τιμών να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο. Η συγκεκριμένη προσέγγιση κρίθηκε ακατάλληλη για τη στατιστική ανάλυση σε αυτή τη διατριβή επειδή η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή (επιβολή προστίμου, όχι επιβολή προστίμου) και απαιτεί η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι συνεχής και κανονικά κατανοημένη.

Μια στατιστική μέθοδος για την επεξεργασία δεδομένων που συλλέγονται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο δηλωμένης προτίμησης είναι η **πιθανοτική ανάλυση (probit analysis)**. Έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης και εφαρμόζεται όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι είτε συνεχής είτε διακριτή. Με τρόπο παρόμοιο με αυτόν της γραμμικής παλινδρόμησης, η συνάρτηση χρησιμότητας (γραμμική σύνδεση) υπολογίζεται πρώτα, ακολουθούμενη από την πιθανότητα. Σύμφωνα με τους Pindyck και Rubinfeld (1991), αυτή η συγκεκριμένη προσέγγιση απαιτεί τη μετατροπή των ανεξάρτητων μεταβλητών σε πιθανότητες, των οποίων οι τιμές

θα είναι εγγενώς μεταξύ 0 και 1. Η διατήρηση της επίδρασης των ανεξάρτητων παραγόντων στην εξαρτημένη μεταβλητή είναι ένα σημαντικό στοιχείο κατά τη διάρκεια αυτού του μετασχηματισμού. Με άλλα λόγια, εάν η αύξηση οποιωνδήποτε παραμέτρων πριν από τον μετασχηματισμό οδήγησε σε αύξηση της τιμής πιθανότητας, αυτό πρέπει να συνεχίσει να συμβαίνει μετά τον μετασχηματισμό. Αυτό ισχύει επίσης για τη μείωση της πιθανότητας. Η συγκεκριμένη μέθοδος θα μπορούσε κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων στην παρούσα διπλωματική εργασία. Όμως, λόγω της πολυπλοκότητας που εμφανίζει από τη χρήση της συνάρτησης αθροιστικής πιθανότητας, έγινε χρήση μιας άλλης απλούστερης μεθόδου.

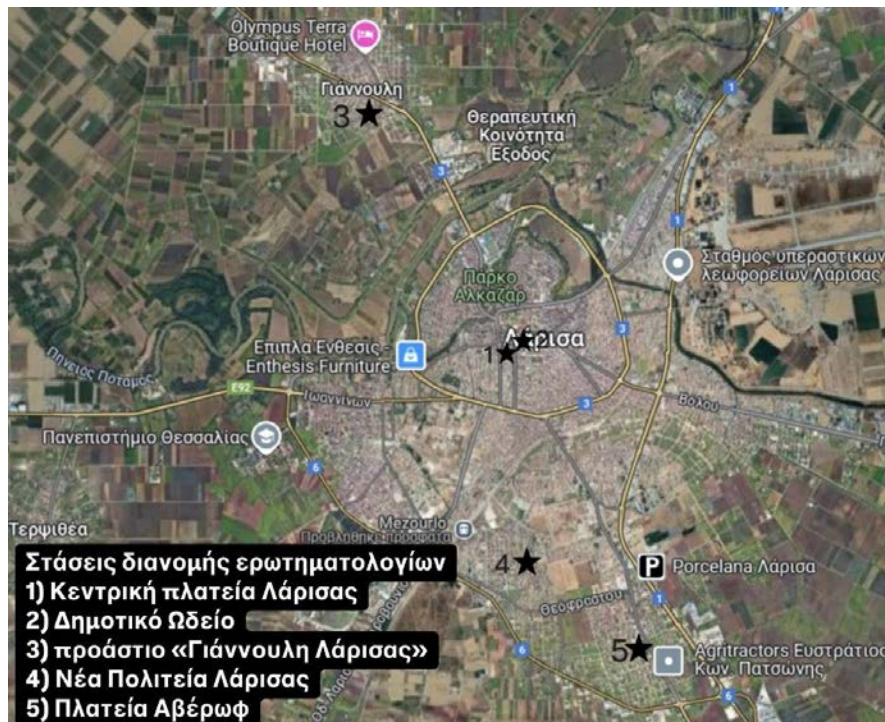
Μια άλλη στατιστική τεχνική που έχει χρησιμοποιηθεί στο σχεδιασμό αρκετών μελετών μεταφοράς και που μπορεί να χρησιμοποιήσει τα στοιχεία της δηλωμένης προτίμησης είναι **η ανάλυση διακριτότητας (Discriminant Analysis)**. Η παραγωγή του, ωστόσο, δεν είναι ένα μαθηματικό μοντέλο που μπορεί να προβλέψει την πιθανότητα να συμβεί ένα συγκεκριμένο περιστατικό ή όχι. Αυτό το κάνει δημιουργώντας ένα μαθηματικό μοντέλο που προβλέπει ποιες κατηγορίες θα εμπίπτει ένα άτομο με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Με άλλα λόγια, είναι μια στρατηγική που κατηγοριοποιεί το δείγμα σύμφωνα με ορισμένες από τις βασικές του ιδιότητες, τις οποίες έχει καθορίσει ο ερευνητής. Παρόμοιες τεχνικές, συμπεριλαμβανομένης της παραγοντικής ανάλυσης και της ανάλυσης συστάδων, ενδέχεται να αποφέρουν παρόμοια είδη αποτελεσμάτων. Επειδή ο στόχος της είναι διαφορετικός και υπερβαίνει τις δυνατότητες της συγκεκριμένης μεθόδου, είναι προφανές ότι ήταν ακατάλληλη για τη στατιστική ανάλυση σε αυτή τη διατριβή.

Η λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression) χρησιμοποιείται για την εκπόνηση μελετών που στοχεύουν στην μελέτη των προτιμήσεων του κοινού σχετικά με διάφορα υποθετικά σενάρια. Αυτή η προσέγγιση είναι κατάλληλη για την δημιουργία ενός μαθηματικού μοντέλου που προβλέπει την πιθανότητα επιλογής κάποιου από τα εναλλακτικά σενάρια. Το συγκεκριμένο μοντέλο περιλαμβάνει τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή, υποδεικνύει το πως συμβαίνει η επιρροή καθώς και τον βαθμό που κάθε

στοιχείο επηρεάζει την τελική επιλογή. Η λογιστική παλινδρόμηση θεωρείται κατάλληλη για την επεξεργασία στοιχείων που προκύπτουν από δηλώσεις του κοινού, και για έρευνες που η ανάλυση τους βασίζεται σε ομαδοποιημένα δεδομένα. Έτσι, στην παρούσα Διπλωματική Εργασία γίνεται χρήση της μεθόδου αυτής σε δυαδική μορφή, δηλαδή της **δυναδικής γραμμικής παλινδρόμησης (Binary Logistic Regression)** με σκοπό την ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης της πιθανότητας σχετικά με τις προτιμήσεις των κατοίκων της Λάρισας.

3.4. Συλλογή Δεδομένων Ερωτηματολογίου

Η συλλογή δεδομένων μέσω ερωτηματολογίου δεδομένης προτίμησης αναφέρεται σε μεθόδους όπου οι συμμετέχοντες δηλώνουν τις προτιμήσεις τους σχετικά με διάφορες επιλογές ή χαρακτηριστικά. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται συνήθως σε μελέτες που αφορούν την ανάλυση αποφάσεων για καταστάσεις όπου δεν υπάρχουν πραγματικά δεδομένα από τις επιλογές τους. Για τη συλλογή δεδομένων οι δημιουργοί των ερωτηματολογίων συνήθως διανείμουν τα ερωτηματολόγια σε ευρύ δείγμα πληθυσμού. Αυτό πραγματοποιείται είτε μέσω διαδικτύου είτε με άλλες μεθόδους όπως για παράδειγμα μέσω προσωπικών συνεντεύξεων ή και τηλεφωνικών ερευνών. Στη συγκεκριμένη έρευνα που πραγματοποιήθηκε, τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν και συμπληρώθηκαν σε 80 κατοίκους που χρησιμοποιούν τις αστικές συγκοινωνίες Λάρισας. Πιο συγκεκριμένα, τα ερωτηματολόγια διανεμήθηκαν σε στάσεις του Αστικού Κτελ Λάρισας, τόσο κεντρικές όπως για παράδειγμα η στάση «Κεντρική Πλατεία Λάρισας» και «Δημοτικό Ωδείο» καθώς και σε συνοικίες της πόλης, όπως «Αβέρωφ», «Νέα Πολιτεία» καθώς επίσης και στο προάστιο «Γιάννουλη».



