



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αξιολόγηση χαρακτηριστικών επιλογής διαδρομής
ηλεκτρικών πατινιών



ΣΟΦΙΑ ΙΩΑΝΝΑ ΜΑΧΑΙΡΑ

Επιβλέπων | Παναγιώτης Παπαντωνίου

Αθήνα, Οκτώβριος 2022





ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αξιολόγηση χαρακτηριστικών επιλογής διαδρομής ηλεκτρικών πατινιών

Σοφία – Ιωάννα Μαχαίρα

A.M.: 17029

Επιβλέπων: Παπαντωνίου Παναγιώτης

.....
Π. Παπαντωνίου
Επ. Καθηγητής ΠΑΔΑ

.....
Δ. Παύλου
Διδάσκων ΠΑΔΑ

.....
Γ. Χλούπης
Αν. Καθηγητής ΠΑΔΑ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Σοφία Ιωάννα Μαχαίρα του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 17029, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η δηλούσα

Σοφία – Ιωάννα Μαχαίρα

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση την διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παναγιώτη Παπαντωνίου, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας & Γεωπληροφορικής του ΠΑΔΑ για τη συνεχή καθοδήγηση για όλες τις υποδείξεις και συμβουλές του, καθώς για την προθυμία και για τις γνώσεις που αποκόμισα καθ' όλη την διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Πολιτικό Μηχανικό και μεταπτυχιακή φοιτήτρια κα Παναγιώτα Σπανού για την χρήσιμη βοήθεια της όσον αφορά τα στατιστικά προγράμματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την επίλυση των μαθηματικών μοντέλων.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλαν πρακτικά με τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για τη συμπαράσταση και την κατανόηση μου έδειξαν όλο αυτό το διάστημα, καθώς και τους φίλους για την συνεχή υποστήριξη τους σε όλο το διάστημα των σπουδών μου αλλά και για την καθημερινή τους υποστήριξη, συμπαράσταση και υπομονή, ώστε να πετύχω το στόχο μου.

Σύνοψη

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των προτιμήσεων προς τα ηλεκτρικά πατίνια και ο εντοπισμός των σημαντικότερων παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή διαδρομής των χρηστών, κυρίως από πλευράς υποδομής. Για τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων, πραγματοποιήθηκε έρευνα δηλωμένων προτιμήσεων βάσει ερωτηματολογίου, συμπεριλαμβανομένων υποθετικών σεναρίων χρόνου, οδοστρώματος και τύπου οδού (με βάση το όριο ταχύτητας). Το δείγμα αποτελείται από 205 συμμετέχοντες. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης (πολυωνυμική και δυαδική), από τα οποία εξήχθησαν οι παρατάξεις χρησιμότητας, που περιγράφουν μαθηματικά τις προτιμήσεις επιλογής διαδρομής των χρηστών ηλεκτρονικών σκούτερ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πιθανότητα επιλογής ενός ηλεκτρικού πατινιού για ένα σύντομο ταξίδι επηρεάζεται σημαντικά από τον τύπο της οδού, την ώρα και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά. Όσο πιο γρήγορη είναι η διαδρομή και όσο πιο ομαλή είναι η επιφάνεια του δρόμου, τόσο πιο πιθανό είναι ο χρήστης να επιλέξει αυτή τη διαδρομή με το ηλεκτρικό πατίνι.

Λέξεις κλειδιά: Μικροκινητικότητα, ηλεκτρονικά σκούτερ, τύπος δρόμου, αστικές περιοχές, λογιστική παλινδρόμηση

Abstract

The objective of the present study is to investigate the preferences towards e-scooters and to identify the most important factors that affect route choice of e-scooter users, mainly in terms of infrastructure. To collect the required data, a questionnaire-based stated preference survey was carried out, including hypothetical scenarios of time, road surface and type of road (based on the speed limit) answered 205 participants in Athens. Afterwards, logistic regression models were developed (multinomial and binary), from which the utility functions, that mathematically describe the route choice preferences of e-scooters users, were extracted. Results showed that the probability of choosing an e-scooter for a short trip is significantly affected by the type of road, the time and demographic characteristics. The faster is the route and the smoother is the surface of the road, it is more likely for the user to select this route with the e-scooter.

Keywords: Micromobility, e-scooter, type of road, urban areas, logistic regression

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Ατμοσφαιρική Ρύπανση ανά χώρα

Εικόνα 2: Μικροκινητικότητα

Εικόνα 3: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Εικόνα 4: Δομή διπλωματική εργασίας

Εικόνα 5: Το σενάριο 5 που χρησιμοποιήθηκε στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου

Εικόνα 6: Εικόνα ερωτηματολογίου

Εικόνα 7: Μέρος του πίνακα Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio

Εικόνα 8: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος όσο αφορά το φύλο

Εικόνα 9: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος όσο αφορά την ηλικία

Εικόνα 10: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος όσο αφορά το επάγγελμα

Εικόνα 11: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος όσο αφορά το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα

Εικόνα 12: Χρήση ηλεκτρικού πατινιού

Εικόνα 13: Προσωπικό ηλεκτρικό πατίνι

Εικόνα 14: Ενοικίαση ηλεκτρικού πατινιού

Εικόνα 15: Απόψεις για τα ηλεκτρονικά σκούτερ

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Αριθμός μηχανοκίνητων οχημάτων στην Ελλάδα , 1985-2018 (ΕΛΣΤΑΤ)

Πίνακας 2: Η νομοθεσία των χωρών

Πίνακας 3 : Δεδομένα των σεναρίων

Πίνακας 4 : Το σετ δεδομένων RDATA2

Πίνακας 5 : Αποτελέσματα εκτίμησης μοντέλου

Πίνακας 6 : Περιγραφή των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στα μοντέλα

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες	5
Σύνοψη	6
Abstract	7
Κατάλογος Εικόνων	8
Κατάλογος Πινάκων	9
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	12
1.1 Γενική ανασκόπηση.....	12
1.1.1 Μικροκινητικότητα.....	13
1.1.2 Ηλεκτρικά πατίνια.....	15
1.2 Στόχος διπλωματικής εργασίας.....	16
1.3 Μεθοδολογία.....	16
1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	17
Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση	19
2.1 Εισαγωγή.....	19
2.2 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα.....	19
2.3 Διεθνείς πρακτικές.....	21
2.4 Σύνοψη διεθνών πρακτικών.....	25
2.5 Επιστημονικές έρευνες.....	26
Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό υπόβαθρο	33
3.1 Εισαγωγή.....	33
3.2 Βασικές Στατιστικής Έννοιες.....	33
3.3 Βασικές Κατανομές.....	35
3.4 Μαθηματικά Πρότυπα.....	36
3.4.1 Γραμμική Παλινδρόμηση.....	36
3.4.2 Πιθανοτική Ανάλυση.....	36
3.4.3 Λογιστική Παλινδρόμηση.....	37
3.5 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης.....	39
3.6 Σύνοψη.....	40
Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων	41
4.1 Εισαγωγή.....	41
4.2 Συλλογή δεδομένων.....	41
4.2.1 Ερωματολόγιο.....	41
4.2.2 Σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης.....	42

4.2.3 Συλλογή δεδομένων.....	43
4.3 Επεξεργασία στοιχείων	45
4.3.1 Κωδικοποίηση δεδομένων.....	45
Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή μεθοδολογιών και αποτελέσματα	47
5.1 Εισαγωγή.....	47
5.2 Περιγραφική ανάλυση.....	47
5.3 Εισαγωγή δεδομένων στο R-Studio	52
5.4 Κώδικας.....	52
5.5 Συναρτήσεις χρησιμότητας	53
5.6 Αποτελέσματα.....	54
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	56
6.1 Σύνοψη	56
6.2 Συμπεράσματα	57
6.3 Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων	57
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	58
Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία.....	59
Παραρτήματα	61
Παράρτημα - Ερωτηματολόγιο	61

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Γενική ανασκόπηση

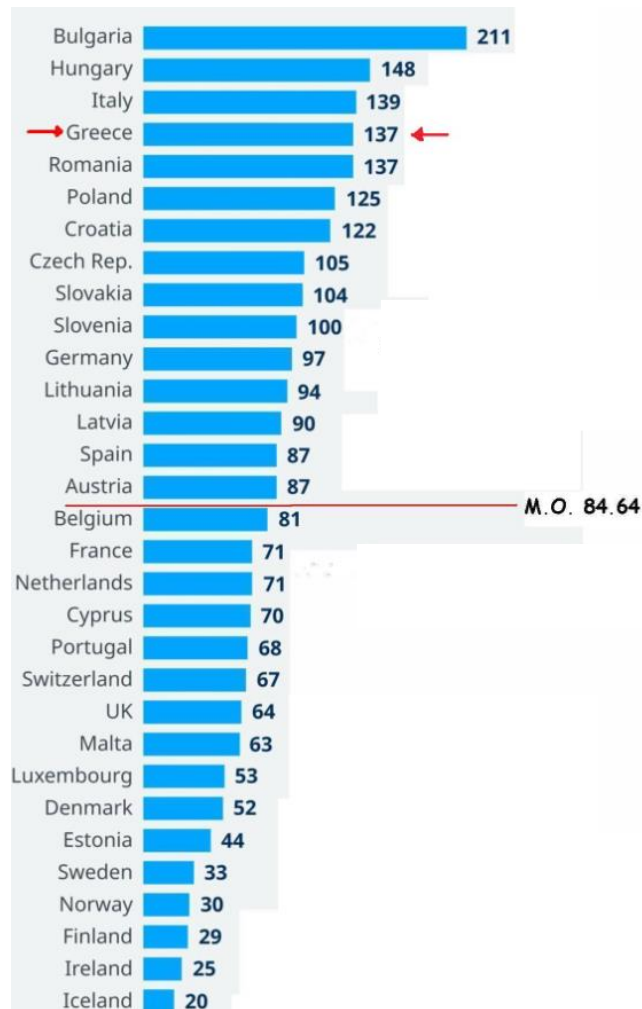
Την τελευταία δεκαετία, πολλές έρευνες εστιάζουν στην έντονη **αύξηση του πληθυσμού** στα μεγάλο αστικά κέντρα. Παράλληλα με την αύξηση του πληθυσμού, παρατηρείται μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση στους δρόμους τόσο της Αθήνας όσο και της Θεσσαλονίκης, των δύο μεγαλύτερων αστικών κέντρων της χώρας. Εδώ και λίγα χρόνια ένα σύγχρονο μέσο κυκλοφορίας, το ηλεκτρικό πατίνι, έχει κάνει την εμφάνιση του με σκοπό να αποφορτίσει τόσο το κυκλοφοριακό χάος στην καθημερινότητα των πολιτών όσο και την ατμόσφαιρα που χρόνο με το χρόνο επιβαρύνεται από κυκλοφοριακούς ρύπους.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσίασε η ΕΛΣΤΑΤ το 2018 και το οποίο αποτυπώνει τον αριθμό οχημάτων που κυκλοφορούσαν στην Ελλάδα από το 1985 έως το 2018. Αυτή η τεράστια αύξηση των οχημάτων και κατά συνέπεια των ρύπων είναι και ο λόγος που πρέπει να στραφεί ο πληθυσμός σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς.

Κατηγορία Οχημάτων	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018
Σύνολο	2.063.625	2.779.976	3.588.852	5.060.885	6.640.613	8.062.085	8.076.431	8.236.637
Αυτοκίνητα	1.874.330	2.523.382	3.113.184	4.279.524	5.516.441	6.562.952	6.456.810	6.653.146
Επιβατικά	1.259.335	1.735.523	2.204.761	3.195.065	4.303.129	5.216.873	5.107.620	5.282.695
Δ.Χ	33.265	33.537	33.560	33.560	33.560	33.560	33.560	33.560
Ι.Χ	1.226.070	1.701.986	2.171.201	3.161.505	4.269.569	5.183.313	5.074.060	5.249.135
Λεωφορεία	19.234	21.430	24.600	27.037	26.829	27.311	26.586	26.389
Δ.Χ	13.274	13.611	14.250	15.069	15.069	15.069	15.069	15.069
Ι.Χ	5.960	7.819	10.350	11.968	11.760	12.242	11.517	11.320
Φορτηγά	595.761	766.429	883.223	1.057.422	1.186.483	1.318.768	1.322.604	1.344.062
Δ.Χ	36.260	36.423	36.495	36.495	36.495	36.495	36.495	36.495
Ι.Χ	559.501	730.006	847.328	1.020.927	1.149.988	1.282.273	1.286.109	1.307.567
Μοτοσυκλέτες	162.295	256.594	475.668	781.361	1.124.172	1.499.133	1.619.621	1.583.491
Επιβατηγές	151.648	246.023	465.114	770.971	1.114.099	1.488.995	1.609.512	1.573.423
Φορτηγές	10.647	10.571	10.524	10.390	10.073	10.138	10.109	10.068
Δ.Χ	5.869	5.767	5.680	5.660	5.660	5.660	5.660	5.660
Ι.Χ	4.778	4.804	4.844	4.730	4.413	4.478	4.449	4.408

Πίνακας 1: Αριθμός μηχανοκίνητων οχημάτων στην Ελλάδα, 1985-2018 (ΕΛΣΤΑΤ)

Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται πως η Ελλάδα το 2015 κατείχε την 4η χειρότερη θέση ανάμεσα σε 31 Ευρωπαϊκές χώρες με 137 θανάτους/100.000 κατοίκων οφειλόμενους στην Ατμοσφαιρική ρύπανση (Μέσος Ευρωπαϊκός όρος: 84.64).



Εικόνα 1: Ατμοσφαιρική Ρύπανση ανά χώρα

Πλέον στους δρόμους των μεγάλων αστικών κέντρων εκτός από λεωφορεία, αυτοκίνητα, τραμ κ.λπ. κυκλοφορούν και τα **ηλεκτρικά πατίνια** που προσφέρουν έναν εναλλακτικό, οικονομικό, ενδιαφέρον τρόπο μεταφοράς για το οδικό δίκτυο. Είναι ένα μέσο ιδιαίτερα διαδεδομένο στο εξωτερικό, όπως σε Αμερική, Γαλλία, Γερμανία, και χρόνο με το χρόνο οι πωλήσεις του έχουν αυξηθεί και στην Ελλάδα.