Εικόνα 10. Σημεία διανομής ερωτηματολογίων. Πηγή: Google Maps

Η συγκεκριμένη απόφαση ελήφθη καθώς για την έρευνα απαιτείται αξιόπιστο δείγμα που θα γνωρίζει τις δυσκολίες των μετακινήσεων στην πόλη. Η διανομή έγινε δια ζώσης ώστε να υπάρξει προσωπική επαφή με το κοινό και να γίνει σχολιασμός τυχόν προβλημάτων τόσο των μεταφορών όσο και των ερωτηματολογίων. Η ανταπόκριση του κοινού ήταν μεγάλη, συμπληρώνοντας τα ερωτηματολόγια καθώς και απαντώντας για την αξία των αστικών συγκοινωνιών της πόλης, ενώ ταυτόχρονα η ενδεχόμενη ύπαρξη ενός δεύτερου μέσου μεταφοράς πολιτών, δηλαδή η ύπαρξη έργου κατασκευής γραμμής τραμ, τους εξέπληξε θετικά.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια καταγράφηκαν σε αρχείο Excel, όπου η κάθε γραμμή αντιστοιχεί στις απαντήσεις ενός συμμετέχοντα και κάθε στήλη στις απαντήσεις της εκάστοτε ερώτησης, επίσης, κάθε πεντάδα γραμμών αντιστοιχεί σε ένα block. Για τη διευκόλυνση της ανάλυσης, οι ποιοτικές μεταβλητές (π.χ., επιλογή μεταφορικού μέσου, φύλο) κωδικοποιήθηκαν σε αριθμητικές τιμές. Τέλος, το αρχείο εισήχθη στο λογιστικό πρόγραμμα SPSS όπου έλαβε μέρος η ανάλυση των δεδομένων.

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα

4.1. Περιγραφική Στατιστική

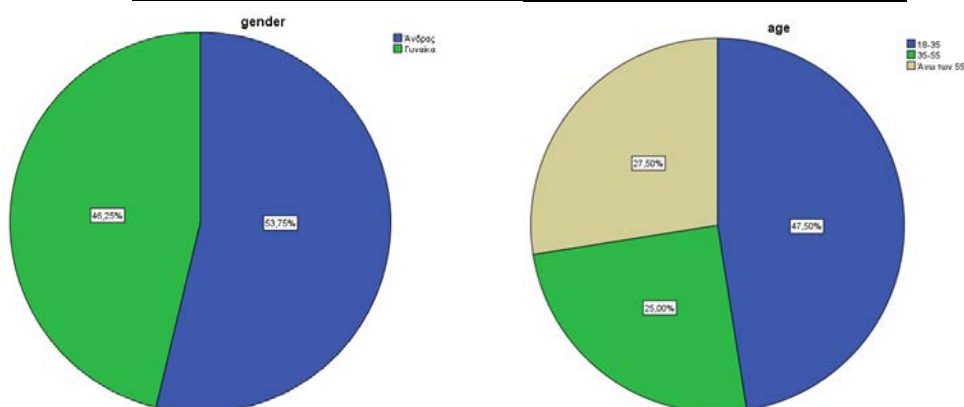
Αρχικά, παρουσιάζονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των 80 συμμετεχόντων της μελέτης. Η πλειονότητα των συμμετεχόντων είναι άνδρες, με ποσοστό περίπου 53.8%, ενώ οι γυναίκες αντιπροσωπεύουν περίπου το 46.2% του συνολικού δείγματος (Πίνακας 6). Όσον αφορά την ηλικιακή κατανομή, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, με ποσοστό 47.5%, ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 18-35 ετών. Επιπλέον, το 25% των συμμετεχόντων βρίσκεται στην ηλικιακή κατηγορία 35-55 ετών, ενώ το 27.5% είναι άνω των 55 ετών (Πίνακας 7).

Πίνακας 6. Κατανομή συμμετεχόντων ανά φύλο.

Φύλο	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Άνδρας	43	53.8
Γυναίκα	37	46.2
Σύνολο	80	100.0

Πίνακας 7. Κατανομή συμμετεχόντων ανά ηλικία.

Ηλικία	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
18-35	38	47.5
35-55	20	25.0
Άνω των 55	22	27.5
Σύνολο	80	100.0



Γράφημα 1. Κατανομή συμμετεχόντων ανά φύλο και ηλικία.

Σχετικά με το επίπεδο εκπαίδευσης των συμμετεχόντων, η πλειονότητα διαθέτει τριτοβάθμια εκπαίδευση, με ποσοστό περίπου 76.3%. Ένα μικρότερο ποσοστό, 20%, έχει ολοκληρώσει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ενώ μόλις το 3.7% των συμμετεχόντων είναι απόφοιτοι πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Πίνακας 8).

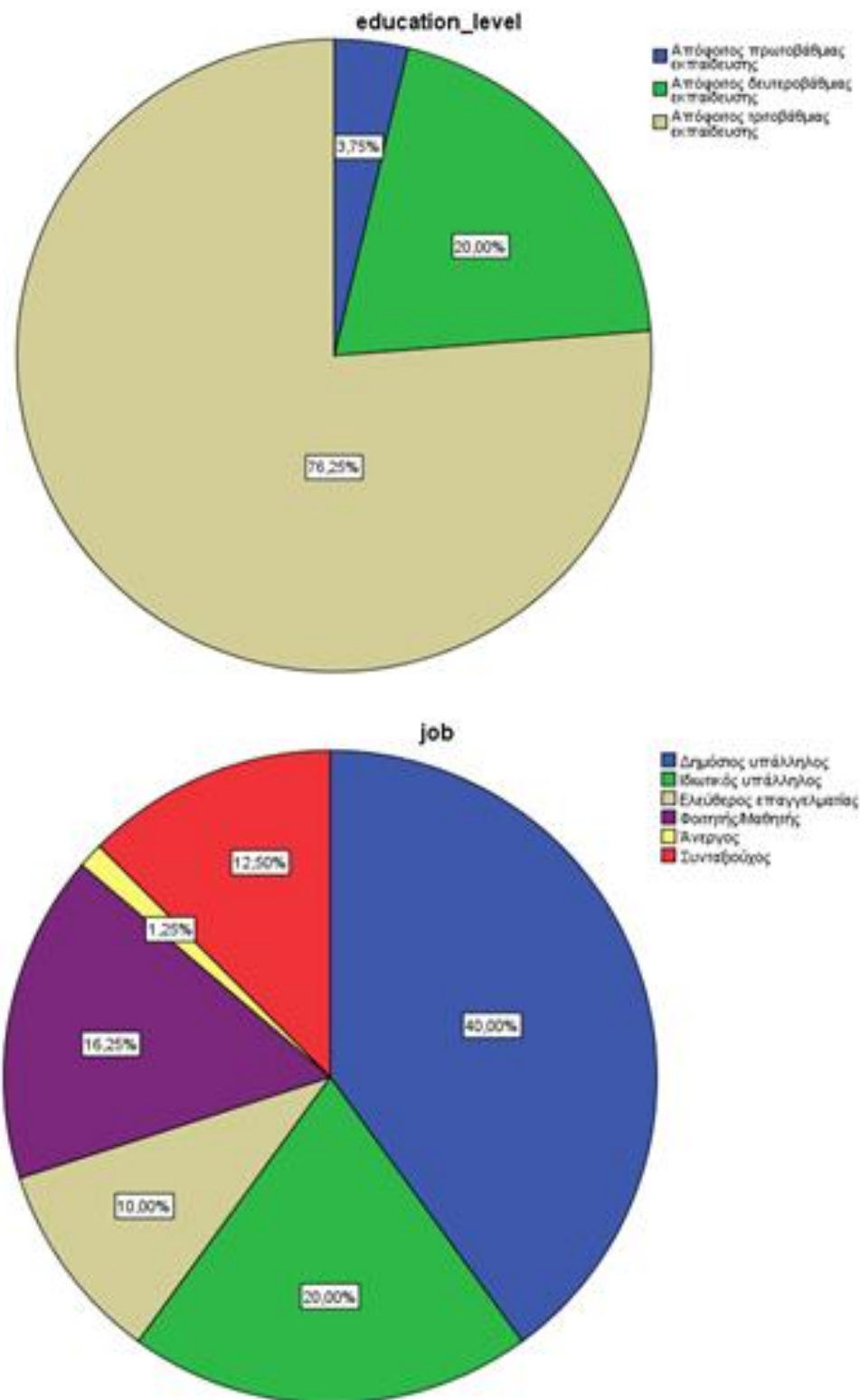
Ενώ όσον αφορά την επαγγελματική κατάσταση, η μεγαλύτερη ομάδα αποτελείται από δημόσιους υπάλληλους, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν το 40% του δείγματος. Οι ιδιωτικοί υπάλληλοι αποτελούν το 20%, ενώ το 16.2% των συμμετεχόντων είναι φοιτητές ή μαθητές. Μικρότερα ποσοστά συναντώνται στους ελεύθερους επαγγελματίες (10%) και στους συνταξιούχους (12.5%). Τέλος, μόνο ένας συμμετέχων (1.3%) ήταν άνεργος κατά τη διάρκεια της μελέτης (Πίνακας 9).

Πίνακας 8. Κατανομή συμμετεχόντων ανά επίπεδο εκπαίδευσης.

Επίπεδο εκπαίδευσης	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Απόφοιτος πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	3	3.7
Απόφοιτος δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	16	20.0
Απόφοιτος τριτοβάθμιας εκπαίδευσης	61	76.3
Σύνολο	80	100.0

Πίνακας 9. Κατανομή συμμετεχόντων ανά θέση εργασίας.

Θέση εργασίας	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Δημόσιος υπάλληλος	32	40.0
Ιδιωτικός υπάλληλος	16	20.0
Ελεύθερος επαγγελματίας	8	10.0
Φοιτητής/Μαθητής	13	16.2
Άνεργος	1	1.3
Συνταξιούχος	10	12.5
Σύνολο	80	100.0

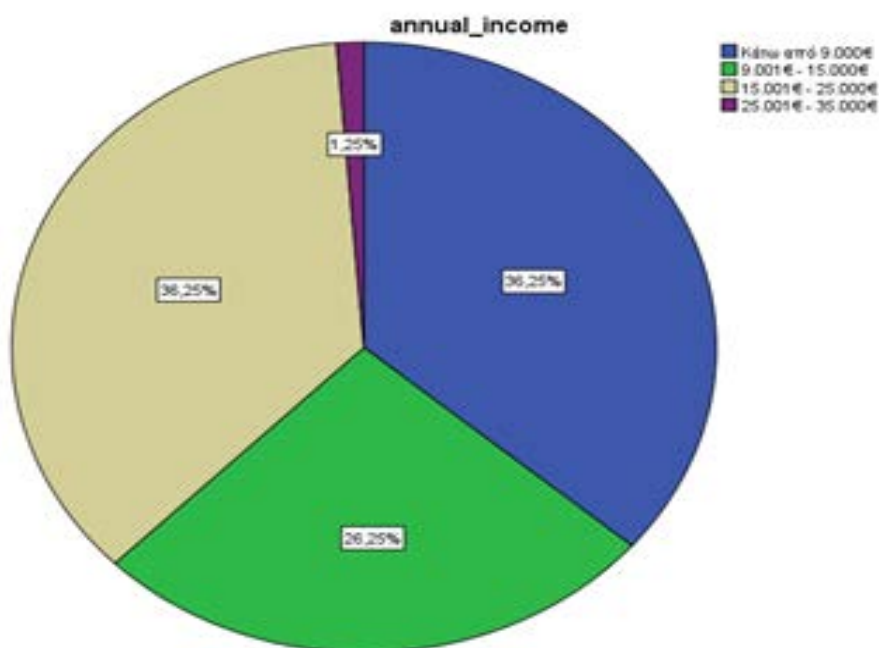


Γράφημα 2.Κατανομή συμμετεχόντων ανά επίπεδο εκπαίδευσης και θέση εργασίας.

Τέλος, όσον αφορά την κατηγορία του ετήσιου εισοδήματος, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ανήκει σε χαμηλότερες εισοδηματικές κλίμακες, με το 36.2% να δηλώνει εισόδημα κάτω από 9.000€ και το ίδιο ποσοστό, 36.2%, να ανήκει στην κατηγορία των 15.001€ - 25.000€. Το 26.3% των συμμετεχόντων έχει ετήσιο εισόδημα από 9.001€ έως 15.000€, ενώ μόλις το 1.3% δηλώνει εισόδημα στην κατηγορία των 25.001€ - 35.000€ (Πίνακας 10).

Πίνακας 10. Κατανομή συμμετεχόντων ανά ετήσιο εισόδημα.

Ετήσιο εισόδημα	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Κάτω από 9.000€	29	36.2
9.001€ – 15.000€	21	26.3
15.001€ - 25.000€	29	36.2
25.001€ - 35.000€	1	1.3
Σύνολο	80	100.0



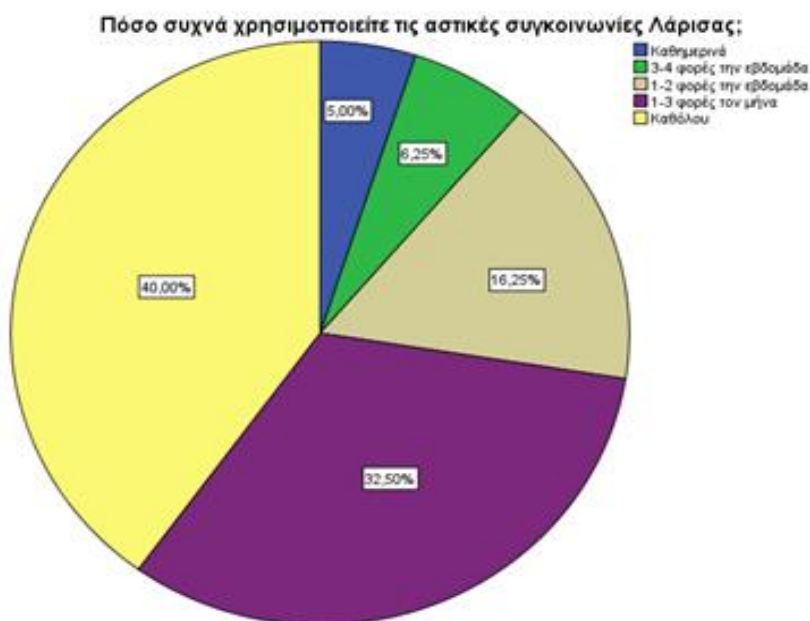
Γράφημα 3. Κατανομή συμμετεχόντων ανά ετήσιο εισόδημα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ένα σημαντικό ποσοστό των συμμετεχόντων, 40%, δεν χρησιμοποιεί καθόλου τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Επιπλέον, το 32.5% των συμμετεχόντων δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί 1-3

φορές τον μήνα. Μικρότερα ποσοστά παρατηρούνται στις κατηγορίες της πιο συχνής χρήσης: το 16.3% τα χρησιμοποιεί 1-2 φορές την εβδομάδα, το 6.2% δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί 3-4 φορές την εβδομάδα, ενώ μόνο το 5% των συμμετεχόντων χρησιμοποιεί καθημερινά τα μέσα αστικής συγκοινωνίας (Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Κατανομή συμμετεχόντων με βάση τη συχνότητα χρήσης των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Καθημερινά	4	5.0
3-4 φορές την εβδομάδα	5	6.2
1-2 φορές την εβδομάδα	13	16.3
1-3 φορές τον μήνα	26	32.5
Καθόλου	32	40.0
Σύνολο	80	100.0



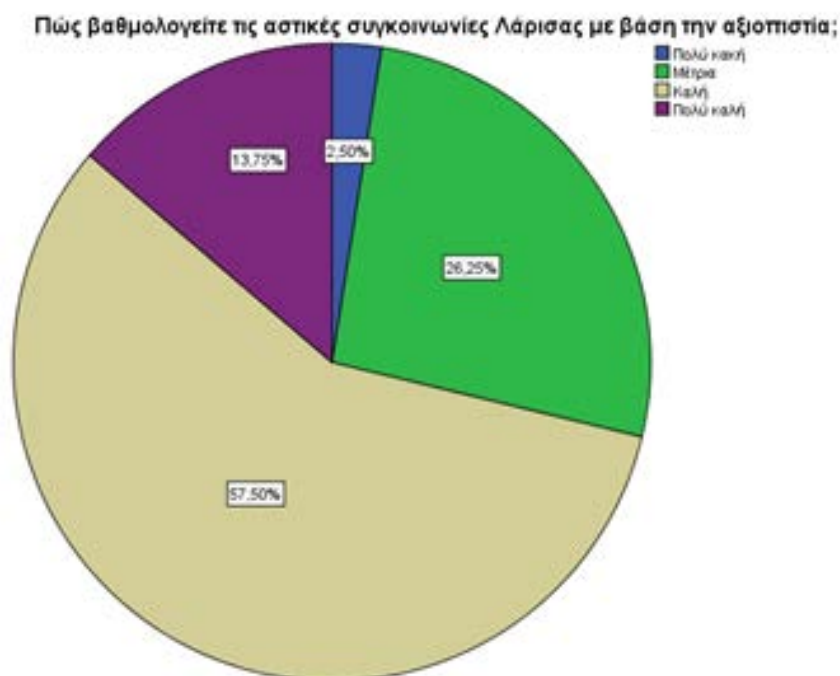
Γράφημα 4. Κατανομή της συχνότητας χρήσης των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

Όσον αφορά την αξιολόγηση της αξιοπιστίας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας, η πλειονότητα των συμμετεχόντων, με ποσοστό 57.5%, θεωρεί ότι είναι "καλή". Ένα 26.2% κρίνει την αξιοπιστία των μέσων ως "μέτρια", ενώ το 13.8% την αξιολογεί ως "πολύ καλή". Μόνο το 2.5% των

συμμετεχόντων βαθμολόγησε την αξιοπιστία των αστικών συγκοινωνιών ως "πολύ κακή" (Πίνακας 12).