Η παρούσα διπλωματική θα επικεντρωθεί στις **υποδομές** που υπάρχουν και διευκολύνουν την ένταξη του ηλεκτρικού πατινιού στη καθημερινότητα των πόλεων, στη συνύπαρξη αυτού με πεζούς και αλλά μέσα μεταφοράς, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προσφέρει στους πολίτες και την καθημερινότητάς τους, καθώς και το νομικό πλαίσιο και το ποινικό καθεστώς που αφορά το ηλεκτρικό πατίνι.

1.1.1 Μικροκινητικότητα

Μια νέα καινοτόμος λύση στο πρόβλημα των αστικών μεταφορών είναι η **μικροκινητικότητα**, που έχει ως στόχο να παρέχει εναλλακτικές επιλογές για μεταφορές μικρής απόστασης στις μεγάλες πόλεις αλλά και μείωση των ιδιωτικών οχημάτων που έχουν αυξηθεί κατά πολύ τα τελευταία χρόνια.

Με τον όρο μικροκινητικότητα νοείται η χρήση ενός φάσματος οχημάτων που κινούνται με ταχύτητες που δεν ξεπερνούν τα 45 χλμ./ώρα κατά κανόνα. Μέσα σε αυτό το φάσμα των οχημάτων ανήκουν και τα ηλεκτρικά πατίνια. Πρόκειται για ένα μέσο που χρησιμοποιείται για **μικρές αποστάσεις** γύρω στα 5χλμ και έχει κάνει την εμφάνιση του τα τελευταία χρόνια σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας.



Εικόνα 2: Μικροκινητικότητα

Η λύση της μικροκινητικότητας επανήλθε δυναμικά στο προσκήνιο, ιδιαίτερα τον τελευταίο καιρό με την εμφάνιση της πανδημίας. Οι δημόσιες συγκοινωνίες έχουν υποστεί μεγάλο πλήγμα καθώς αποτελούν ένα μέσο το οποίο οι πολίτες προσπαθούν να αποφύγουν λόγω του μεγάλου συνωστισμού. Παρουσιάζεται συνεχώς μια μεγάλη ευκαιρία για την προώθηση της μικροκινητικότητας και την πραγματοποίηση ενός μεγάλου βήματος ως προς την βιώσιμη αστική κινητικότητα.

Η λύση της μικροκινητικότητας έχει αρχίσει να εφαρμόζεται και στην Ελλάδα στο πλαίσιο **Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ)**. Συγκεκριμένα έγινε εισαγωγή ηλεκτρικών πατινιών που τίθενται προς κοινή χρήση, και τον οποίον η μέγιστη ταχύτητα δεν ξεπερνά τα 25 χλμ./ώρα. Αυτά τα ηλεκτρικά πατίνια είναι πλήρως εξοπλισμένα με φρένα, φώτα, και ηχητικές προειδοποιήσεις που έχουν ως στόχο την μέγιστη ασφάλεια για τους χρήστες τους. Τα ηλεκτρικά πατίνια προβλέπεται να κυκλοφορούν τόσο στα πεζοδρόμια, αν η ταχύτητα τους δεν υπερβαίνει τα 6 χλμ./ώρα, ως και στο δρόμο με όριο ταχύτητας τα 25 χλμ./ώρα.

Συνολικά έχουν γίνει οι πρώτες προσπάθειες για την αξιοποίηση της μικροκινητικότητας με την **θεσμοθέτηση νόμου** για την προώθηση της μικροκινητικότητας που στοχεύει στα Ελαφριά Προσωπικά Ηλεκτρικά Οχήματα (ΕΠΗΟ), αλλά ακόμη δεν αποτελεί δημοφιλή τρόπο μετακίνησης μέσα στην πόλη. Σύμφωνα με την έκθεση που δημοσίευσε το διεθνές φόρουμ μεταφορών (ITF) τον Φεβρουάριο του 2020 οι αναβάτες των ηλεκτρικών πατινιών έρχονται αντιμέτωποι με τους ίδιους κινδύνους που διατρέχουν οι κοινοί ποδηλάτες, δηλαδή τα μηχανοκίνητα οχήματα που δεν τηρούν τα όρια ταχύτητας μέσα στις πόλεις και έτσι προκαλούνται

δυστυχήματα . Επίσης, λαμβάνοντας υπόψιν πως τα ηλεκτρικά πατίνια μπορούν να αναπτύξουν ταχύτητα μεγαλύτερη των 60km/ώρα στα πεζοδρόμια μπορούν να αποτελέσουν κίνδυνο για τους πεζούς. Από όλα τα παραπάνω φαίνεται πως η δημιουργία οριοθετημένων ζωνών κίνησης των μέσων μικροκινητικότητας που θα διαχωρίζουν τους δρόμους κυκλοφορίας των οχημάτων αλλά και τα πεζοδρόμια κρίνεται απαραίτητη.

Γενικότερα η εφαρμογή μέτρων προσαρμογής της κυκλοφορίας στα μεγάλα αστικά κέντρα θα έχει θετικό αντίκτυπο. Το **συμπέρασμα** που εξάγεται από τα προαναφερθέντα είναι πως η μικροκινητικότητα μπορεί να αποτελέσει μια σοβαρή και αξιόπιστη λύση για την εφαρμογή της βιώσιμης αστικής ανάπτυξης. Μέσω της σωστής προώθησης των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν τα ηλεκτρικά πατίνια της σωστής οργάνωσης των οδικών υποδομών στα αστικά κέντρα πρόκειται να αναζωογονηθούν τόσο οικονομικά και κοινωνικά όσο και περιβαλλοντικά.

1.1.2 Ηλεκτρικά πατίνια

Η έντονη ανάπτυξη της τεχνολογίας σε συνδυασμό με την αύξηση του επιπέδου διαβίωσης, έχουν επιφέρει μεγαλύτερη κινητικότητα στους δρόμους, ξαφνική αύξηση των μέσων μεταφοράς με αποτέλεσμα τόσο την κυκλοφοριακή συμφόρηση στους δρόμους, όσο και την απότομη αύξηση εκπομπής αερίων του άνθρακα που είναι επιβλαβή και για τον άνθρωπο αλλά και για το περιβάλλον. Την τελευταία δεκαετία, πολλοί άνθρωποι, και ειδικότερα η νεολαία, έχουν αναζητήσει **νέους τρόπους μετακίνησης**, με κύριο στόχο την μείωση των ρύπων και φυσικά την αποφυγή του κυκλοφοριακού χάους με μέσα τα οποία προσφέρουν γρηγορότερη μετακίνηση. Η συνεχής τεχνολογική αναζήτηση και φυσικά η ανάγκη του καταναλωτικού κοινού, ανέδειξαν τα ηλεκτρικά πατίνια. Πρόκειται για έναν νέο τρόπο μετακίνησης που φαίνεται να αποτελεί μια βασική λύση στην αποσυμφόρηση των δρόμων και στο πρόβλημα της μετακίνησης και που στόχος του είναι η ανάπτυξη ενός βιώσιμου συστήματος μεταφορών. Αυτού του είδους τα μικροοχήματα φαίνεται να αποτελούν μια πολύ καλή λύση στο πρόβλημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης στις μεγάλες αστικές πόλεις, αφού μπορούν να μειώσουν σε μεγάλο βαθμό τη χρήση των ιδιωτικών αυτοκινήτων που είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για το περιβάλλον και εν συνεχεία για τον άνθρωπο (Bogenberg,2009).

Η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών μπορεί να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, υπάρχουν όμως και ζητήματα που πρέπει να διευθετηθούν για την ομαλή χρήση τους.

Τα ηλεκτρικά πατίνια προσφέρουν πολλά **πλεονεκτήματα** τόσο για τον κάτοχο όσο και για το περιβάλλον, αφού είναι πολύ φιλικά και δεν δημιουργούν συνωστισμό. Προσφέρουν αθόρυβη και οικονομική οδήγηση αφού δεν κινούνται με βενζίνη, δεν χρειάζονται δίπλωμα οδήγησης, ασφάλεια, άδεια κυκλοφορίας κ.λπ. Ένα ακόμη θετικό είναι πως συντηρούνται με ελάχιστα έξοδα και φορτίζονται εύκολα σε κάποια πρίζα σπιτιού, δουλειάς κ.λπ. Επιπλέον στα πλεονεκτήματα προστίθενται και η ευχάριστη οδήγηση καθώς και η γυμναστική που προσφέρει η χρήση ισορροπίας. Τέλος είναι εύκολο στην αποθήκευση του, αφού είναι φορητό και μπορεί να διπλωθεί εύκολα.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει ένα ηλεκτρικό πατίνι είναι πολλά, όμως αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν και **μειονεκτήματα** που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τους πολίτες και τους απομακρύνουν από την χρήση τους. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα είναι η μη τήρηση του κώδικα οδικής κυκλοφορίας από τους οδηγούς με αποτέλεσμα ένα μεγάλο αριθμό ατυχημάτων. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η κακή ποιότητα του οδοστρώματος στα μεγάλα αστικά κέντρα και ιδιαίτερα οι λακκούβες οι οποίες είναι καταστροφικές για το ηλεκτρικό πατίνι αλλά και τον οδηγό του. Επίσης, σε δρόμους με ανηφορικές κλίσεις η κατανάλωση της μπαταρίας είναι πολύ μεγαλύτερη και έτσι θα πρέπει να αποφεύγονται όσο περισσότερο γίνεται. Τέλος, σε σκάλες ή σε μέσα μαζικής μεταφοράς ο οδηγός είναι υποχρεωμένος να κουβαλάει το ηλεκτρικό πατίνι στα χεριά γεγονός όχι ιδιαίτερα εύκολο για την καθημερινότητα.



Εικόνα 3: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

1.2 Στόχος διπλωματικής εργασίας

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η **αξιολόγηση χαρακτηριστικών επιλογής διαδρομής ηλεκτρικών πατινιών**. Στην εργασία αυτή ειδικότερα έγινε μια ηλεκτρονική έρευνα και καταγράφηκαν οι επιλογές των διαδρομών που θα έκανε ο καθένας με το ηλεκτρικό πατίνι.

1.3 Μεθοδολογία

Στην παράγραφο που ακολουθεί παρουσιάζεται συνοπτικά η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία. Πρωταρχικό μέλημα ήταν να καθοριστεί το αντικείμενο που πρόκειται να μελετηθεί που αποτελεί και το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά πραγματοποιήθηκε **βιβλιογραφική ανασκόπηση** σχετικά με τα ηλεκτρικά πατίνια, τις υπάρχουσες και απαιτούμενες υποδομές, αλλά και την νομοθεσία που υπάρχει τόσο σε χώρες του εξωτερικού όσο και στην Ελλάδα. Έπειτα συγκεντρώθηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία μέσα από την

βιβλιογραφία αλλά και μέσα από τα ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν, τα οποία είχαν βασιστεί στην **μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης**. Το **βασικό κομμάτι του ερωτηματολογίου** ήταν τα 7 σενάρια για την επιλογή διαδρομής με μεταβλητές το χρόνο, το τύπο οδοστρώματος και το τύπο οδού, με πιθανές 3 εναλλακτικές διαδρομές: διαδρομή 1, διαδρομή 2 και διαδρομή 3. Συνολικά απάντησαν στο ερωτηματολόγιο 205 άτομα. Η συλλογή έγινε μέσω διαδικτυακής συμπλήρωσης (google forms) από άτομα σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας και ποικίλων δημογραφικών χαρακτηριστικών.

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων αναλύθηκαν κατάλληλα μέσω του **προγράμματος R**. Όσο αναφορά το μέρος του ερωτηματολογίου που ασχολείται με τα σενάρια χρησιμοποιήθηκε το στατικό μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης (multinomial logistic regression). Ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκε η επιλογή της διαδρομής και ανεξάρτητες μεταβλητές ο χρόνος, ο τύπος οδοστρώματος και ο τύπος οδού, καθώς και σειρά άλλων παραγόντων. Μόλις ολοκληρώθηκε η ανάλυση με την βοήθεια των μοντέλων ακολούθησε η διαδικασία της αποκωδικοποίησης και ερμηνείας των αποτελεσμάτων. Από αυτά προέκυψαν τα τελικά συμπεράσματα για τον προσδιορισμό της επιλογής που θα είχε ο καθένας με το ηλεκτρικό πατίνι του.

1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Στην παράγραφο που ακολουθεί γίνεται αναφορά των κεφαλαίων που συνθέτουν την παρούσα διπλωματική εργασία.

Στο **πρώτο κεφάλαιο** γίνεται μια **εισαγωγική** αναφορά σχετικά με την ηλεκτροκίνηση και τα ηλεκτρικά πατίνια, τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν αλλά και τα μειονεκτήματα. Στην συνέχεια γίνεται περιγραφή του **στόχου** της διπλωματικής εργασίας της **μεθοδολογίας** που ακολουθήθηκε μέσω του ερωτηματολογίου για την πραγματοποίηση της έρευνας και τέλος, δίνεται μια σύνοψη της **δομής** της διπλωματικής εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται οι **βιβλιογραφικές αναφορές** για την μικροκινητικότητα τις υπάρχουσες υποδομές καθώς και το νομοθετικό πλαίσιο που υπάρχει για τα ηλεκτρικά πατίνια τόσο στην Ελλάδα όσο και σε άλλες χώρες.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** το οποίο αποτελεί το **θεωρητικό υπόβαθρο** της έρευνας, αναλύεται η μεθοδολογία της δεδηλωμένης προτίμησης που ακολουθήθηκε σε αυτή τη Διπλωματική Εργασία. Έπειτα παρουσιάζονται αναλυτικά τα στατιστικά μοντέλα που επιλέχθηκαν για να υποστηρίξουν την συγκεκριμένη μεθοδολογία και οι στατιστικοί έλεγχοι που θα καθορίσουν τα αποδεκτά αποτελέσματα.