Πίνακας 12. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση της αξιοπιστίας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Πολύ κακή	2	2.5
Μέτρια	21	26.2
Καλή	46	57.5
Πολύ καλή	11	13.8
Σύνολο	80	100.0



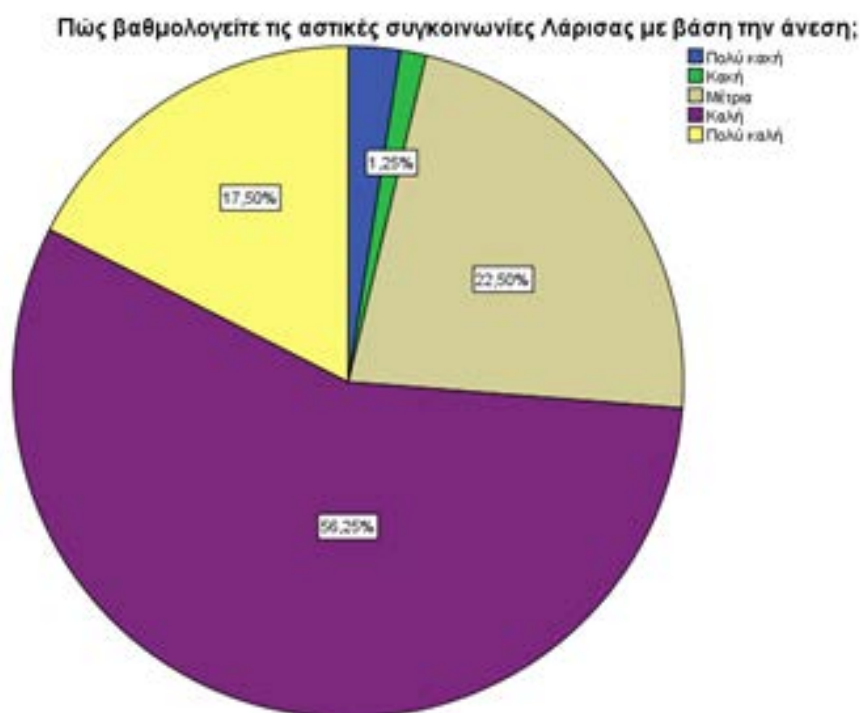
Γράφημα 5. Κατανομή βαθμολόγησης της αξιοπιστίας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

Σχετικά με τη βαθμολόγηση της άνεσης των αστικών συγκοινωνιών στη Λάρισα, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, με ποσοστό 56.2%, αξιολόγησε την άνεση ως "καλή". Ένα 17.5% τη βαθμολόγησε ως "πολύ καλή", ενώ το 22.5% θεωρεί την άνεση "μέτρια". Μικρότερα ποσοστά σημειώθηκαν για τις

αρνητικές αξιολογήσεις, με το 2.5% να τη χαρακτηρίζει "πολύ κακή" και το 1.3% "κακή" (Πίνακας 13).

Πίνακας 13. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση της άνεσης των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Πολύ κακή	2	2.5
Κακή	1	1.3
Μέτρια	18	22.5
Καλή	45	56.2
Πολύ καλή	14	17.5
Σύνολο	80	100.0

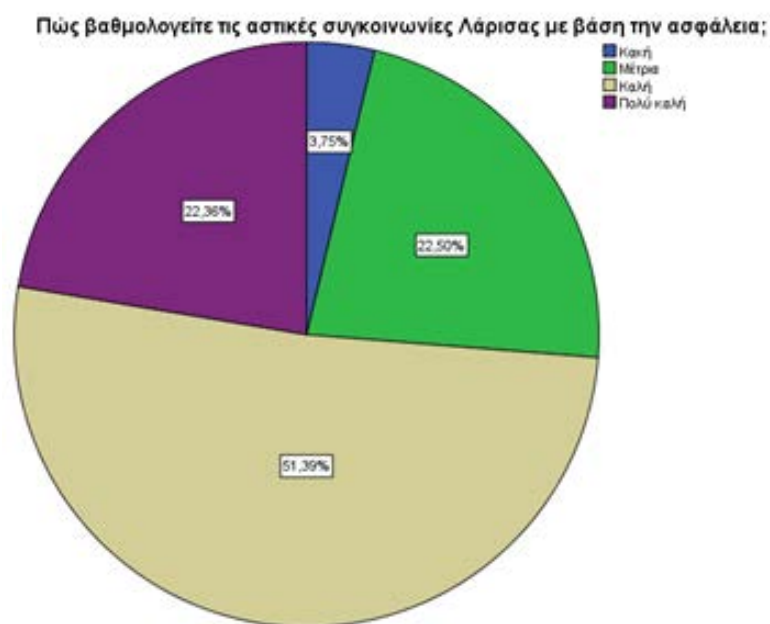


Γράφημα 6. Κατανομή βαθμολόγησης της άνεσης των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

Στη συνέχεια, από τα αποτελέσματα του Πίνακα 14, παρατηρούμε ότι όσον αφορά τη βαθμολόγηση της ασφάλειας των αστικών συγκοινωνιών στη Λάρισα, η πλειονότητα των συμμετεχόντων, με ποσοστό 51.3%, την αξιολόγησε ως "καλή". Επιπλέον, περίπου το 22.4% των συμμετεχόντων θεωρεί την ασφάλεια "πολύ καλή", ενώ το ίδιο ποσοστό (22.5%) την κρίνει "μέτρια". Τέλος, ένα μικρό ποσοστό, 3.8%, αξιολόγησε την ασφάλεια ως "κακή".

Πίνακας 14. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση της ασφάλειας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Κακή	3	3.8
Μέτρια	18	22.5
Καλή	41	51.2
Πολύ καλή	18	22.5
Σύνολο	80	100.0

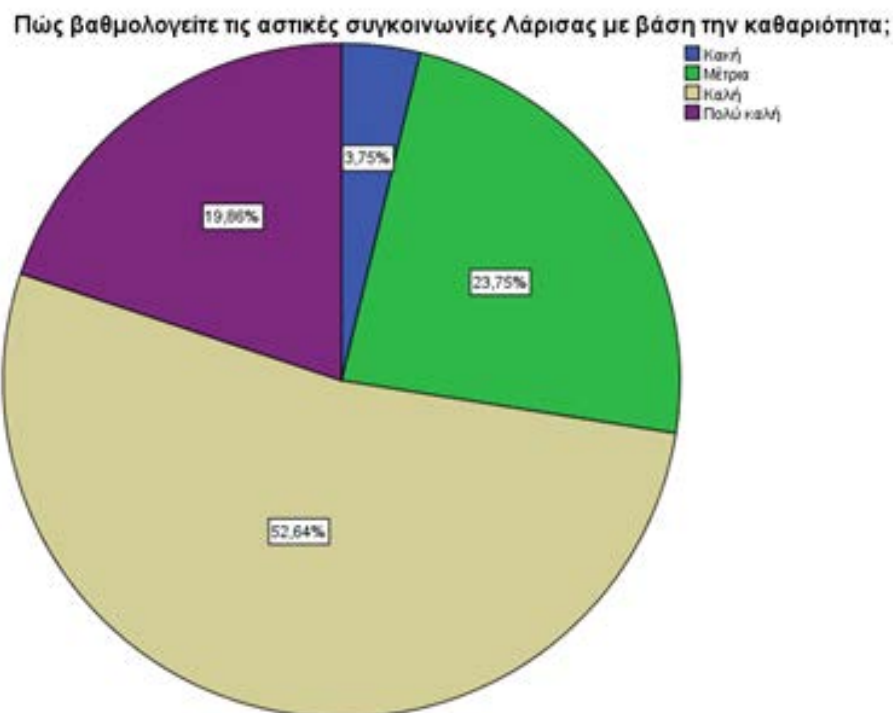


Γράφημα 7. Κατανομή βαθμολόγησης της ασφάλειας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

Όσον αφορά τη βαθμολόγηση της καθαριότητας των αστικών συγκοινωνιών στη Λάρισα, το 52.5% των συμμετεχόντων την αξιολόγησε ως "καλή", ενώ ένα 20% τη χαρακτήρισε ως "πολύ καλή". Ένα σημαντικό ποσοστό, 23.8%, κρίνει την καθαριότητα ως "μέτρια", ενώ μόλις το 3.7% την αξιολόγησε ως "κακή" (Πίνακας 15).

Πίνακας 15. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση της καθαριότητας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Κακή	3	3.7
Μέτρια	19	23.8
Καλή	42	52.5
Πολύ καλή	16	20.0
Σύνολο	80	100.0



Γράφημα 8. Κατανομή βαθμολόγησης της καθαριότητας των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

Τέλος, σχετικά με το κόστος των αστικών συγκοινωνιών, η πλειονότητα των συμμετεχόντων, με ποσοστό 41.3%, το αξιολόγησε ως "μέτριο". Το 25% θεωρεί το κόστος "κακό", ενώ ένα 22.5% το κρίνει "καλό". Μικρότερα ποσοστά σημειώνονται στις ακραίες αξιολογήσεις, με το 7.5% των συμμετεχόντων να χαρακτηρίζει το κόστος ως "πολύ κακό" και το 3.7% να το βρίσκει "πολύ καλό" (Πίνακας 16).

Επιπλέον, με βάση το είδος του εισιτηρίου, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, με ποσοστό 61.2%, χρησιμοποιεί κανονικό εισιτήριο. Ένα μικρότερο ποσοστό, 6.3%, διαθέτει κάρτα απεριόριστων διαδρομών, ενώ το

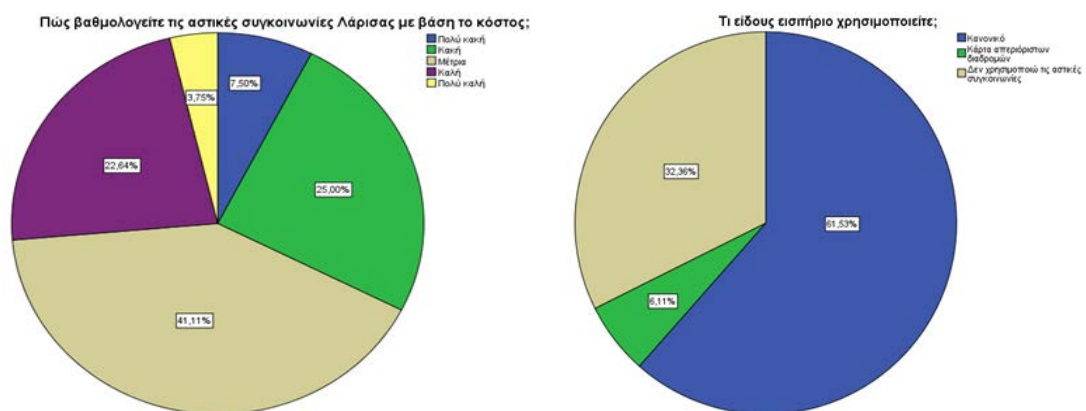
32.5% δηλώνει ότι δεν χρησιμοποιεί τα αστικά μέσα συγκοινωνίας (Πίνακας 17).

Πίνακας 16. Κατανομή συμμετεχόντων ως προς τη βαθμολόγηση του κόστους των αστικών συγκοινωνιών της Λάρισας.

	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Πολύ κακή	6	7.5
Κακή	20	25.0
Μέτρια	33	41.3
Καλή	18	22.5
Πολύ Καλή	3	3.7
Σύνολο	80	100.0

Πίνακας 17. Κατανομή των συμμετεχόντων με βάση το είδος εισιτηρίου που χρησιμοποιούν.

	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Κανονικό	49	61.2
Κάρτα απεριόριστων διαδρομών	5	6.3
Δεν χρησιμοποιώ τις αστικές συγκοινωνίες	26	2.5
Σύνολο	80	100.0



Γράφημα 9. Κατανομή συμμετεχόντων με βάση το κόστος και το είδος εισιτηρίου.

4.2. Αποτελέσματα Λογιστικής Παλινδρόμησης

Πίνακας 18. Τα αποτελέσματα της λογιστικής παλινδρόμησης.

Variables in the Equation						
	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
cost_tram	-1,090	,123	78,901	1	,000	,336
cost_bus	1,055	,121	76,234	1	,000	2,873
time_tram	-,068	,013	25,601	1	,000	,934
time_bus	,103	,015	47,031	1	,000	1,109
Step 1 ^a walking_time_tram	-,045	,018	6,123	1	,013	,956
walking_time_bus	,037	,018	3,989	1	,046	1,037
frequency_tram	-,062	,028	5,003	1	,025	,940
frequency_bus	,053	,027	3,800	1	,051	1,054
Constant	-,508	1,109	,210	1	,647	,602

a. Variable(s) entered on step 1: cost_tram, cost_bus, time_tram, time_bus, walking_time_tram, walking_time_bus, frequency_tram, frequency_bus.

Τα αποτελέσματα της λογιστικής παλινδρόμησης ανέδειξαν μια σειρά από σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μεταξύ τραμ και λεωφορείου. Όταν αυξάνεται το κόστος του τραμ, η πιθανότητα να επιλεγεί το τραμ μειώνεται. Ο αρνητικός συντελεστής $B = (-1,090)$ υποδεικνύει ότι το κόστος έχει σημαντική αρνητική επίδραση στην επιλογή του τραμ. Η αναλογία πιθανοτήτων $\text{Exp}(B) = 0,336$ σημαίνει ότι για κάθε αύξηση του κόστους του τραμ, οι πιθανότητες επιλογής του μειώνονται κατά 66,4%. Η τιμή p (0,000) υποδεικνύει ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό. Όταν αυξάνεται το κόστος του λεωφορείου, οι πιθανότητες επιλογής του λεωφορείου αυξάνονται. Ο θετικός συντελεστής $B = (1,055)$ υποδεικνύει ότι το κόστος έχει σημαντική θετική επίδραση στην επιλογή του λεωφορείου. Η αναλογία πιθανοτήτων $\text{Exp}(B) = 2,873$ δείχνει ότι για κάθε αύξηση του κόστους του λεωφορείου, οι πιθανότητες επιλογής του λεωφορείου αυξάνονται κατά 187,3%. Η τιμή p (0,000) υποδεικνύει ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό.

Όταν αυξάνεται ο χρόνος που απαιτείται για το τραμ, η πιθανότητα επιλογής του τραμ μειώνεται. Ο αρνητικός συντελεστής $B = (-0,068)$ υποδεικνύει ότι ο χρόνος για το τραμ έχει αρνητική επίδραση στην επιλογή του

τραμ. Η αναλογία πιθανοτήτων $\text{Exp}(B) = 0,934$ δείχνει ότι για κάθε αύξηση του χρόνου ταξιδιού με το τραμ, οι πιθανότητες επιλογής του τραμ μειώνονται κατά 6,6%. Η τιμή p (0,000) υποδεικνύει ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό. Όταν αυξάνεται ο χρόνος που απαιτείται για το λεωφορείο, οι πιθανότητες επιλογής του λεωφορείου αυξάνονται. Ο θετικός συντελεστής $B = (0,103)$ υποδεικνύει ότι ο χρόνος για το λεωφορείο έχει θετική επίδραση στην επιλογή του λεωφορείου. Η αναλογία πιθανοτήτων $\text{Exp}(B) = 1,109$ δείχνει ότι για κάθε αύξηση του χρόνου ταξιδιού με το λεωφορείο, οι πιθανότητες επιλογής του λεωφορείου αυξάνονται κατά 10,9%. Η τιμή p (0,000) υποδεικνύει ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό.

Η αύξηση του χρόνου βαδίσματος για το τραμ μειώνει τις πιθανότητες να επιλεγεί το τραμ. Ο αρνητικός συντελεστής $B = (-0,045)$ και η αναλογία πιθανοτήτων $\text{Exp}(B) = 0,956$ υποδεικνύουν ότι για κάθε αύξηση του χρόνου πεζοπορίας για το τραμ, οι πιθανότητες επιλογής του μειώνονται κατά 4,4%. Η τιμή p (0,013) δείχνει ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό. Η αύξηση του χρόνου βαδίσματος για το λεωφορείο αυξάνει τις πιθανότητες επιλογής του λεωφορείου. Ο θετικός συντελεστής $B = (0,037)$ και η αναλογία πιθανοτήτων $\text{Exp}(B) = 1,037$ δείχνουν ότι για κάθε αύξηση του χρόνου πεζοπορίας για το λεωφορείο, οι πιθανότητες επιλογής του λεωφορείου αυξάνονται κατά 3,7%. Η τιμή p (0,046) δείχνει ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό.