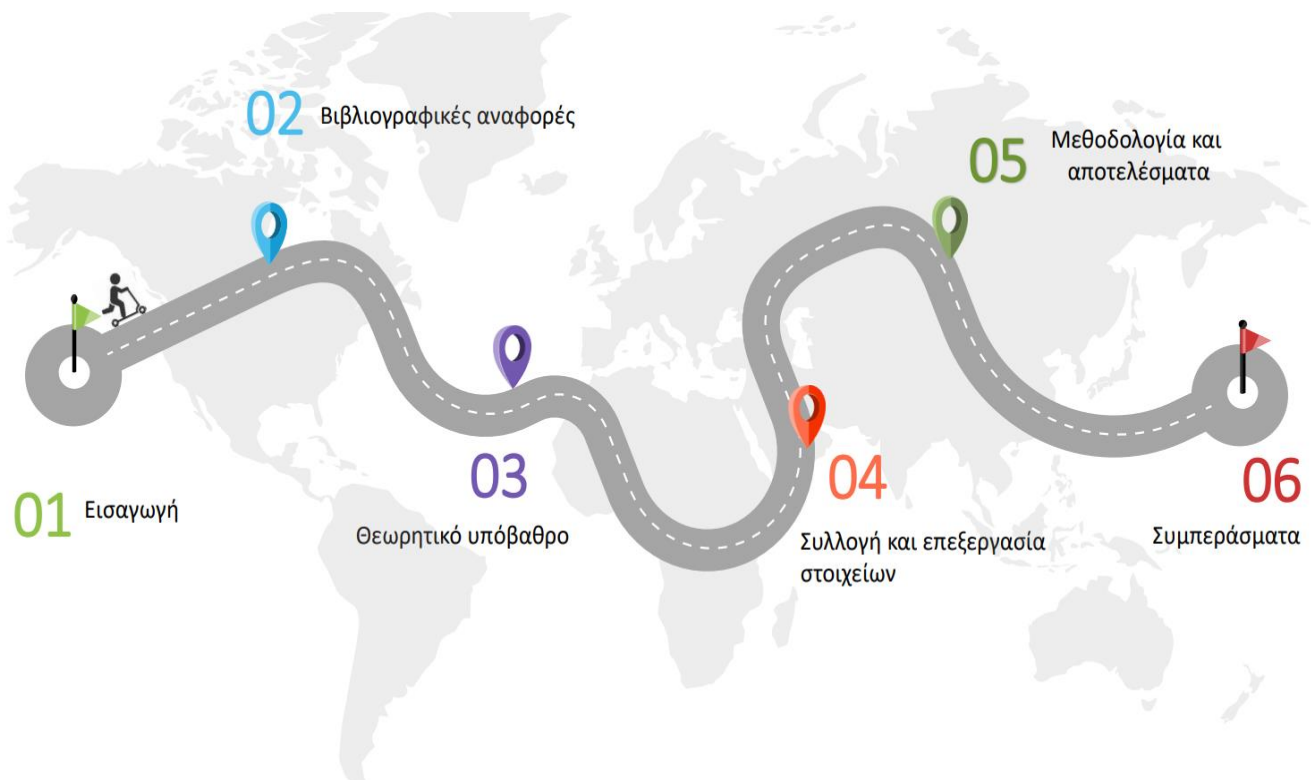
Στο **τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται το **ερωτηματολόγιο** που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα καθώς και η φιλοσοφία από την οποία πηγάζει. Περιλαμβάνεται ακόμα, η κωδικοποίηση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου σε έναν ενιαίο πίνακα και η

κατάλληλη προσαρμογή τους ώστε να καταστεί δυνατή η αφομοίωση τους από το πρόγραμμα R. .

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** ακολουθούν **διαγράμματα** τα οποία απεικονίζουν μερικά αποτελέσματα και σχολιάζονται συνοπτικά. Γίνεται ανάλυση των βημάτων που ακολουθήθηκαν μέσω των **μαθηματικών μοντέλων** για να προκύψουν οι συναρτήσεις που περιγράφουν αναλυτικότερα το στόχο της διπλωματικής εργασίας.

Στο **έκτο κεφάλαιο** γίνεται η εξαγωγή των **συμπερασμάτων** της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης γίνεται σχολιασμός τους σε σχέση με τις συνθήκες που επικρατούν σήμερα αλλά και τις συνθήκες που πρόκειται να επικρατήσουν στο μέλλον.

Στο **τέλος** της Διπλωματικής Εργασίας παρατίθενται οι **βιβλιογραφικές αναφορές** από τις οποίες αντλήθηκαν οι απαραίτητες πληροφορίες και το **παράρτημα**.



Εικόνα 4: Δομή διπλωματική εργασίας

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Αντικείμενο του παρόντος κεφαλαίου αποτελούν οι επιστημονικές έρευνες πάνω στο θέμα που εκπονείται η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Ορίζεται σε τρία βασικά κομμάτια: την **μικροκινητικότητα** (ορισμός, έννοια, έρευνες) , τις **υποδομές** (υπάρχουσες και απαιτούμενες) και την **νομοθεσία**. Ειδικότερα στο κομμάτι της νομοθεσίας παρουσιάζονται οι διαφορές που υπάρχουν σε διάφορες χώρες του εξωτερικού και στην Ελλάδα πάνω στο κομμάτι των ηλεκτρικών πατινιών. Επιπρόσθετα γίνεται παρουσίαση κάποιων ερευνών σχετικά με το παραπάνω αντικείμενο καθώς και τα αποτελέσματα τους.

2.2 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Στις 16 Μαρτίου του 2021 ψηφίστηκε ο νόμος 4784/2021 ο οποίος αναφέρει ότι τα ηλεκτρικά πατίνια εντάχθηκαν στην κατηγορία των **Ε.Π.Η.Ο.** Κάποια άρθρα είναι τροποποίηση του νόμου 2696/1999 (Κύρωση του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας).

Με τον όρο Ε.Π.Η.Ο (Ελαφρύ Προσωπικό Ηλεκτρικό Όχημα) αναφερόμαστε στα οχήματα που κινούνται με ηλεκτροκινητήρα και δεν υπάγεται στο πεδίο εφαρμογής του Κανονισμού 858/2018/ΕΕ, του Κανονισμού 168/2013/ΕΕ, της Οδηγίας 2009/48/ΕΚ και της Οδηγίας 2007/46/ΕΚ. Στην παραπάνω κατηγορία υπάγονται τα εξής οχήματα τα οποία κινούνται με ηλεκτροκινητήρα:

- Πατίνια (e-scooters),
- Τροχοπέδιλα (rollers) και τροχοσανίδες (skate boards),
- Αυτοεξισορροπούμενα προσωπικά οχήματα δηλαδή μηχανοκίνητα μονόκυκλα οχήματα ή μηχανοκίνητα δίκυκλα οχήματα διπλής τροχιάς, που βασίζονται σε εγγενή ασταθή ισορροπία και χρειάζονται βοηθητικό σύστημα ελέγχου για να διατηρούν την ισορροπία τους
- Ε.Π.Η.Ο. που δεν υπάγονται σε κάποια κατηγορία εκ των ανωτέρω.

Τα Ε.Π.Η.Ο. διακρίνονται ανάλογα με την **ταχύτητα κατασκευής** σε:

- Οχήματα των οποίων η μέγιστη σχεδιαστική ταχύτητα δεν υπερβαίνει τα **6 χλμ/ώρα**. Αυτά α οχήματα θεωρούνται και κυκλοφορούν ως πεζοί.
- Οχήματα των οποίων η μέγιστη σχεδιαστική ταχύτητα υπερβαίνει τα 6 χλμ/ώρα, αλλά δεν υπερβαίνει τα **25 χλμ/ώρα**. Θεωρούνται και κυκλοφορούν ως ποδήλατα, τηρουμένων των κανόνων σήμανσης και σηματοδότησης και των απαιτήσεων των ποδηλάτων, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στα επιμέρους άρθρα.

Όρια ταχύτητας και παραβιάσεις:

Τα ΕΠΗΟ απαγορεύεται να κυκλοφορούν σε οδούς όπου το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας των αυτοκινήτων οχημάτων υπερβαίνει τα **50 χλμ/ώρα**.

Ειδικότερα:

- Όποιος οδηγεί ΕΠΗΟ, κατά παράβαση της περ. α΄ της παρ. 5Α, και όποιος το θέτει σε κυκλοφορία τιμωρούνται με διοικητικό πρόστιμο σαράντα (40) και εκατό (100) ευρώ,
- Όποιος οδηγεί ΕΠΗΟ και υπερβαίνει τα **35 χλμ/ώρα** και όποιος το θέτει σε κυκλοφορία τιμωρούνται με διοικητικό πρόστιμο εκατό (100) και διακοσίων (200) ευρώ, αντίστοιχα.
- Όποιος οδηγεί ΕΠΗΟ, κατά παράβαση της περ. β΄ της παρ. 5Α, τιμωρείται με διοικητικό πρόστιμο ογδόντα (80) ευρώ.»

Το **νομοθετικό πλαίσιο** αναφέρει:

- Μέγιστη ταχύτητα κίνησης είναι τα 25 χλμ./ώρα
- Όταν η ταχύτητα δεν υπερβαίνει τα 6 χλμ./ώρα θεωρούνται και κυκλοφορούν ως πεζοί
- Τα ηλεκτρικά πατίνια μπορούν να κυκλοφορούν σε ποδηλατοδρόμους αλλά και σε οδούς που η ταχύτητα δεν ξεπερνά τα 50 χλμ. /ώρα
- Οι οδηγοί είναι υποχρεωμένοι να κρατούν το τιμόνι και με τα δύο χεριά
- Οι οδηγοί είναι υποχρεωμένοι να φορούν προστατευτικό κράνος
- Η άδεια οδήγησης δεν είναι υποχρεωτική για οδηγούς άνω 16 ετών αλλιώς σε άτομα κάτω των 16ετων χρειάζεται συνοδεία
- Τα ηλεκτρικά πατίνια πρέπει να είναι εξοπλισμένα με ένα λευκό φως στο μπροστινό μέρος και ένα κόκκινο στο φως πίσω
- Αποφυγή εκπομπής ρύπων και θορύβων
- Απαγορεύεται η κατανάλωση αλκοόλ
- Επιτρέπεται η στάθμευση στα πεζοδρόμια
- Απαγορεύονται δύο άτομα πάνω στο πατίνι
- Οποιαδήποτε παραβίαση γίνει υπάρχει και αντίστοιχο πρόστιμο (κυμαίνεται από 20 ευρώ έως 1000 ευρώ).

Απαγόρευση για στάση και στάθμευση των Ε.Π.Η.Ο

- Επάνω σε διαβάσεις πεζών ή ποδηλατιστών και σε απόσταση μικρότερη από πέντε (5) μέτρα από αυτές
- Σε απόσταση μικρότερη από δώδεκα (12) μέτρα από στάσεις αστικών υπεραστικών, ηλεκτροκίνητων λεωφορείων και τροχιοδρομικών οχημάτων μπορούν να σταθμεύουν το ένα παράπλευρα με το άλλο σε διπλή σειρά
- Πάνω και κάτω από τις γέφυρες, εκτός αν υπάρχουν χώροι για στάθμευση ειδικά προορισμένοι
- Πάνω στις νησίδες ασφαλείας ως και στις διαχωριστικές νησίδες στους αυτοκινητοδρόμους και τις οδούς ταχείας κυκλοφορίας, εκτός των χώρων στάθμευσης που καθορίζονται με σήμανση
- Σε λωρίδες επιτάχυνσης και επιβράδυνσης
- Αν εμποδίζει τη χρήση χώρων στάθμευσης που σημαίνονται κατάλληλα
- Σε ειδικούς χώρους στάθμευσης επιβατηγών αυτοκινήτων δημόσιας χρήσης (TAXI),

- Στις εισόδους και εξόδους των πεζόδρομων
- Σε ειδικούς χώρους στάθμευσης και αφετηρίες υπεραστικών λεωφορείων, τουριστικών λεωφορείων και τουριστικών λεωφορείων ανοιχτού τύπου
- Σε χώρους λιμένων και χερσαίας ζώνης λιμένων που χρησιμοποιούνται για την επιβίβαση/αποβίβαση ατόμων και τη φορτοεκφόρτωση σε πλοία και σκάφη.

Τα Ε.Π.Η.Ο. μπορούν να σταθμεύουν το ένα παράπλευρα με το άλλο σε διπλή σειρά.

Επιπλέον **απαγορεύσεις**:

- Ρυμουλκούνται από άλλο όχημα,
- Ρυμουλκούν ή ωθούν διάφορα αντικείμενα
- Κινούνται ανά δύο ή και πλείονες παράλληλα
- Να χρησιμοποιούν εν κινήσει κινητό τηλέφωνο, το οποίο δεν είναι τοποθετημένο σε ειδική θέση για ανοικτή ακρόαση.

Στην **Ελλάδα** οι πρώτες εταιρίες που εισήγαγαν ηλεκτρικά πατίνια ήταν Rise, Lime, Hive.

- Η **Lime** πρωτοεμφανίστηκε Αθήνα και δραστηριοποιούνταν τόσο εκεί όσο κι στην Θεσσαλονίκη και στο Ρέθυμνο. Όταν ξέσπασε η πανδημία και κατά τη διάρκεια της οι υπηρεσίες ενοικιάσεις ηλεκτρικών πατινιών δεν λειτουργούσαν. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η Lime να αποσύρει τα ηλεκτρικά πατίνια από τους δρόμους για πολύ μεγάλο διάστημα.
- Η **Rise** είναι μια ελληνική εταιρία που δραστηριοποιείται μόνο στην Θεσσαλονίκη η λειτουργία της ξεκίνησε λίγο πριν την πανδημία με αποτέλεσμα να μην έχει ευνοηθεί η ανάπτυξη της.
- Η **Hive** εμφανίστηκε τον Φεβρουάριο του 2019 ένα χρόνο μετά η εταιρία αποφάσισε να αποχώρηση από την χώρα λόγω απουσίας ολοκληρωμένου νομοθετικού πλαισίου.