Η αύξηση της συχνότητας του τραμ μειώνει τις πιθανότητες επιλογής του τραμ. Ο αρνητικός συντελεστής $B = (-0,062)$ και η αναλογία πιθανοτήτων $\text{Exp}(B) = 0,940$ υποδεικνύουν ότι για κάθε αύξηση της συχνότητας του τραμ, οι πιθανότητες επιλογής του μειώνονται κατά 6%. Η τιμή p (0,025) δείχνει ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό. Η αύξηση της συχνότητας του λεωφορείου αυξάνει τις πιθανότητες επιλογής του λεωφορείου. Ο θετικός συντελεστής $B = (0,053)$ και η αναλογία πιθανοτήτων $\text{Exp}(B) = 1,054$ δείχνουν ότι για κάθε αύξηση της συχνότητας του λεωφορείου, οι πιθανότητες επιλογής του λεωφορείου αυξάνονται κατά 5,4%. Η τιμή p (0,051) είναι οριακή, αλλά παραμένει κοντά στο στατιστικά σημαντικό επίπεδο.

Η σταθερά αντιπροσωπεύει τις log-odds όταν όλες οι άλλες μεταβλητές είναι μηδέν. Η τιμή p (0,647) είναι υψηλή, γεγονός που σημαίνει ότι η σταθερά δεν είναι στατιστικά σημαντική και δεν έχει καμία ουσιαστική επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Η αξία του χρόνου (ValueofTime – VoT) αναφέρεται στην εκτίμηση της αξίας που δίνουν οι συμμετέχοντες ερωτηματολογίων στο χρόνο τους σε σχέση με το κόστος για την επιλογή μέσου μετακίνησης. Η αξία του χρόνου υπολογίζεται με βάση τον βήτα συντελεστή (beta) του χρόνου. Ορίζεται ως η αναλογία του βήτα συντελεστή του κόστους προς τον βήτα συντελεστή του χρόνου (Πίνακας 18).

$$\text{Αξία του Χρόνου (VoT)} = \frac{\beta_{\text{χρόνος}}}{\beta_{\text{κόστος}}}$$

- $\text{VoT Τραμ} = \frac{\beta_{\text{χρόνος}}}{\beta_{\text{κόστος}}} = \frac{-0,068}{-1,090} = 0,06 \text{ €/λεπτό}$

Οι συμμετέχοντες εκτιμούν το χρόνο τους σε 0,06 € ανά λεπτό για την επιλογή τραμ.

- $\text{VoT λεωφορείου} = \frac{\beta_{\text{χρόνος}}}{\beta_{\text{κόστος}}} = \frac{0,103}{1,055} = 0,097 \text{ €/λεπτό}$

Οι συμμετέχοντες εκτιμούν το χρόνο τους σε 0,097 € ανά λεπτό για την επιλογή λεωφορείου.

Η Αξία του Χρόνου αντικατοπτρίζει την προθυμία των συμμετεχόντων να πληρώσουν για τη μείωση του χρόνου ταξιδιού ή να επιλέξουν έναν πιο ακριβό τρόπο μετακίνησης για να κερδίσουν χρόνο. Η εκτίμηση αυτή είναι χρήσιμη για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των συγκοινωνιακών πολιτικών ή άλλων στρατηγικών που επηρεάζουν τον χρόνο και το κόστος.

Πίνακας 19.Γενικές Δοκιμές Συντελεστών Μοντέλου.

Omnibus Tests of Model Coefficients			
	Chi-square	df	Sig.
Step	338,679	8	,000
Step 1 Block	338,679	8	,000
Model	338,679	8	,000

Το μοντέλο που παρουσιάζεται είναι στατιστικά σημαντικό όπως προκύπτει (πίνακας 19.) με $\text{Chi-Square} = 338,679$ και στατιστική σημαντικότητα $\text{Sig} = 0 < 0,05$.

Πίνακας 20. Τα αποτελέσματα του πίνακα ταξινόμησης της λογιστικής παλινδρόμησης.

Classification Table ^a			
Observed	Predicted		
	Alternative_selected		Percentage Correct
	bus	tram	
Step 1 Alternative selected_bus	248	80	75,6
Alternative selected_tram	62	330	84,2
Overall Percentage			80,3

Συνολικά, το τελικό μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης πέτυχε 80,3% ακρίβεια στην πρόβλεψη της επιλογής μεταξύ λεωφορείου και τραμ. Αναλυτικά, η ακρίβεια πρόβλεψης για την επιλογή του τραμ ανήλθε στο 84,2%, ενώ η πρόβλεψη για την επιλογή του λεωφορείου είχε ακρίβεια 75.6% (Πίνακας 20).

Πίνακας 21. Η απόδοση του μοντέλου της λογιστικής παλινδρόμησης.

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	653,757 ^a	0,375	0,502

Για την αξιολόγηση της απόδοσης του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 21, παρατηρούμε ότι η αρχική τιμή του **-2 LogLikelihood** κυμαίνεται σε 653,757. Ωστόσο, το μοντέλο εξακολουθεί να παρουσιάζει ικανοποιητική προσαρμογή στα δεδομένα, όπως υποδηλώνουν οι τιμές του **Cox&SnellR²** και του **NagelkerkeR²**. Οι τιμές του pseudo R², συγκεκριμένα 0,375 (Cox & Snell) και 0,502 (Nagelkerke), δείχνουν

ότι το μοντέλο εξηγεί περίπου το 37,5% και το 50.2% της διακύμανσης, αντίστοιχα, στην επιλογή τραμ έναντι λεωφορείου. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν εξαιρετική προσαρμογή του μοντέλου.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

5.1. Κύρια Ευρήματα

Η ανάλυση ανέδειξε σημαντικές παραμέτρους που επηρεάζουν την προτίμηση των κατοίκων της Λάρισας για το τραμ και το λεωφορείο, παρέχοντας χρήσιμα συμπεράσματα για τις δύο επιλογές. Αρχικά, διαπιστώνεται ότι το λεωφορείο προτιμάται περισσότερο από εκείνους που αναζητούν οικονομικά προσιτές λύσεις, ενώ το τραμ ελκύει κυρίως επιβάτες με διαφορετικές οικονομικές και ηλικιακές προτεραιότητες.

Παράλληλα, κρίσιμος παράγοντας για την επιλογή του μέσου είναι η αντίληψη των επιβατών για την ποιότητα των υπηρεσιών. Η καθαριότητα και η ασφάλεια αξιολογούνται θετικά και συνδέονται με μεγαλύτερη προτίμηση για το τραμ. Ωστόσο, η χαμηλότερη τιμή του εισιτηρίου καθιστά το λεωφορείο ελκυστική επιλογή για όσους επιθυμούν πιο οικονομικές και άμεσες μετακινήσεις.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, η συχνότητα χρήσης των αστικών συγκοινωνιών δεν φαίνεται να παίζει πάντα αποφασιστικό ρόλο στην επιλογή μέσου. Οι επιβάτες που χρησιμοποιούν τα μέσα συγκοινωνίας πιο σπάνια δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις προτιμήσεις τους μεταξύ τραμ και λεωφορείου, γεγονός που υποδηλώνει ότι άλλοι παράγοντες, όπως η οικονομική κατάσταση και η αντίληψη για την ποιότητα των υπηρεσιών, έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα.

Τέλος, οι δείκτες pseudoR^2 και τα αποτελέσματα του ελέγχου Hosmer και Lemeshow αποδεικνύουν ότι τα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης παρέχουν επαρκή προσαρμογή στα δεδομένα. Η ακρίβεια στην πρόβλεψη της επιλογής μεταφορικού μέσου ήταν σε ικανοποιητικά επίπεδα, ενισχύοντας την άποψη ότι οι δημογραφικοί παράγοντες, οι αντιλήψεις για την ποιότητα των υπηρεσιών και η οικονομική κατάσταση καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την προτίμηση για το τραμ ή το λεωφορείο.