2.3 Διεθνείς πρακτικές

Στην **Ισπανία** πριν ακόμα ξεκινήσει η εισαγωγή των ηλεκτρικών πατινιών στην Ευρώπη, υπήρχε νομοθετικό πλαίσιο για τα εναλλακτικά μέσα μεταφοράς. Κάθε πόλη της Ισπανίας ανεξάρτητα από το νομοθετικό πλαίσιο έχει το δικαίωμα να επιβάλει και κάποιους ακόμα περιορισμούς. Με την εμφάνιση της νόσου covid 19 και το ξέσπασμα της πανδημίας στόχος της ήταν η μείωση του συνωστισμού στα μέσα μαζικής μεταφοράς για αυτό το λόγω το Φεβρουάριο 2018 η Μαδρίτη επέτρεψε την κυκλοφορία των ηλεκτρικών πατινιών από τις εταιρίες Lime, Voi, Wind. Το εξάμηνο που ακολούθησε όμως οι εταιρίες αντιλήφθηκαν πως οι οδηγοί δεν τηρήσουν τους ορισμένους μηχανισμούς. Το αποτέλεσμα ήταν το Δεκέμβριο να αποσύρουν εντελώς τα ηλεκτρικά πατίνια από τους δρόμους της Μαδρίτης. Ενδεικτικά, αναφέρονται κάποιοι από τους κανονισμούς:

- Κατώτατο όριο ηλικίας 15ετη
- Ανώτατο όριο ταχύτητας 30χλμ/ώρα

- Μη υποχρεωτική χρήση κράνους
- Επιβίβαση ενός μόνου επιβάτη
- Απαγόρευση κατανάλωση αλκοόλ
- Κίνηση σε μια μόνο λωρίδα του οδικού δικτύου
- Για κάθε παραβίαση του οδηγού αντιστοιχεί και ένα πρόστιμο

Στην Βαρκελώνη η χρήση του κράνους είναι υποχρεωτική ενώ στην Μαδρίτη είναι υποχρεωτικό μόνο για οδηγούς κάτω των 16 ετών.

Στις **Βρυξέλλες** στο Βέλγιο, ο νόμος για την κυκλοφορία των ηλεκτρικών πατινιών είχε θεσπιστεί από το 2007. Σύμφωνα με αυτόν, τα ηλεκτρικά πατίνια ανήκουν νομικά στην ίδια κατηγορία με τους πεζούς και τα ποδήλατα. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως μια τέτοια απόφαση δίνει ίσα δικαιώματα και στον πεζό και στο ποδήλατο και στο ηλεκτρικό πατίνι σε ένα δημόσιο χώρο αφού και έτσι οι χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών είναι νομικά κατοχυρωμένοι και μπορούν να κινούνται στα πεζοδρόμια και στις πλατείες με οποιαδήποτε ταχύτητα. Η αρχική ταχύτητα των ηλεκτρικών πατινιών ήταν περιορισμένη στα 18χλμ/ώρα.

Λίγο καιρό μετά, η Κυβερνητική επιτροπή του Δημόσιου Τομέα Πόλης των Βρυξελλών εξέδωσε μια σειρά μέτρων ασφαλείας και περιορισμών που ίσχυε για κάθε χρήστη.

- Η μέγιστη ταχύτητα ενός ηλεκτρικού πατινιού έπαιξε να είναι τα 18χλμ/ ώρα σε δημόσιους χώρους και πλέον η επιτρεπτή ταχύτητα είναι ίση με την ταχύτητα που έχει ένας πεζός.
- Οι χρήστες είναι υποχρεωμένοι να ακολουθούν όλους τους κυκλοφοριακούς κανόνες που ισχύουν για τους πεζούς, είτε σε οδικό δίκτυο, είτε σε δημόσιο χώρο, όπως παραδείγματος χάρη η αναμονή για το πράσινο ανθρωπάκι στο φανάρι, η χρήση των διαβάσεων κλπ.
- Οι χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών επιτρέπεται να ξεπεράσουν το όριο ταχύτητας μόνο εάν κινούνται στο πλάι των οδών και δίπλα στο πεζοδρόμιο στις ειδικές λωρίδες. Σε μέρη όπου δεν υπάρχει αυτή η ειδική λωρίδα επιτρέπεται να χρησιμοποιήσουν το πεζοδρόμιο.
- Στους μονόδρομους επιτρέπεται η κυκλοφορία τους προς όποια κατεύθυνση επιθυμούν.
- Οι οδηγοί των ηλεκτρικών πατινιών θα πρέπει να έχουν λάβει υποχρεωτική εκπαίδευση για το ηλεκτρικό πατίνι σε ασφαλή χώρο και έπειτα να προχωρήσουν στη χρήση τους σε δημόσιο χώρο.
- Οι οδηγοί των ηλεκτρικών πατινιών είναι υποχρεωμένοι να σέβονται τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας και όλους τους περιορισμούς που επιβάλλει αυτός.
- Οι οδηγοί των ηλεκτρικών πατινιών είναι υποχρεωμένοι να φορούν ποδηλατικό κράνος.
- Απαγορεύεται η στάθμευση τους μπροστά σε σπίτια ούτε στα ειδικά διαμορφωμένα πλακάκια που προορίζονται για την μετακίνηση των ανθρώπων με προβλήματα στην όραση.

Στο **Ηνωμένο Βασίλειο** τέθηκαν σε εφαρμογή από τον Ιούλιο 2020 αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στην νομοθεσία σχετικά με τα ηλεκτρικά πατίνια. Στο Westminster τα ηλεκτρικά πατίνια και τα ποδήλατα βρίσκονται στην ίδια κατηγορία, αφού θεωρείται πως έχουν την ίδια οδική παρουσία, δηλαδή μπορούν να κινηθούν είτε σε ποδηλατοδρόμους είτε σε δρόμους που δεν είναι αυτοκινητόδρομοι. Σε γενικές γραμμές όμως, τα ηλεκτρικά πατίνια κατατάσσονται στη κατηγορία των μηχανοκίνητων οχημάτων και έτσι ο οδηγός πρέπει να έχει άδεια οδήγησης. Η χρήση κράνους δεν είναι υποχρεωτική. Το Ηνωμένο Βασίλειο πήρε την απόφαση να διαφοροποιηθεί από την ευρωπαϊκή ένωση δοκιμάζοντας νέες ιδέες. Μια από αυτές ήταν το να είναι ελαφρώς πιο γρήγορα από τα 25 χλμ./ώρα που ορίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Μια ακόμη διαφοροποίηση ήταν μέγιστη ισχύ κινητήρα από 250 βατ σε 500 βατ. Τέλος η χρήση σέλας η οποία μετατρέπει το πατίνι σε μοτοποδήλατο. Με την πραγματοποίηση των παραπάνω αναμένουν να δουν ποια νομοθεσία θα εφαρμοστεί ή τη τροποποίηση θα γίνει.

Στο **Παρίσι**, η εταιρεία Lime έκανε την εμφάνιση της τον Ιουνίου 2018 και έπειτα η Bird Rides τον Αύγουστο 2018. Παρατηρήθηκε μια γρήγορη ενσωμάτωση στις καθημερινές μετακινήσεις των πολιτών. Η καθημερινή όμως χρήση των ηλεκτρικών πατινιών στους δρόμους προκάλεσε και συνεχίζει να προκαλεί πολλά προβλήματα. Η μεγαλύτερη αιτία των προβλημάτων έγκεινται στο γεγονός της μη ύπαρξης κανονισμού που αφορά τα Ελαφρά Προσωπικά Ηλεκτρικά Οχήματα (ΕΠΗΟ), παρακάτω αναφέρονται μερικά βασικά πράγματα που περιλαμβάνει ο κανονισμός:

- Κατώτατη ηλικία τα 12 έτη
- Χρήση αποκλειστικά σε ποδηλατοδρόμους
- Ανώτατη ταχύτητα 25 χλμ./ώρα
- Χρήση σε δρόμους με ανώτατη ταχύτητα τα 50 χλμ./ώρα
- Υποχρεωτική χρήση κράνους προστασίας
- Τα ηλεκτρικά πατίνια πρέπει να είναι εξοπλισμένα με ένα λευκό φως στο μπροστινό μέρος του, ένα κόκκινο στο πίσω και ένα κουδούνι
- Στάθμευση σε πεζοδρόμια επιτρέπεται μόνο αν δεν εμποδίζει τους πεζούς
- Σε κάθε ηλεκτρικό πατίνι επιτρέπεται να μετακινείται μόνο ένας αναβάτης
- Για κάθε παράβαση των κανονισμών ο οδηγός υποχρεούται να πληρώσει πρόστιμο αξίας από 135 ευρώ μέχρι 3750 ανάλογα το είδος της παράβασης

Στο **Άμστερνταμ** της Ολλανδίας, μια πόλη που η πλειοψηφία του πληθυσμού χρησιμοποιεί ως εναλλακτικό μέσο μεταφοράς το ποδήλατο, η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών δεν γίνεται ούτε στα πεζοδρόμια, αλλά ούτε και στους ποδηλατοδρόμους. Η χρήση ποδηλάτου γίνεται σε τέτοιο βαθμό μάλιστα που οι ποδηλατοδρόμοι είναι τόσο πολυσύχναστοι, με αποτέλεσμα το κράτος να αναγκαστεί να περιορίσει τα μέσα κυκλοφορίας που κινούνται πάνω στις ποδηλατικές λωρίδες. Έτσι τα ηλεκτρικά πατίνια επιτρέπεται να κυκλοφορούν μόνο πάνω στους δρόμους της πόλης. Συγκεκριμένα υπάρχει ένα ειδικό κανονιστικό πλαίσιο που τοποθετεί τα ηλεκτρικά πατίνια στην κατηγορία των Segways. Αυτό σημαίνει πως για να κάνει κάποιος χρήση τους πάνω σε ποδηλατοδρόμο θα πρέπει να είναι εξοπλισμένα με διπλό σύστημα φρένων. Προς το παρόν, καμία εταιρεία ενοικίασης δεν έχει κάνει κάτι τέτοιο. Ο κανονισμός ορίζει τα παρακάτω:

- Το ηλεκτρικό πατίνι ασφαλιζεται από τον ίδιο τον οδηγό ή την εταιρεία ενοικίασης.
- Η ασφάλεια είναι υποχρεωτική.
- Υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές για τα ηλεκτρικά πατίνια.
- Οι χρήστες πρέπει να έχουν συμπληρώσει το 16^ο έτος της ηλικίας τους.

Στο **Μιλάνο** της Ιταλίας ζητήθηκαν από τις εταιρίες η απόσυρση των ηλεκτρικών πατινιών από τους δρόμους καθώς δεν έχει δοθεί άδεια από την δημαρχία και λόγω του αριθμού ατυχημάτων που είχαν γίνει. Σε άλλες πόλεις της χώρας υπάρχουν εταιρίες ενοικιάσεις αλλά πολλοί πολίτες στρέφονται και στην αγορά δικού της ηλεκτρικού πατινιού τηρώντας φυσικά τους ισχύοντες κανονισμούς σε αυτήν την πειραματική ρύθμιση της κυκλοφορίας. Στην Ιταλία η χρήση κράνους δεν ήταν υποχρεωτική, ένα δυστύχημα όμως που συνέβη με ένα 13 χρόνο παιδί τους οδήγησε στην απόφαση δημαρχίας ενός νέου νομοσχεδίου στο οποίο ισχύουν τα παρακάτω:

- Υποχρεωτική χρήση κράνους
- Κατώτατη ηλικία 14 έτη
- Απαγόρευση δύο αναβατών στο πατίνι
- Ανώτατη ταχύτητα τα 20χλμ/ώρα σε ποδηλατοδρόμους και 30χλμ σε δρόμους πόλεων
- Στάθμευση μόνο σε προκαθορισμένα σημεία όχι σε πεζοδρόμια

Στη **Μάλτα**, η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών έχει επεκταθεί αρκετά, με την εταιρεία Taxi Bolt να έχει προχωρήσει στην παραχώρηση τους προς ενοικίαση. Το νομικό πλαίσιο αναφέρει τα εξής:

- Η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών γίνεται από άτομα που έχουν συμπληρώσει το 18^ο έτος της ηλικίας τους.
- Οι χρήστες είναι υποχρεωμένοι να έχουν στην κατοχή τους οποιαδήποτε άδεια οδήγησης.
- Οι χρήστες πρέπει να είναι ασφαλισμένοι.
- Η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών επιτρέπεται μόνο εντός αστικών περιοχών και απαγορεύεται σε κεντρικές οδούς, υπόγειες διαβάσεις και τούνελ.
- Η παράβαση των κανόνων τιμωρείται με πρόστιμα έως και 500 ευρώ.
- Κάθε ηλεκτρικό πατίνι πρέπει να είναι καταχωρημένο και να έχει άδεια λειτουργίας από τον Οργανισμό Μεταφορών της Μάλτας.
- Μέγιστη ταχύτητα στους πεζόδρομους είναι τα 10χλμ/ώρα και στους δρόμους τα 20χλμ/ώρα.
- Υποχρεωτική χρήση κράνους.
- Κατά τη διάρκεια της νύχτας οι χρήστες είναι υποχρεωμένοι να φορούν φωσφορίζον γιλέκο ώστε να γίνονται εύκολα αντιληπτοί τόσο από τους πεζούς όσο και από τα υπόλοιπα οχήματα.

Στην **Γερμανία** τα πατίνια συνάντησαν μεγάλη θετική ανταπόκριση από τον Απρίλιο 2019 όπου και δόθηκε η έγκριση για την κυκλοφορία τους. Με την ψήφιση του νομοσχεδίου τον Μάιο 2019 τέθηκε σε ισχύ ο παρακάτω κανονισμός που ξεκίνησε από τον Ιούνιο 2019.

- Κατώτατη ηλικία 14 έτη

- Χρήση των ηλεκτρικών πατινιών μόνο σε δρόμους όχι σε πεζοδρόμια
- Ανώτατη ταχύτητα 20χλμ/ώρα
- Μη υποχρεωτική χρήση κράνους
- Τα ηλεκτρικά πατίνια πρέπει να είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές των ΕΠΗΟ
- Κάθε παράβαση τιμωρείτε με το αντίστοιχο πρόστιμο

Οι πρώτες εταιρίες που έκαναν εισαγωγή πατινιών ήταν η Lime και η Bird Rides, μεγάλο ενδιαφέρον όμως παρουσίασε και η Volkswagen όπου το 2019 στην έκθεση της Γενεύης έκανε την δική της πρόταση για ηλεκτρικά πατίνια επιθυμώντας να εισέλθει στην γερμανική αγορά.

Στο **Ισραήλ**, μια χώρα που αντιμετωπίζει τεράστια προβλήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης στα πολύ κατοικημένα αστικά κέντρα, οι εταιρείες ενοικίασης ηλεκτρικών πατινιών Bird και Lime, βρήκαν μεγάλη ανταπόκριση από τους οδηγούς, που προκειμένου να γλιτώσουν τα μεγάλα μποτιλιαρίσματα στους δρόμους, ξεκίνησαν να νοικιάζουν τα ηλεκτρικά πατίνια. Η χρήση τους έδειξε πως γίνεται κατά βάση, ως μέσο μετακίνησης από το χώρο του οδηγού προς την εργασία του. Παρατηρήθηκε όμως με τον καιρό ένας μεγάλος αριθμός ατυχημάτων, κι έτσι το κράτος προχώρησε στη θέσπιση ενός νομικού πλαισίου που ορίζει τα παρακάτω:

- Υποχρεωτική χρήση κράνους.
- Κατώτατο όριο ηλικίας τα 16 έτη.
- Οι χρήστες πρέπει να έχουν άδεια οδήγησης ή να έχουν περάσει κάποια γραπτή εξέταση πιστοποίησης οδηγών.
- Οι εταιρείες είναι υποχρεωμένες να διαμορφώνουν χώρους στάθμευσης.
- Τα πρόστιμα για τις παραβάσεις στάθμευσης βαραίνουν τις εταιρείες.

2.4 Σύνοψη διεθνών πρακτικών

	Χώρα	Κράνος	Όριο ταχύτητας	Δίπλωμα	Κατώτερο όριο ηλικίας	Στάθμευση σε πεζοδρόμια	Μόνο ένας επιβάτης
1	Ελλάδα	Ναι	25	Όχι	16	Ναι	Ναι
2	Ισπανία	Όχι	30	Όχι	15	Όχι	Ναι
3	Ηνωμένο Βασίλειο	Όχι	25	Ναι	18	Όχι	Ναι
4	Παρίσι	Ναι	25	Όχι	12	Ναι	Ναι
5	Ιταλία	Ναι	30	Όχι	14	Όχι	Ναι
6	Γερμανία	Όχι	20	Όχι	14	Όχι	Ναι

7	Βέλγιο	Ναι	25	Όχι	-	Ναι	Όχι
8	Ολλανδία	-	-	-	16	-	Ναι
9	Μάλτα	Ναι	20	Ναι	18	-	Ναι
10	Ισραήλ	Ναι	-	Ναι	16	-	Ναι

Πίνακας 2: Η νομοθεσία των χωρών

Συνοψίζοντας έχουμε ότι τα ηλεκτρικά πατίνια μπορούν να αντικαταστήσουν τις υπόλοιπες επιλογές που υπάρχουν για να πραγματοποιηθεί μια διαδρομή πχ περπάτημα, ποδήλατο ή κάποιο μέσο μαζικής μεταφοράς. Οι άνδρες μεταξύ 25-35 ετών δείχνουν κυρίως την προτίμηση τους σε αυτά. Βασικό κομμάτι όμως αποτελεί η **νομοθεσία**. Όπως παρατηρούμε και στο παραπάνω πίνακα τα μετρά αλλάζουν για κάθε χώρα. Μελλοντικά θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν καθώς ακόμη και με αυτά συμβαίνουν ατυχήματα στους δρόμους άλλοτε με ήπιους τραυματισμούς και άλλοτε με θανατηφόρους. Οι ευθύνες πέφτουν στην νομοθεσία με μόνη λύση να γίνουν τα μέτρα αυστηρότερα για τους οδηγούς των ηλεκτρικών πατινιών και φυσικά για να υπάρξει σεβασμός και για τους ίδιους τους οδηγούς αλλά και τον υπόλοιπο κόσμο.

2.5 Επιστημονικές έρευνες

Ο όρος μικροκινητικότητα δηλαδή η μεταφορά μικρών αποστάσεων γνωρίζει εδώ και αρκετό καιρό παγκόσμια ανάπτυξη. Αυτή η νέα τάση κινητικότητας έχει ως πρωταρχικό **στόχο** να παρέχει επιλογές φιλικές προς το περιβάλλον για ταξίδια τα οποία δεν μπορούν να γίνουν με τα μέσα μαζικής μεταφοράς, όπως επίσης και την απεξάρτηση του ανθρώπου από το αυτοκίνητο. Σε πολλές πόλεις σε παγκόσμια κλίμακα ένας δημοφιλής τρόπος μεταφοράς, τα ηλεκτρικά πατίνια (e-scooter) έχουν εισβάλει στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Ωστόσο, ελάχιστες οδηγίες υπάρχουν σχετικά με τις λειτουργίες και την χρήση τους. Η έρευνα αυτή είχε ως στόχο την διερεύνηση και αξιολόγηση της τάσης και συμπεριφοράς των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών στην Θεσσαλονίκη. Με την βοήθεια του διαδικτύου πραγματοποιήθηκαν ηλεκτρονικές έρευνες με άτομα που έχουν χρησιμοποιήσει το ηλεκτρικό πατίνι περισσότερο από μια φορές. Τα **ευρήματα** ανάδειξαν πως οι χρήστες χρησιμοποιούν συχνότερα ποδηλατοδρόμους ή ακόμα και δρόμους χωρίς ποδηλατοδρόμους, αλλά πως η χρήση του ηλεκτρονικού πατινιού γίνεται κυρίως για ψυχαγωγικούς σκοπούς και όχι για όλα τα πλεονεκτήματα που αυτό προσφέρει στις μετακινήσεις. Επίσης, σε θέματα που θα τους εμπόδιζαν να χρησιμοποιήσουν το ηλεκτρικό πατίνι αποδίδουν μεγαλύτερη σημασία στην κακή συμπεριφορά και επικινδυνότητα των οδηγών αυτοκινήτων θεωρώντας τους ποδηλατοδρόμους ως τον αποτελεσματικότερο τρόπο για την βελτίωση της χρήσης των ηλεκτρικών πατινιών. Τέλος, μικρές διαφορές διαπιστώθηκαν ανάμεσα στους χρήστες λόγω διαφορετικών ηλικιών και λόγω φύλου.

Η **ταχεία εξάπλωση** της μικροκινητικότητας τα τελευταία χρόνια, που χαρακτηρίζεται από τη χρήση ηλεκτρονικών σκούτερ και άλλων ηλεκτρικών συσκευών μικροκινητικότητας, έχει φέρει νέα χαρακτηριστικά κινητικότητας στους πολεοδόμους και νέες απαιτήσεις υποδομής στις πόλεις. Η μικροκινητικότητα έχει τη δυνατότητα να λύσει πολλά από τα προβλήματα που σχετίζονται με τις μεταφορές που αντιμετωπίζουν οι πόλεις σε όλο τον κόσμο και μπορεί ενδεχομένως να προωθήσει σημαντικές

μετατοπίσεις από τα ιδιωτικά μηχανοκίνητα οχήματα (Oeschger et al., 2020; Zhang et al., 2021, Cafiso et al., 2022). Ωστόσο, οι ελληνικές αυτοκινητοκεντρικές πόλεις αντιμετωπίζουν αρκετά προβλήματα όσον αφορά τις υποδομές που αποτελούν βασικό περιορισμό στη χρήση των ηλεκτρονικών σκούτερ.

Υπάρχουν αρκετές μελέτες που αποδεικνύουν **τις θετικές επιπτώσεις** της λειτουργίας του ηλεκτρικού πατινιού στις πόλεις, όπως η απελευθέρωση των χώρων στάθμευσης (Fang et al., 2018). Επιπλέον, έχουν περίπου τις ίδιες ταχύτητες με τα ποδήλατα και απαιτούν τον ίδιο ή λιγότερο χώρο για να οδηγήσουν και να παρκάρουν (Degele et al., 2018). Για να μειώσουν τη συμφόρηση, οι πόλεις έχουν αρχίσει να αναθεωρούν τα συστήματα μεταφορών τους, επιδιώκοντας να προωθήσουν το περπάτημα και τη χρήση ποδηλάτων και σκούτερ (Chan and Shaheen, 2012).

Η εποχή που ζούμε χαρακτηρίζεται από συνεχείς και ραγδαίες αλλαγές σε διάφορους τομείς όπως η οικονομία, η τεχνολογία και η επιστήμη. Η έντονη ανάπτυξη της τεχνολογίας σε συνδυασμό με την αύξηση του βιοτικού επιπέδου έχει ως αποτέλεσμα **κυκλοφοριακή συμφόρηση** στους δρόμους και απότομη αύξηση των εκπομπών άνθρακα που είναι επιβλαβείς τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον (Hollingsworth et al., 2019). Στην Ελλάδα και γενικότερα στην Ευρώπη, την τελευταία δεκαετία, πολλοί άνθρωποι, ιδιαίτερα η νεολαία, έχουν αναζητήσει νέους τρόπους μεταφοράς με κύριο στόχο τη μείωση των ρύπων και φυσικά την αποφυγή του κυκλοφοριακού χάους με μέσα που προσφέρουν ταχύτερες μετακινήσεις.

Στο πλαίσιο αυτό, αυξάνεται από πόλη σε πόλη η προώθηση των υπηρεσιών ενοικίασης ποδηλάτων και η κατασκευή ποδηλατοδρόμων. Η συνεχής αναζήτηση της τεχνολογίας και φυσικά η ανάγκη του ευρύτερου κοινού, έχουν φέρει στην επιφάνεια τα ηλεκτρικά σκούτερ. Είναι ένας νέος τρόπος μεταφοράς που φαίνεται να αποτελεί **βασική λύση** για τη συμφόρηση και το πρόβλημα των μετακινήσεων και στόχος του οποίου είναι η ανάπτυξη ενός βιώσιμου συστήματος μεταφορών. Αυτοί οι τύποι μικροοχημάτων φαίνεται να αποτελούν μια πολύ καλή λύση στο πρόβλημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης στις μεγάλες πόλεις, καθώς μπορούν να μειώσουν σε μεγάλο βαθμό τη χρήση ιδιωτικών αυτοκινήτων, τα οποία είναι σημαντικά επιβλαβή για το περιβάλλον και τους ανθρώπους (Hardt and Bogenberger, 2019).

Η χρήση ηλεκτρικών σκούτερ μπορεί να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα αλλά υπάρχουν και ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν για την ομαλή χρήση τους. Ένα από αυτά είναι ότι η ασφάλεια των ηλεκτρικών πατινιών είναι πολύ χαμηλή σε συνθήκες αστικής κυκλοφορίας λόγω νομικών ζητημάτων. Ένα άλλο εξίσου σημαντικό είναι το **οδόστρωμα και η ποιότητά του**. Αν και είναι πλεονέκτημα η χρήση του ηλεκτρικού πατινιού για ταχύτερη διαδρομή εάν υπάρχουν ρωγμές, λακκούβες και άλλα ελαττώματα στην επιφάνεια, μπορεί να υποβαθμίσει την οδηγική άνεση και τη σταθερότητα του οχήματος. Από τα παραπάνω διαφαίνεται η ανάγκη συνεχούς παρακολούθησης και συντήρησης των οδοστρωμάτων στις αστικές οδούς. Είναι γεγονός ότι η έλλειψη κατάλληλης υποδομής συνιστά αρνητικό παράγοντα για τη χρήση ηλεκτρικών πατινιών (Fang and Handy, 2017)

Τα ηλεκτρονικά σκούτερ **χαρακτηρίζονται** επίσης από συναισθηματικές αξίες, το οποίο είναι ένα στοιχείο παιχνιδιού που φαίνεται να έχει σημαντικό αντίκτυπο στους

μετακινούμενους (Smith and Schwieterman, 2018). Οι συγγραφείς περιγράφουν τα ηλεκτρικά πατίνια ως έναν φθηνό, βολικό και ευέλικτο τρόπο μετακίνησης στις πόλεις, ο οποίος συνδυάζει το στοιχείο της διασκέδασης ανεξαρτήτως ηλικίας. Επιπλέον, ο Shunhua (2021) αναφέρεται στο μερίδιο αγοράς των κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών με υπηρεσίες κοινής χρήσης ποδηλάτων, λόγω της πιο ευέλικτης τιμολόγησης των ηλεκτρονικών σκούτερ, ειδικά σε μικρές αποστάσεις.

Τέτοιου είδους μικροοχήματα δείχνουν να αποτελούν μια πολύ **καλή λύση** στο θέμα της κυκλοφοριακής συμφόρησης στα αστικά κέντρα, καθώς μπορούν να περιορίσουν την χρήση των ιδιωτικών οχημάτων που είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (Bogenberger, 2009).

Ένα ακόμη ζήτημα εξέχουσας σημασίας είναι η μικρή εμπειρία που υπάρχει σχετικά με τα ηλεκτρικά πατίνια από άποψη κραδασμών και άνεσης σε σχέση με τα υπόλοιπα μηχανοκίνητα οχήματα. Σύμφωνα με την διαδικασία **ISO - 8041** εξήχθη το συμπέρασμα πως η άνεση των κραδασμών του αμαξώματος παρέχει μια βαθμολογία για τα ηλεκτρικά πατίνια μικρότερη με εκείνη των αυτοκινήτων.

Fang and Handy, 2017

Η έρευνα που έγινε στην πανεπιστημιούπολη της Virginia Tech έδειξε πως οι περισσότεροι αναβάτες είναι πρόθυμοι να διανύσουν μεγαλύτερες αποστάσεις σε ποδηλατοδρόμους (59%). Επιπρόσθετα έδειξαν **προτίμηση** στις απλές και πιο σύντομες διαδρομές.