5.2. Προτάσεις

Με βάση τα ευρήματα της ανάλυσης, διατυπώνονται συγκεκριμένες προτάσεις για την ενίσχυση της χρήσης του τραμ στη Λάρισα. Αρχικά, συνιστάται η εκπόνηση μιας συγκοινωνιακής μελέτης βιωσιμότητας, η οποία θα εξετάσει την οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική διάσταση ενός πιθανού συστήματος τραμ. Έπειτα, προτείνεται η υλοποίηση στοχευμένων εκστρατειών ενημέρωσης που θα επικεντρώνονται σε κοινωνικές ομάδες με προτίμηση για το τραμ. Μέσα από αυτές τις καμπάνιες, θα μπορούσαν να προβληθούν τα πλεονεκτήματα του τραμ, όπως η άνεση, η ασφάλεια και η φιλικότητα προς το περιβάλλον, προκειμένου να αυξηθεί η αποδοχή του ως βασικού μέσου μεταφοράς.

Επιπλέον, κρίνεται απαραίτητη η εξασφάλιση της καθαριότητας και της ασφάλειας στις υπηρεσίες τραμ, δεδομένου ότι αυτοί οι παράγοντες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιλογή των επιβατών. Η λήψη ειδικών μέτρων για τη διατήρηση καθαρών και ασφαλών συνθηκών μετακίνησης θα μπορούσε να ενισχύσει την ικανοποίηση των χρηστών και να αυξήσει τη συχνότητα χρήσης του τραμ. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με την ενίσχυση της συντήρησης των υποδομών και τη βελτίωση των συνθηκών ασφαλείας, τόσο εντός των σταθμών όσο και κατά τη διάρκεια των διαδρομών.

Η ανάπτυξη ενός ενιαίου και ευέλικτου συστήματος τιμολόγησης, το οποίο θα ενισχύσει τη χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών. Προσφορές όπως μειωμένα εισιτήρια για συγκεκριμένες κοινωνικές ομάδες ή προγράμματα συνδυασμένων μετακινήσεων, θα μπορούσαν να αυξήσουν την ελκυστικότητα τόσο του λεωφορείου όσο και ενός μελλοντικού τραμ, δίνοντας την ευκαιρία σε περισσότερους ανθρώπους να γνωρίσουν και να αξιοποιήσουν τις υπηρεσίες που προσφέρονται.

Εξίσου σημαντική είναι και η βελτίωση των υποδομών, ιδιαίτερα για τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας και άτομα με ειδικές ανάγκες. Για την καλύτερη εξυπηρέτησή τους, θα ήταν χρήσιμο να γίνουν παρεμβάσεις στους σταθμούς και τις εγκαταστάσεις, όπως η τοποθέτηση άνετων καθισμάτων, διευκολύνοντας την πρόσβαση και τη μετακίνησή τους.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στο συγκοινωνιακό σύστημα αποτελεί βασική στρατηγική για την βελτίωση της εμπειρίας του επιβατικού κοινού. Οι αρμόδιοι φορείς μπορούν να προβούν στην δημιουργία εφαρμογών μέσω των οποίων ο επιβάτης έχει την δυνατότητα να ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο για τα δρομολόγια, τις καθυστερήσεις και τις εναλλακτικές διαδρομές, ενισχύοντας κατά αυτό τον τρόπο την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα του συστήματος μεταφορών.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στη βιωσιμότητα των μεταφορών, καθώς η προώθηση μέσων με χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα αποτελεί βασική προτεραιότητα τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Η σταδιακή ενσωμάτωση ηλεκτροκίνητων λεωφορείων, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη ενός δικτύου τραμ, μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της πόλης.

Συνολικά, τα ευρήματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι η βελτίωση του συστήματος αστικών συγκοινωνιών στη Λάρισα απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που να περιλαμβάνει την αναβάθμιση των υπαρχόντων αστικών λεωφορείων και την εξέταση της δυνατότητας εισαγωγής του τραμ. Με τη χάραξη κατάλληλων πολιτικών και τη στρατηγική κατανομή πόρων, μπορεί να δημιουργηθεί ένα σύγχρονο, αποδοτικό και περιβαλλοντικά φιλικό δίκτυο μεταφορών, το οποίο θα ανταποκρίνεται στις ανάγκες των πολιτών και θα ενισχύει τη βιώσιμη κινητικότητα στην πόλη.

Κεφάλαιο 6: Παραρτήματα

6.1. Παράρτημα Α: Ερωτηματολόγιο

Ερωτηματολόγιο

Κείμενο ερωτηματολογίου

Στο πλαίσιο συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κρίνεται σημαντική η συμμετοχή σας στο παρακάτω ανώνυμο ερωτηματολόγιο σχετικά με την επιλογή μέσου μετακίνησης στην πόλη της Λάρισας. Οι απαντήσεις σας χρησιμοποιηθούν για στατιστικούς σκοπούς. Η τήρηση των προσωπικών δεδομένων είναι σύμφωνη με τις οδηγίες της Αρχής Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων του κράτους και το πλαίσιο εφαρμογής του Γενικού Κανονισμού Προστασίας Δεδομένων (Ν. 4624/2019 & Ν. 3471/2006). Εκτιμώμενος χρόνος συμπλήρωσης είναι τα

Ερωτήσεις ερωτηματολογίου

1^ο Μέρος – Στοιχεία ερωτηθέντος

1) Φύλο

- a) Άνδρας
- b) Γυναίκα
- c) Άλλο/Δεν απαντώ

2) Ηλικία

- a) Κάτω των 18
- b) 18-35
- c) 35-55
- d) Άνω των 55

3) Επίπεδο εκπαίδευσης

- a) Απόφοιτος πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης
- b) Απόφοιτος δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
- c) Απόφοιτος τριτοβάθμιας εκπαίδευσης

4) Θέση εργασίας

- a) Δημόσιος υπάλληλος
- b) Ιδιωτικός υπάλληλος
- c) Ελεύθερος επαγγελματίας
- d) Φοιτητής/ Μαθητής
- e) Άνεργος
- f) Συνταξιούχος

5) Ετήσιο εισόδημα

- a) Κάτω από 9.000 €
- b) 9.001 € – 15.000 €
- c) 15.001 € - 25.000 €
- d) 25.001 € - 35.000 €
- e) Άνω των 35.000 €

2^ο Μέρος – Ερωτήσεις σχετικά με τις μετακινήσεις

6) Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τις αστικές συγκοινωνίες Λάρισας;

- a) Καθημερινά
- b) 3-4 φορές την εβδομάδα
- c) 1-2 φορές την εβδομάδα
- d) 1-3 φορές τον μήνα
- e) Καθόλου

7) Πώς βαθμολογείτε τις αστικές συγκοινωνίες Λάρισας με βάση την αξιοπιστία;

- a) 1 – πολύ κακή
- b) 2 – κακή
- c) 3 – μέτρια
- d) 4 – καλή
- e) 5 – πολύ καλή

8) Πώς βαθμολογείτε τις αστικές συγκοινωνίες Λάρισας με βάση την άνεση;

- a) 1 – πολύ κακή
- b) 2 – κακή
- c) 3 – μέτρια
- d) 4 – καλή
- e) 5 – πολύ καλή

9) Πώς βαθμολογείτε τις αστικές συγκοινωνίες Λάρισας με βάση την ασφάλεια;

- a) 1 – πολύ κακή
- b) 2 – κακή
- c) 3 – μέτρια
- d) 4 – καλή
- e) 5 – πολύ καλή

10) Πώς βαθμολογείτε τις αστικές συγκοινωνίες Λάρισας με βάση την καθαριότητα;

- a) 1 – πολύ κακή
- b) 2 – κακή
- c) 3 – μέτρια
- d) 4 – καλή
- e) 5 – πολύ καλή

11) Πώς βαθμολογείτε τις αστικές συγκοινωνίες Λάρισας με βάση το κόστος;

- a) 1 – πολύ κακή
- b) 2 – κακή
- c) 3 – μέτρια
- d) 4 – καλή
- e) 5 – πολύ καλή

12) Τι είδους εισιτήριο χρησιμοποιείτε;

- a) Κανονικό
- b) Κάρτα απεριορίστων διαδρομών
- c) Δεν χρησιμοποιώ τις αστικές συγκοινωνίες

3^ο Μέρος – Σενάρια επιλογής Μέσου Μαζικής Μεταφοράς

Στο τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου περιγράφονται σενάρια με υποθετικές καταστάσεις και ζητείται από τους ερωτηθέντες να τις εξετάσουν και να δηλώσουν τις επιλογές τους. Οι επιλογές που παρουσιάζονται αφορούν στις υπάρχουσες συγκοινωνίες της πόλης (“Normal Bus”) καθώς και σε παρεμβάσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν (“Bus Priority” , “Τραμ”) με στόχο την βελτίωση των μετακινήσεων στην πόλη της Λάρισας.