Zhang Wenwen, 2021

Η παρακάτω έρευνα αφορά την αστική υποδομή στο Όστιν του Τέξας. Πρόκειται για μια **αξιολόγηση** που έγινε, για την οποία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τροχιάς ταξιδιού από μια εταιρεία παροχής ηλεκτρικών πατινιών, καθώς και πληροφορίες γεωγραφικού αποθέματος υποδομής. Γι' αυτήν την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν πάνω από 11.000.000 σημεία τοποθεσίας, από 800.000 περίπου ταξίδια που πραγματοποιήθηκαν μέσα σε ένα χρόνο με ηλεκτρικά πατίνια, και αντιπροσωπεύουν το 1,4 του συνόλου των ταξιδιών που πραγματοποιήθηκαν στην πόλη την ίδια περίοδο. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η μέση απόσταση ενός ταξιδιού με ηλεκτρικό πατίνι χωρίζεται μεταξύ πεζοδρομίων (18%), ποδηλατοδρόμων (11%), δρόμων (33%), και άλλων μη ταξινομημένων περιοχών (38%). Το 60% των ταξιδιών που έγιναν στον δρόμο αφορούσε κεντρικές αρτηρίες. Επιπλέον οι χρήστες των ποδηλατοδρόμων έδειξαν την **προτίμηση** τους σε μονοπάτια με μεσαίο έως υψηλό επίπεδο άνεσης. Η μέση ταχύτητα που χρησιμοποιείται στα πεζοδρόμια 6-8% χαμηλότερη από ότι σε άλλους τύπους υποδομής. Επίσης, τις ώρες αιχμής τις καθημερινές και πρωινές ώρες παρουσίασαν χρήση υψηλότερης ταχύτητας. Η μελέτη αυτή έγινε για να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο που θα βοηθήσει στην κατανόηση και την ρύθμιση της χρήσης των αναδυομένων υπηρεσιών κινητικότητας με βάση την τρέχουσα αστική υποδομή.

Νικηφοριάδης Ανδρέας, 2021

Μια από της πόλης που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στο κομμάτι των ηλεκτρικών πατινιών είναι η Θεσσαλονίκη. Υπάρχουν αρκετοί άνθρωποι που

προτιμούν το ποδήλατο ως μέσο μεταφοράς. Η παρακάτω μελέτη αφορά την **κοινή χρήση και την διευκόλυνση** που παρέχουν στους χρήστες τα ηλεκτρικά πατίνια. Η μελέτη απευθύνθηκε τόσο σε χρήστες όσο και σε μη χρήστες ώστε να δοθεί μια συνολική εικόνα για την στάση όλων σχετικά με τα ηλεκτρικά πατίνια. Οι ερωτηθέντες ήταν το 68,6% άνδρες άνω των 18 ετών, εκ των οποίων το 73,4% ήταν μεταξύ 18 έως 27 ετών και μόνο το 2,6 % ήταν άνω των 54%. Τα συμπεράσματα έδειξαν πως αν δεν υπήρχε το ηλεκτρικό πατίνι οι ερωτηθέντες θα έκαναν τις διαδρομές με τα πόδια ή κάποιο μέσο μαζικής μεταφοράς.

Laa, Barbara and Ulrich Leth, 2020

Μια ακόμη έρευνα πραγματοποιήθηκε στην Βιέννη και αφορούσε τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των χρηστών αλλά και την συχνότητα χρήσης των ηλεκτρικών πατινιών. Σε αυτή την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν 2 μέθοδοι. Η πρώτη μέθοδος περιλάμβανε μια **διαδικτυακή έρευνα** ενώ η δεύτερη μια **μελέτη πεδίου**. Όσο αναφορά την πρώτη μέθοδο χρησιμοποιήθηκαν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και φυλλάδια με την χρήση του κωδικού QR. Είχε διάρκεια από της 13 Αυγούστου 2019 έως της 7 Δεκεμβρίου 2019. Στην έρευνα συμμετείχαν 188 εκ των οποίων τα 166 είχαν χρησιμοποιήσει ηλεκτρικό πατίνι έστω μια φορά, και οι ερωτήσεις δεν ήταν υποχρεωτικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερη ανταπόκριση από τους άνδρες. Ως προς την κοινή χρήση των ηλεκτρικών πατινιών το ποσοστό των ανδρών αντιστοιχούσε στα 75% και των γυναικών στο 25%. Οι άνδρες ιδιοκτήτες των ηλεκτρικών πατινιών ενώ οι γυναίκες στο 2.9% περισσότερο από το 80% ερωτηθέντων ήταν κάτοικοι της Βιέννης και 3.7% ήταν τουρίστες. Σχετικά με το επίπεδο της εκπαίδευσης ήταν κυρίως φοιτητές ή απόφοιτοι (62,7%). Ως προς τα μέσα μαζικής μεταφοράς ρωτήθηκαν αν μετακινούν το ηλεκτρικό πατίνι στα μέσα μαζικής μεταφοράς, και από τους 44 ιδιοκτήτες που απάντησαν το 41% το κάνει τακτικά, το 39% μερικές φορές και το 20% καθόλου. Όσο αναφορά την δεύτερη μέθοδο, δηλαδή την μελέτη πεδίου, χρειάστηκαν τρεις διαφορετικές τοποθεσίες και 4 διαφορετικές περιόδους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το 20-25% των χρηστών ήταν γυναίκες που χρησιμοποιήσουν κοινόχρηστα πατίνια, το 15% ιδιωτικά, ενώ το 30-40% των γυναικών χρησιμοποιήσουν ποδήλατο. Και από τις δυο μελέτες απορρέει το **συμπέρασμα** πως η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών γίνεται κυρίως από άνδρες, νέους και μεσήλικες, με υψηλό μορφωτικό επίπεδο, ενώ οι γυναίκες προτιμούν κυρίως το ποδήλατο. Μπορεί λοιπόν το ηλεκτρικό πατίνι να αντικαταστήσει τις διαδρομές που γίνονται με τα πόδια ή τα ΜΜΜ, όχι όμως τις διαδρομές που γίνονται με το αυτοκίνητο. Βέβαια το γεγονός πως μπορεί να μετακινηθεί το ηλεκτρικό πατίνι στα ΜΜΜ δίνει την δυνατότητα μεγαλύτερων μετακινήσεων στον χρήστη. Επίσης, η διαμόρφωση στον κανονισμό που θα πρέπει να ισχύουν σχετικά με το που μπορεί να κυκλοφορεί το ηλεκτρικό πατίνι (ποδηλατοδρόμους ή πεζοδρόμους ή κεντρικές λεωφόρους) παίζει πολύ σημαντικό ρόλο ώστε να αποφευχθούν συγκρούσεις με πεζούς ή οχήματα.

Aguilera-García, Álvaro, Juan Gomez and Natalia Sobrino, 2020

Μια ακόμη μελέτη που έγινε στην Ισπανία διαδικτυακά και στην οποία συλλέχθηκαν πληροφορίες από διάφορες πόλεις, ανέπτυξε ένα μοντέλο που προσδιόρισε τους παράγοντες που παίζουν ρόλο στην **συχνότητα** χρήσης των ηλεκτρικών πατινιών. Το συμπέρασμα έδειξε πως κυρίαρχο ρόλο έχει η ηλικία, το φύλο και το επάγγελμα. Μια

σημαντική διαπίστωση ήταν πως όσοι συμμετείχαν στην έρευνα, οι οποίοι έκαναν χρήση των ηλεκτρικών πατινιών είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά.

Gössling Stefan, 2020

Το 2017 έκαναν για πρώτη φορά την εμφάνιση τους τα ενοικιαζόμενα ηλεκτρικά πατίνια που πλέον είναι διαθέσιμα σε πολλές πόλεις να τον κόσμο. Τα ηλεκτρικά πατίνια είναι πλήρως εξοπλισμένα με ηλεκτρικούς κινητήρες, κινούνται με παρόμοιες ταχύτητες με αυτές των ποδηλάτων και χρειάζονται τον ίδιο περίπου χώρο για την οδήγηση και στάθμευση. Τα ηλεκτρικά πατίνια αποτελούν μια καλή εναλλακτική λύση για αποστάσεις ως και αρκετών χιλιομέτρων έναντι στα αυτοκίνητα (Degele et al., 2018). Προκειμένου να **μειωθεί η συμφόρηση** των ιδιωτικών οχημάτων και τα αρνητικά τους αποτελέσματα, οι πόλεις έχουν στραφεί στην επανεξέταση των συστημάτων μεταφοράς με στόχο να προωθήσουν το περπάτημα αλλά και την χρήση ποδηλάτων και ηλεκτρικών πατινιών. (Chan and Shaheen, 2012 Shaheen and Cohen, 2019)

Σε πολλές πόλεις προσφέρονται τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά πατίνια για βραχυπρόθεσμη ενοικίαση και τα οποία δίνονται στην αγορά για μικρές αποστάσεις, ταξίδια (μετακινήσεις). Με εμφανή την αξιολόγηση του κύκλου ζωής βάσει αυτής της επιλογής κινητικότητας ποσοτικοποιούμε το σύνολο **των περιβαλλοντικών επιπτώσεων** που έχει η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών και που φυσικά σχετίζονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη, τον εκτοπισμό, την κίνηση και τις αναπνευστικές επιπτώσεις. Η περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που σχετίζονται με την φόρτιση των ηλεκτρικών πατινιών είναι μικρότερες σε σχέση με την κατασκευή τους καθώς και την μεταφορά τους σε σταθμούς ολονύκτιας φόρτισης. Όταν οι μέσες προσωπικές μετακινήσεις που γίνονται με αυτοκίνητο αντικατασταθούν με μετακινήσεις με ηλεκτρικά πατίνια, θα φανεί καθαρά η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε παγκόσμιο επίπεδο.

North American Bikeshare & Scootershare Association (NABSA)

Η έκθεση που ακολουθεί περιλαμβάνει δεδομένα που συλλέχθηκαν από διάφορες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στην **Βόρεια Αμερική** και αφορούν τον τομέα των μεταφορών και συγκεκριμένα της **μικροκινητικότητας**. Η έκθεση αυτή που αναφέρεται στην κατάσταση του κλάδου των μεταφορών έλαβε χώρα το 2021 και παραθέτει στοιχεία τόσο από αυτό το έτος όσο και από τα προηγούμενα έτη. Παρέχει λοιπόν μια **σύγκριση** ως προς την παρακολούθηση των τάσεων των προηγούμενων ετών στον τομέα της μικροκινητικότητας και σηματοδοτεί τόσο τις επιτυχίες όσο και τις προκλήσεις στο συγκεκριμένο κλάδο που συνεχώς εξελίσσεται.

Σύμφωνα με την έκθεση υπολογίζεται πως το 2021 σε 298 πόλεις στη Βόρεια Αμερική υπήρχε τουλάχιστον ένα ηλεκτρονικό σκούτερ ή ένα ποδήλατο και οι 97 είχαν και τα δύο. Αυτό σημαίνει πως σε σχέση με το 2019 η χρήση των εναλλακτικών μέσων μεταφοράς αυξήθηκε κατά 2%, και σε σχέση με το 2020 κατά 30%, ποσοστό αρκετά μεγάλο. Από τις 298 πόλεις που απευθύνεται η έκθεση, οι 273 είναι στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι 19 στον Καναδά και οι 6 στο Μεξικό. Υπάρχουν 191 διαφορετικά συστήματα ηλεκτρικών σκούτερ και 204 συστήματα κοινών ποδηλάτων με μάλιστα το 50% να διαθέτει προς κοινή χρήση ηλεκτρονικά ποδήλατα.

Είναι γεγονός πως η οδήγηση με κάποιο από τα μέσα του τομέα της μικροκινητικότητας προσφέρει σαφώς περισσότερα **πλεονεκτήματα**, με κύριο τη μείωση της εκπομπής των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Πιο συγκεκριμένα οι ρύποι μειώνονται έως εξής:

- Οδήγηση με ποδήλατο (με πεντάλ): 100% μείωση
- Οδήγηση με ηλεκτρονικό ποδήλατο: 97% μείωση
- Οδήγηση με ηλεκτρονικό σκούτερ (πατίνι): 98%

Με τη χρήση ποδηλάτου, ηλεκτρονικού ποδηλάτου και ηλεκτρονικού σκούτερ οι Βορειοαμερικανοί κατάφεραν να κερδίσουν σχεδόν 15,5 εκατομμύρια ώρες πρόσθετης φυσικής δραστηριότητας αντικαθιστώντας τις διαδρομές που έκαναν με τα ιδιωτικά τους οχήματα. Πιο συγκεκριμένα οι ώρες:

- 5,7 εκατομμύρια ώρες με χρήση ποδηλάτου με πεντάλ
- 2,1 εκατομμύρια ώρες με ηλεκτρονικά ποδήλατα
- 7,7 εκατομμύρια ώρες με ηλεκτρονικά σκούτερ

Όσον αφορά τις **τάσεις των ταξιδιών**, το 2021 οι Βορειοαμερικανοί πραγματοποίησαν περίπου 128 εκατομμύρια ταξίδια με οχήματα μικροκινητικότητας. Αυτό σημαίνει πως έγιναν περίπου 53% περισσότερα ταξίδια σε σχέση με το 2020 και περίπου 18% χαμηλότερα από το 2019. Τα μισά περίπου ταξίδια που έλαβαν χώρα το 2021 έγιναν με ηλεκτρονικά σκούτερ, και το 2020 περίπου το ένα τρίτο των ταξιδιών. Τα ταξίδια που έγιναν με ποδήλατο (με πεντάλ) ήταν ελαφρώς υψηλότερα το 2021 σε σχέση με το 2020, και τα ταξίδια με ηλεκτρονικά ποδήλατα ήταν σχεδόν διπλάσια το 2021 σε σχέση με το 2020.

Όσον αφορά τις **τάσεις των οχημάτων** μικροκινητικότητας, το 2021 οι Βορειοαμερικανοί είχαν πρόσβαση σε περίπου 232 χιλιάδες κοινόχρηστα οχήματα μικροκινητικότητας, δηλαδή σε 37% υψηλότερο ποσοστό σε σχέση με το 2020 και 20% υψηλότερο ποσοστό σε σχέση με το 2021. Ο αριθμός των ηλεκτρονικών σκούτερ αυξήθηκε σημαντικά το 2021 και αποτελούν πλέον το 57% του κοινόχρηστου στόλου οχημάτων μικροκινητικότητας. Ο αριθμός των ποδηλάτων αυξήθηκε σε πολύ μικρό βαθμό σε σχέση με τα ηλεκτρονικά σκούτερ.

2.6 Σύνοψη

Από τις παραπάνω έρευνες δίνεται η δυνατότητα εξαγωγής διαφόρων **συμπερασμάτων**. Η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών αυξάνεται χρόνο με το χρόνο σε διάφορες πόλεις ανά τον κόσμο. Οι έρευνες δείχνουν την ολοένα και πιο θετική αντιμετώπιση των ηλεκτρικών πατινιών από τους πολίτες, αφού αποτελεί ένα γρήγορο, οικονομικό και μη επιβλαβές μέσο για να διανύουν μικρές αποστάσεις όπως οι καθημερινές διαδρομές από το σπίτι προς την εργασία τους.

Η μικροκινητικότητα έχει εισέλθει δυναμικά στις αστικές πόλεις με σκοπό να βοηθήσει στην **αποσυμφόρηση** τους από τα ιδιωτικά οχήματα και να **μειώσει τους ρύπους** που είναι τόσο επιβλαβείς για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Στις πόλεις του εξωτερικού οι υποδομές που απαιτούν τα ηλεκτρικά πατίνια υπάρχουν στις περισσότερες πόλεις

και συνεχώς βελτιώνονται. Στη Ελλάδα, γίνεται μια προσπάθεια να δημιουργηθούν αυτές οι υποδομές που απαιτούνται. Είναι γεγονός αδιαμφισβήτητο πως μόνο αν υπάρχουν **σωστές υποδομές** και ένα **δομημένο νομικό πλαίσιο** που θα προσφέρει ασφάλεια, κάλυψη και εμπιστοσύνη, θα μπορέσουν οι άνθρωποι να «αγκαλιάσουν» τα ηλεκτρικά πατίνια.

Τα **πλεονεκτήματα** που προσφέρει η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών στους αναβάτες είναι πολλά. Για παράδειγμα η αποφυγή των δρόμων με μεγάλη κίνηση, οι θέσεις στάθμευσης και άλλα. Σύμφωνα με τις έρευνες, η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών ανά τον κόσμο γίνεται κυρίως από νέους άντρες, ενώ οι γυναίκες προτιμούν σαν εναλλακτικό μέσο μεταφοράς το ποδήλατο. Υπάρχουν αρκετές εταιρείες ενοικίασης ηλεκτρικών πατινιών στις μεγάλες πόλεις, με τους χρήστες να δείχνουν προτίμηση περισσότερο στην ενοικίαση απ' ότι στην αγορά ενός δικού τους ηλεκτρικού πατινιού.

Σε γενικές γραμμές η εξάπλωση της μικροκινητικότητας δείχνει να προχωράει με γρήγορους ρυθμούς. Με τα κατάλληλα έργα υποδομών, την δημιουργία νομοθεσίας τόσο στην Ελλάδα όσο και στον υπόλοιπο κόσμο, και τη σωστή πληροφόρηση και ενημέρωση των πολιτών σχετικά με τον τρόπο χρήσης τους, σε λίγα χρόνια τα ηλεκτρικά πατίνια θα χρησιμοποιούνται σε τέτοιο βαθμό με αυτόν του ποδηλάτου.

Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια συνθέτη αναφορά στο **θεωρητικό υπόβαθρο** στον τομέα της στατιστικής και των ειδικών ερευνών όπου βασίστηκε η μεθοδολογική ανάλυση της παρούσας διπλωματικής έρευνας. Επίσης, γίνεται παρουσίαση των βασικών μεθόδων ανάλυσης όπου βασίστηκε η επεξεργασία των δεδομένων. Η μέθοδος ανάλυσης είναι η Πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση. Τέλος τα αποτελέσματα που προκύπτουν θα αξιολογηθούν με βάση κάποια κριτήρια αποδοχής μεθόδων.

3.2 Βασικές Στατιστικής Έννοιες

Με τον όρο πληθυσμός νοείται το σύνολο των παρατηρήσεων ενός χαρακτηριστικού που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τη στατιστική έρευνα. Ο πληθυσμός ενδέχεται να είναι πραγματικός ή θεωρητικός.

Με τον όρο δείγμα νοείται ένα υποσύνολο του πληθυσμού. Το μεγαλύτερο μέρος της στατιστικής έρευνας βασίζεται σε δείγματα, δεδομένου ότι τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατο να αποτυπωθούν. Το σύνολο των στοιχείων που υπάγονται στο υπό εξέταση δείγμα ανήκουν στον πληθυσμό, αλλά όχι το αντίστροφο.

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από τη δειγματοληπτική μελέτη θα είναι έγκυρα με εύλογη ακρίβεια για το σύνολο του πληθυσμού εφόσον το δείγμα αποτελεί αντιπροσωπευτικό μέρος του πληθυσμού. Συνηθίζεται να δηλώνεται ο αριθμός των στοιχείων σε ένα δείγμα με το γράμμα N .

Ο όρος μεταβλητές αναφέρεται στα χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος που πρέπει να μετρηθούν και να καταγραφούν για ένα σύνολο ατόμων. Οι μεταβλητές χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

Ποιοτικές μεταβλητές: εφόσον πρόκειται για μεταβλητές των οποίων οι πιθανές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Συνεπώς, η χρήση αριθμών προκειμένου να αναπαρασταθούν οι τιμές μιας τέτοιας μεταβλητής έχει καθαρά συμβολικό χαρακτήρα και δεν διαθέτει καμία έννοια μέτρησης.

Ποσοτικές μεταβλητές: πρόκειται για μεταβλητές με τιμές που είναι αριθμοί, αλλά έχουν την έννοια της μέτρησης. Οι ποσοτικές μεταβλητές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, συγκεκριμένα σε **διακριτές** και **συνεχείς** μεταβλητές.

Σε μια **διακριτή μεταβλητή**, το ελάχιστο ποσοστό μη μηδενικής διαφοράς που μπορούν να παρουσιάσουν δύο από τις τιμές της είναι μια σταθερή ποσότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο αριθμός των μελών μιας οικογένειας.

Στις **συνεχείς μεταβλητές**, μεταξύ δύο τιμών μπορεί να υπάρξει οποιαδήποτε μικρή διαφορά. Ενδεικτικά, θεωρούμε την ηλικία για την οποία η διαφορά μεταξύ δύο τιμών μπορεί να είναι έτη, μήνες, ημέρες, ώρες, λεπτά και δευτερόλεπτα. Ωστόσο, πρακτικά, μια μεταβλητή μπορεί να θεωρηθεί συνεχής εφόσον μπορεί να λάβει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα, ειδάλτως θεωρείται διακριτή.

Μέτρα κεντρικής τάσης: κατά την ανάλυση ενός δείγματος x_1, x_2, \dots, x_n υπολογίζεται η μέση τιμή σύμφωνα με τη σχέση:

$$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Μέτρα διακύμανσης και μεταβλητότητας: για την περίπτωση όπου τα δεδομένα αποτελούν δείγμα. Η διακύμανση συμβολίζεται με s^2 και διαιρείται με $(n-1)$:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Όπου x (μέσος όρος) είναι το δειγματικό μέσο, είναι δηλαδή η μέση τιμή όλων των παρατηρήσεων του δείγματος. Το μαθηματικό σχήμα που προσδιορίζει την τυπική απόκλιση του δείγματος είναι:

$$s = (s^2)^{1/2} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

Στην περίπτωση συμμετρικά κατανομημένου δείγματος. Με βάση τον εμπειρικό κανόνα προκύπτει ότι το διάστημα:

$(-s, +s)$ περιλαμβάνει περίπου το 68% των δεδομένων

$(-2s, +2s)$ περιλαμβάνει περίπου το 95% των δεδομένων

$(-3s, +3s)$ περιλαμβάνει περίπου το 99% των δεδομένων

Συνδιακύμανση δύο μεταβλητών: μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων.

$$Cov(X, Y) = \left[\frac{1}{n-1} \right] \sum_{i=1}^n [(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]$$

Τα μέτρα αξιοπιστίας:

Επίπεδο εμπιστοσύνης: το ποσοστό των περιπτώσεων που μια εκτίμηση είναι σωστή

Επίπεδο σημαντικότητας: το ποσοστό των φορών που ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο.

3.3 Βασικές Κατανομές

Για τη μελέτη των στατιστικών μεγεθών, στην επιστήμη της στατιστικής αναφέρεται η μορφή της κατανομής ως ένα μέσο μελέτης. Εν συνεχεία, αναφέρονται οι κυριότερες στατιστικές κατανομές, όπως:

Κανονική Κατανομή

Πρόκειται για μια από τις σημαντικότερες κατανομές πιθανοτήτων που αφορά κυρίως συνεχείς μεταβλητές όπως είναι αυτή της κανονικής κατανομής αλλιώς η κατανομή του Γκάους. Θεωρείται ότι μια συνεχής τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί την κανονική κατανομή που έχει παραμέτρους μ, σ οι οποίες είναι από το $-\infty, +\infty$ και έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας ως εξής:

$$f(x) = \left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{1/2}} \right) e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

Κατανομή Poisson

Αυτή η κατανομή εφαρμόζεται συχνότερα σε διακριτές μεταβλητές. Αντίστοιχα μια τυχαία μεταβλητή X θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο λ θετική και με τη συνάρτηση:

$$f(x) = \frac{\mu^x * e^{-\mu}}{x!}$$

Όπου $\chi=0,1,2,3,\dots$ Και $\chi!=\chi(\chi-1)*\dots*3*2*1$

Η μέση τιμή καθώς και η διασπορά Poisson είναι $E\{x\}=\mu$ και $\sigma^2\{x\}=\mu$ και ισούνται μεταξύ τους. Η κατανομή αυτή αναφέρεται σε γεγονότα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό ή χωρικό διάστημα. Γενικώς, ένας αριθμός X (τυχαία μεταβλητή) στο χρονικό ή χωρικό διάστημα t υπακούει στην κατανομή Poisson αν:

Ο συντελεστής λ είναι σταθερός στο χρόνο

Οι αριθμοί των συμβάντων σε ξένα διαστήματα είναι ανεξάρτητα ενδεχόμενα.

Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

Μια αρκετά σημαντική κατανομή που εφαρμόζεται ιδιαίτερα στον τομέα της οδικής ασφάλειας είναι η αρνητική διωνυμική κατανομή. Η εφαρμογή της είναι κατάλληλη για περιπτώσεις όπου η διακύμανση των δεδομένων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή.

Το φαινόμενο αυτό εντοπίζεται σε φαινόμενα με περιοδικές διακυμάνσεις, όπως, για παράδειγμα, ο αριθμός των αφίξεων οχημάτων ανά μικρά χρονικά διαστήματα μετά από έναν φωτεινό σηματοδότη.

Θεωρείται ότι μια τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με παραμέτρους k, p όπου k : θετικός ακέραιος αριθμός και $0 < p < 1$ και έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας ως εξής:

$$P(x) = \binom{x+k-1}{x} p^k (1-p)^x$$

Όπου $x = 0, 1, 2, 3, \dots$

3.4 Μαθηματικά Πρότυπα

Πρόκειται για τη διαδικασία με την οποία στη στατιστική αναλύεται η σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, προκειμένου να είναι δυνατή η πρόβλεψη της μιας από τις άλλες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis). Οι μεταβλητές διακρίνονται σε δύο τύπους, η **εξαρτημένη μεταβλητή** αποτελεί εκείνη της οποίας η τιμή επιδιώκεται να προβλεφθεί και η **ανεξάρτητη μεταβλητή** είναι αυτή που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Το σύνολο των ανεξάρτητων μεταβλητών δεν έχει επιλεγεί αυθαίρετα, αλλά συνδέονται με την εξαρτημένη μεταβλητή. Ο απώτερος στόχος είναι η δημιουργία εξίσωσης μέσα από τα μαθηματικά μοντέλα που περιγράφουν τη σχέση της ανεξάρτητης μεταβλητής με την εξαρτημένη μεταβλητή.

3.4.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Η **γραμμική παλινδρόμηση** χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό τη συνάρτηση χρησιμότητας ενός γεγονότος ως προς τους παράγοντες που το επηρεάζουν, καταλήγοντας σε μια γραμμική τελική εξίσωση. Κατόπιν είναι δυνατός ο υπολογισμός της πιθανότητας εμφάνισης ενός συγκεκριμένου γεγονότος.

Στο παρόν μαθηματικό μοντέλο, η εκτίμηση των παραμέτρων γίνεται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, στην οποία είναι το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών ανάμεσα στις υπολογιζόμενες και τις παρατηρούμενες τιμές, θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες.

Απαραίτητος όρος για να λειτουργήσει το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης είναι ότι η **εξαρτημένη μεταβλητή** πρέπει να είναι συνεχής και ακολουθεί την κανονική κατανομή.

3.4.2 Πιθανοτική Ανάλυση

Χρησιμοποιείται το **μοντέλο Probit analysis - πιθανοτικής** ανάλυσης στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει διακριτές ή συνεχείς τιμές. Όπως επίσης, με το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης, το μοντέλο της γραμμικής σχέσης της

συνάρτησης χρησιμότητας και της συνάρτησης πιθανότητας υπολογίζεται με παρόμοιο τρόπο.

Για να εφαρμοστεί το παραπάνω μοντέλο, πρέπει να πραγματοποιηθούν τα επόμενα: Μετασχηματισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών ως πιθανότητες με τιμές από το 0 έως το 1, ενώ παράλληλα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τη διατήρηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών σε σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή.

Λόγω της **πολυπλοκότητας** της χρήσης του πιθανοτικού μοντέλου ανάλυσης, αποφασίστηκε να μην εφαρμοστεί στην παρούσα διπλωματική εργασία.

3.4.3 Λογιστική Παλινδρόμηση

Το στατιστικό μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) εφαρμόζεται σε περιπτώσεις στις οποίες η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει διακριτές τιμές, όπως στην προκειμένη έρευνα. Εντοπίζεται σε συγκοινωνιακές έρευνες στις οποίες ο στόχος είναι να προβλεφθεί η επίδραση ορισμένων ανεξάρτητων μεταβλητών ενός γεγονότος, μέσω ενός μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης.