Ερώτηση 1)

	Τραμ	Αστικό λεωφορείο
Χρόνος διαδρομής	25'	30'
Κόστος εισιτηρίου	3.60€	1.20€
Συχνότητα	30'	15'
Χρόνος βαδίσματος	10'	15'
Επιλογή		

Ερώτηση 2)

	Τραμ	Αστικό λεωφορείο
Χρόνος διαδρομής	25'	30'
Κόστος εισιτηρίου	3.60€	1.20€
Συχνότητα	15'	20'
Χρόνος βαδίσματος	10'	15'
Επιλογή		

Ερώτηση 3)

	Τραμ	Αστικό λεωφορείο
Χρόνος διαδρομής	25'	30'
Κόστος εισιτηρίου	1.80€	2.50€
Συχνότητα	20'	30'
Χρόνος βαδίσματος	15'	5'
Επιλογή		

Ερώτηση 7)

	Τραμ	Αστικό λεωφορείο
Χρόνος διαδρομής	20'	25'
Κόστος εισιτηρίου	1.20€	1.80€
Συχνότητα	15'	20'
Χρόνος βαδίσματος	10'	15'
Επιλογή		

Ερώτηση 8)

	Τραμ	Αστικό λεωφορείο
Χρόνος διαδρομής	40'	20'
Κόστος εισιτηρίου	3.60€	1.20€
Συχνότητα	15'	20'
Χρόνος βαδίσματος	15'	5'
Επιλογή		

Ερώτηση 9)

	Τραμ	Αστικό λεωφορείο
Χρόνος διαδρομής	20'	25'
Κόστος εισιτηρίου	1.80€	2.50€
Συχνότητα	15'	20'
Χρόνος βαδίσματος	5'	10'
Επιλογή		

Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία

David a. Hensher (1994), "Stated preference analysis of travel choices: thestate of practice", Institute of Transport Studies, Graduate School of Business, The University Sydney, 2006, NSW, Australia.

Eboli, L., & Mazzulla, G. (2008). "A Stated Preference Experiment for Measuring Service Quality in Public Transport." *Transportation Planning and Technology*, 31(5), 509–523. <https://doi.org/10.1080/03081060802364471>

Hansson, J., Pettersson, F., Svensson, H.(2019), "Preferences in regional public transport: a literature review." *Eur. Transp. Res. Rev.* **11**, 38.<https://doi.org/10.1186/s12544-019-0374-4>

Muller, P. O., & Wheeler, J. O. (1987),*Urban Transportation: Geography, Technology, and Policy*. Guilford Press.

Cameron, K. (1993),*Public Transport: Its Planning, Management and Operation*. Routledge.

Cervero, R., & Golub, A. (2007), "Informal Transport: A Global Perspective." *Transport Policy*, 14(6), 445–457.

Stanley, J., & Hensher, D. A. (2011), "Economic, Social, and Environmental Benefits of Bus Rapid Transit." *Transportation Research Part A*, 45(8), 1096–1110.

Figueroa, M. J., Lah, O., & Fulton, L. (2014), "Sustainable Urban Mobility: The Role of Electric Buses." *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(2), 173–178.

Jones, R. A. (1985), *The Tramways of the World*. Ian Allan Publishing.

Cervero, R., & Duncan, M. (2003), "Benefits of Proximity to Rail on Housing Markets." *Journal of Public Transportation*, 6(1), 1–18.

Figuerola, M. J., Lah, O., & Fulton, L. (2014), "Sustainable Urban Mobility: The Role of Trams and Light Rail." *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(2), 173–178.

Meridiam for people and the planet (Trams: sustainable mobility and more): Analyze 4 Major LRT systems ,in Italy, the UK, Canada and the US.

Xuezhong Tao , Lichao Zhu (2020), Meta-analysis of value of time in freight transportation: A comprehensive review based on discrete choice models, College of Transport and Communications, Shanghai Maritime University, 1550 Haigang Avenue, Pudong New Area, Shanghai 201306, PR China

Jan Łukaszkiwicz, Beata Fortuna-Antoszkiewicz ,Łukasz Oleszczuk andJitka Fialová (2021), “The Potential of Tram Networks in the Revitalization of the Warsaw Landscape”, Department of Landscape Architecture, Institute of Environmental Engineering, Warsaw University of Life Sciences-SGGW, UL. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszaw, Poland

Jacek Żak , Damian Kurek (2020), “Multiple Criteria Evaluation of Trams based on Customers’ Specifications (Expectations) in Selected Countries” , Faculty of Engineering Management, Poznan University of Technology, 3 Piotrowo St., 60-965 Poznan

Daniel Albalade , Germà Bel (2010), “What shapes local public transportation in Europe? Economics, mobility, institutions, and geography”, Universitat de Barcelona (GiM-IREA), Barcelona, Spain

Grison, E., Gyselinck, V. & Burkhardt, JM (2016). Exploring factors related to users' experience of public transport route choice: influence of context and users profiles.

Louviere, J. J., Hensher, D. A., & Swait, J. D. (2000). "*Stated Choice Methods: Analysis and Applications*." Cambridge University Press.

Ortúzar, J. de D., & Willumsen, L. G. (2011), "*Modelling Transport*. Wiley."

Hensher, D. A., & Greene, W. H. (2003), "The Mixed Logit Model: The State of Practice." *Transportation*, 30(2), 133–176.

Currie, G. (2006), "Bus Transit Oriented Development—Strengths and Challenges Relative to Rail." *Journal of Public Transportation*, 9(4), 1–21.

Rose, J. M., Bliemer, M. C., Hensher, D. A., & Collins, A. T. (2008), "Designing Efficient Stated Choice Experiments in the Presence of Reference Alternatives." *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(4), 395–406.

Hensher, D. A., Rose, J. M., & Greene, W. H. (2005), *Applied Choice Analysis: A Primer*. Cambridge University Press.

Givoni, M., & Banister, D. (2010), "Integrated Transport: From Policy to Practice." *Routledge*.

Yap, M., Cats, O., & van Arem, B. (2020), "Crowd Avoidance at Public Transport Stations: Empirical Analysis of Revealed and Stated Preference." *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 132, 971–982.

Darío Hidalgo (2015), After 15 Years of Moving People, Here's What Bogotá's BRT Should Do Next, article at TheCityFix

Hansson, J., Pettersson, F., Svensson, H. *et al.* Preferences in regional public transport: a literature review. *Eur. Transp. Res. Rev.* **11**, 38 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0374-4>

De Bono, N., 2018. Light rail transit inspires infill development in Kitchener-Waterloo, some of it by London firms. London Free Press. 14 February.

Edge et al, 2020. Exploring diverse lived experiences in the Smart City through Creative Analytic Practice

Makarewicz, R. Hałas w Środowisku, 1996 [Noise in the Environment]; Ośrodek Wydawnictw Naukowych: Poznań, Poland

Fortuna-Antoszkiewicz, B. Roślinność W Kompozycji Przestrzennej—Wartości i Zachowanie Dziedzictwa, 2019 [Vegetation in Spatial Composition—Values and Preservation of Heritage]; Wyd. SGGW: Warszawa, Poland.

Vuchic, V. R. (2007). *Urban Transit: Operations, Planning, and Economics*. John Wiley & Sons.

Newman, P., & Kenworthy, J. (2015). *The End of Automobile Dependence: How Cities are Moving Beyond Car-Based Planning*. Island Press.

Litman, T. (2012). *Evaluating Public Transit Benefits and Costs: Best Practices Guidebook*. Victoria Transport Policy Institute.

Cervero, R., & Sullivan, C. (2011). "Green TODs: Marrying transit-oriented development and green urbanism." *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 18(3), 210-218.

Cervero, R., & Duncan, M. (2002). "Transit's value-added effects: Light and commuter rail impacts on commercial land values." *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 36(3), 265-284.

Buehler, R., & Pucher, J. (2021). *Sustainable Transport in the US, Europe, and Asia*. MIT Press.

Banister, D. (2005). *Unsustainable Transport: City Transport in the New Century*. Routledge.

Litman, T. (2013). The economic value of walkability. *Journal of Transport and Land Use*, 10(1), 1-20.

Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73-80.

Givoni, M., & Banister, D. (2010). *Integrated transport: From policy to practice*. Routledge.

Cervero, R., & Murakami, J. (2009). Rail and property development in Hong Kong. *Urban Studies*, 46(10), 2019-2043.

Gehl, J. (2013). *Cities for People*. Island Press.

Bertolini, L., Curtis, C., & Renne, J. L. (2017). *Transit Oriented Development: Making It Happen*. Routledge.

Bozovic, S., Milovanovic, B., & Jovanovic, M. (2020). "Innovations in Tram Systems for Sustainable Urban Transport". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 135, 89-102.