Ο στόχος του μοντέλου στην παρούσα Διπλωματική Εργασία είναι να υπολογιστεί η πιθανότητα επιλογής ενός τις τρεις διαδρομές και να παρουσιάσει πώς και σε τι βαθμό οι ανεξάρτητες μεταβλητές επηρεάζουν τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Στη λογιστική παλινδρόμηση η **εξαρτημένη μεταβλητή** είναι κατηγορική και δίτιμη. Για αυτήν εξετάζουμε την πιθανότητα (τα ποσοστά) εμφάνισης των δύο κατηγοριών σε σχέση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές -παράγοντες. Επειδή σκοπός είναι να εκτιμηθεί η πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβάντος, συνεπάγεται ότι οι τιμές που θα πρέπει να προκύπτουν από το γραμμικό υπόδειγμα περιέχονται στο διάστημα $[0,1]$.

Για τον λόγο αυτό υποθέτουμε ότι η μεταβλητή ακολουθεί διωνυμική κατανομή και ότι η σύνδεση της πιθανότητας εμφάνισης του γεγονότος p_i συνδέεται με το γραμμικό υπόδειγμα μέσω της link function:

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

Όπου:

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)$$

Ο λογάριθμος του λόγου σχετικής πιθανότητας. Απολογαριθμίζοντας προκύπτει ότι η πιθανότητα της κατηγορίας της εξαρτημένης μεταβλητής θα είναι:

$$p_i = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}$$

Στο μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης η εκτίμηση των συντελεστών πραγματοποιείται με τη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood method) αντί της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων.

Η ερμηνεία τους, όμως, δεν προκύπτει με τον ίδιο τρόπο όπως στη γραμμική παλινδρόμησης, και θα πρέπει να γίνει τροποποίηση, ώστε να εκφραστούν με την κατάλληλη μορφή, δηλ. e^{β} . Τα περισσότερα προγράμματα στον πίνακα των συντελεστών εμφανίζουν και την σχέση e^{β} . Κάθε συντελεστής εκφράζει τη μεταβολή του λογαρίθμου της σχετικής πιθανότητας για μια μονάδα αύξησης της ανεξάρτητης μεταβλητής

Το στατιστικό μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν δύο εναλλακτικές επιλογές με την ανάπτυξη διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης (binary model), αλλά και στην περίπτωση όπου υπάρχουν περισσότερες από δύο ενδεχόμενες επιλογές γίνεται με το πολυωνυμικό μοντέλο πρόβλεψης (multinomial model).

Ως συνάρτηση χρησιμότητας για τη λογιστική παλινδρόμηση ορίζεται η σχέση :

$$U_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

Όπου

U_i : η συνάρτηση χρησιμότητας του συμβάντος i

$x_1 \dots x_n$: οι αυτόνομες μεταβλητές του προβλήματος

a_0 : ο σταθερός όρος που αντιπροσωπεύει την επιρροή των παραγόντων που δεν περιλαμβάνονται στο μαθηματικό μοντέλο

$a_1 \dots a_n$: οι συντελεστές των μεταβλητών

Η σχέση με την οποία υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης του γεγονότος i είναι :

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{1 + e^{U_i}}$$

Συνεπώς, η πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί το ενδεχόμενο i είναι από το αποτέλεσμα $1 - P_i$.

Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας συναντάται η έννοια του λόγου των πιθανοτήτων. Πρόκειται για ένα κλάσμα που στον αριθμητή είναι η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός ενώ στον παρονομαστή είναι η πιθανότητα να μην συμβεί. Όπως προαναφέρθηκε, εάν P είναι η πιθανότητα να συμβεί ένα γεγονός και $1-P$ είναι η πιθανότητα να μην συμβεί τότε ο λόγος των πιθανοτήτων δίνεται ως εξής :

Η λογαριθμική μορφή του λόγου αυτού που χρησιμοποιείται συχνότερα δίνεται από τη σχέση:

$$\text{logit}(P) = \log_e \frac{P}{1-P} = \beta_0 + \beta_1 \chi_1 + \dots + \beta_n \chi_n$$

Όταν οι πιθανότητες > 1 , τότε οι πιθανότητες αυξάνονται.

Όταν οι πιθανότητες είναι < 1 , τότε οι πιθανότητες μειώνονται.

3.5 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης

Με δύο τρόπους μπορεί να γίνει καταγραφή της συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών ενός δείγματος που επιλέγεται για να λάβει μέρος σε μια έρευνα.

Μια από τις πιο συνηθισμένες **μεθόδους συλλογής δεδομένων**, χάρη στην απλότητά του, είναι αυτή του ερωτηματολογίου. Αυτό μπορεί να αποτελείται από διάφορους τύπους. Για παράδειγμα μπορεί να είναι σε ηλεκτρονική μορφή ή έντυπη, να περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ερωτήσεων και κατάλληλων διατυπώσεων σε συνάρτηση με τους σκοπούς που έχει θέσει ο ερευνητής.

Ως **πρώτη τεχνική καταγραφής** των απόψεων του κοινού χρησιμοποιείται η **μέθοδος των δηλωμένων προτιμήσεων**. Μέσω αυτής της μεθόδου, καταγράφονται οι προτιμήσεις από ένα δείγμα του πληθυσμού για κάποιο θέμα που ενδιαφέρει τον ερευνητή. Προκειμένου να αναλυθούν οι προτιμήσεις του δείγματος, χρησιμοποιούνται κατάλληλα μαθηματικά μοντέλα. Η μέθοδος είναι καταλληλότερη για καταστάσεις που δεν αποτελούν παρόν θέμα, αλλά είναι πιθανό να αποτελέσουν και να προκύψουν στο μέλλον.

Η **δεύτερη τεχνική** για τη συγκέντρωση στοιχείων σχετικά με ένα θέμα που έχει τεθεί ονομάζεται **μέθοδος της αποκαλυπτόμενης προτίμησης**. Η ειδοποιός διαφορά αυτής της μεθόδου είναι το γεγονός ότι καταγράφονται οι συμπεριφορές των στάσεων του κοινού απέναντι σε εναλλακτικές επιλογές που έχουν ήδη εφαρμοστεί και για το λόγο αυτό προτιμάται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου στόχος είναι η εξαγωγή μοντέλων της ζήτησης.

Ωστόσο, η μέθοδος αυτή σε ορισμένες περιπτώσεις βρίσκεται σε μειονεκτική θέση.

- Είναι δυνατόν να υπάρχει υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στις κύριες μεταβλητές καθιστώντας τη συνέχιση της ανάλυσης ανενεργή
- Δυσκολία εξέτασης όλων των μεταβλητών που εισάγονται στην έρευνα εξαιτίας της περιορισμένης ευελιξίας των δεδομένων
- Επίσης, δεν ισχύει για καταστάσεις που δεν βρίσκονται στο προσκήνιο στο παρόντα χρόνο

Από την άλλη πλευρά, η Μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποιο συχνά διότι:

- Επιτρέπει την τοποθέτηση ενός ευρέος φάσματος μεταβλητών στο πεδίο της έρευνας
- Ο μελετητής καθορίζει τη βάση και τα στοιχεία με τα οποία θα αντιμετωπιστεί το κοινό, με αποτέλεσμα η μέθοδος αυτή να είναι πιο ελεγχόμενη
- Παρουσιάζει χαμηλότερο κόστος, καθώς μέσω της κατάλληλης οργάνωσης των περιεχόμενων, ο ερευνητής εξασφαλίζει καλύτερη κατανόηση για το προφίλ των ερωτηθέντων από τις πολλαπλές απαντήσεις τους

Ωστόσο, χρειάζεται να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις έρευνες που εφαρμόζουν μόνο αυτή την μέθοδο, καθώς είναι πιθανό οι απαντήσεις των ερωτηθέντων να μην αντιστοιχούν στις πραγματικές τους συνήθειες.

3.6 Σύνοψη

Στο πλαίσιο και τους στόχους που περιγράφονται στην παρούσα διπλωματική εργασία διατυπώνονται τα ακόλουθα **συμπεράσματα** σχετικά με τα μαθηματικά μοντέλα ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων:

Στο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης θεωρείται ότι η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει συνεχείς τιμές. Για τον λόγο αυτό δεν θα χρησιμοποιηθεί καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή στην παρούσα διπλωματική εργασία

Η Πιθανοτική ανάλυση απορρίπτεται λόγω της πολυπλοκότητάς της, αν και γενικά πληροί τους ζητούμενους όρους.

Ως εκ τούτου, για την επεξεργασία των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε η λογιστική παλινδρόμηση με τη βοήθεια της οποίας θα γίνει η πρόβλεψη της επιλογή του κοινού.

Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Ήδη, από τα προηγούμενα κεφάλαια έχει αναφερθεί πως ο στόχος της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι να προσφέρει μια αξιολόγηση σχετικά με τα χαρακτηριστικά επιλογής μιας διαδρομής με ηλεκτρικό πατίνι. Παράλληλα, γίνεται μια προσπάθεια **ανάλυσης των παραγόντων** που επηρεάζουν την επιλογή των ερωτηθέντων για την κάθε διαδρομή.

Για να συλλεχθούν τα απαραίτητα στοιχεία εφαρμόστηκε η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης σε ένα δείγμα ατόμων του πληθυσμού, που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο που μοιράστηκε διαδικτυακά με τη βοήθεια του Google Forms.

4.2 Συλλογή δεδομένων

4.2.1 Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε είναι χωρισμένο σε **4 ενότητες** και αποτελείται από **22 ερωτήσεις**, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στο **Παράρτημα Α**. Συνολικά συμπληρώθηκαν **205 ερωτηματολόγια** σε διαδικτυακή μορφή με μέσο όρο συμπλήρωσης τα 7 λεπτά, χρόνος αποδεκτός για τέτοιου είδους έρευνες. Η διαδικασία συλλογής δεδομένων διήρκεσε περίπου οκτώ εβδομάδες, Ιανουάριος - Φεβρουάριος 2022 ενώ στο ερωτηματολόγιο αναφέρθηκε ξεκάθαρα ότι οι πληροφορίες που θα συγκεντρωθούν θα χρησιμοποιηθούν μόνο για επιστημονικούς λόγους.

Στην **πρώτη ενότητα** του ερωτηματολογίου σκιαγραφείται το προφίλ του κοινού όσον αφορά στα **χαρακτηριστικά μετακίνησης**, παραδείγματος χάρη πως μετακινούνται, για πιο λόγο, ποιος είναι ο μέσος χρόνος μια καθημερινής τους μετακίνησης.

Στην **δεύτερη ενότητα** επικεντρώνεται περισσότερο στις **προσωπικές απόψεις** των ερωτηθέντων σχετικά με τα ηλεκτρικά πατίνια. Ζητούνται σύμφωνα με τις απόψεις τους επιλέξουν πόσο σημαντικές θεωρούν κάποιες παραμέτρους ώστε να το επιλέξουν ως μέσω μεταφοράς .

Η **τρίτη ενότητα** είναι το σημαντικότερο μέρος του ερωτηματολογίου από το οποίο θα εξαχθούν τα τελικά συμπεράσματα της έρευνας. Η ενότητα αυτή **περιλαμβάνει 7 διαφορετικά σενάρια** στα οποία ο ερωτώμενος θα πρέπει να επιλέξει μια διαδρομή, μεταξύ **3 παραμέτρων** για κάθε σενάριο (χρόνος, τύπος οδοστρώματος, τύπος οδού). Οι διαθέσιμες διαδρομές είναι Διαδρομή 1, Διαδρομή 2 και Διαδρομή 3.

Στην **τέταρτη ενότητα** οι ερωτήσεις σχετίζονται με τα **δημογραφικά χαρακτηριστικά** του κοινού. Τα στοιχεία που ζητούνται είναι: το φύλο, η ηλικία, επάγγελμα, η οικογενειακή κατάσταση, αριθμός παιδιών και το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα. Αυτά τα στοιχεία βοηθούν στον έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος και στη χρήση τους στο μαθηματικό μοντέλο που θα αναπτυχθεί στη

συνέχεια. Βοηθούν επιπλέον στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες ερωτήσεις

4.2.2 Σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης

Τα σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν στην τρίτη ενότητα του ερωτηματολογίου όπως προαναφέρθηκε βασίστηκαν σε **3 παραμέτρους** που αφορούσαν το χρόνο, το τύπο οδοστρώματος και το τύπο οδού.

Η αλληλουχία των σεναρίων και ο προσεκτικός σχεδιασμός των πινάκων με τα δεδομένα των παραμέτρων, έχουν επιλεγεί κατάλληλα και στοχεύουν στον προβληματισμό των ερωτηθέντων που θα λάβουν μέρος στην έρευνα. Ενδιαφέρει ιδιαίτερα η προσεχτική **αξιολόγηση των δεδομένων** κάθε σεναρίου από τους ερωτηθέντες, αποφεύγοντας μία πιθανή ταχεία και απρόσεχτη συμπλήρωση. Για τον λόγο αυτό κανένα σενάριο δεν είχε προφανή απάντηση και σαν αποτέλεσμα παρατηρήθηκε σε κάθε ερωτηματολόγιο ποικιλία απαντήσεων.

Χαρακτηριστικά	Επίπεδα
Χρόνος	10 15 20
Τύπος οδοστρώματος	Πλακόστρωτο Άσφαλτος
Τύπος οδού	Αστική οδός 50 χλμ./ώρα Ήπια οδός 30 χλμ./ώρα Ποδηλατόδρομος Πεζοδρόμιο

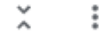
Πίνακας 3 : Δεδομένα των σεναρίων

Πριν τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων το παρακάτω κείμενο παρουσιάζόταν στους συμμετέχοντες:

«Παρακάτω υπάρχουν ερωτήσεις σχετικά με το ποια διαδρομή θα επιλέγατε να κάνετε με το ηλεκτρικό πατίνι. Παρακαλείστε να επιλέξετε μια από τις παρακάτω διαδρομές για κάθε ερώτηση, καθώς η κάθε διαδρομή διαφέρει ως προς το χρόνο, το τύπο του οδοστρώματος αλλά και το τύπο της οδού. »

Στην εικόνα 5 φαίνεται μία ενδεικτική παρουσίαση των σεναρίων, η οποία αποδείχθηκε ότι ήταν αρκετά κατανοητή από το κοινό. Το σύνολο των σεναρίων και ολόκληρο το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε παρατίθεται στο Παράρτημα στο τέλος αυτού του τεύχους.

Σενάριο 5



	Διαδρομή 1	Διαδρομή 2	Διαδρομή 3
Χρόνος	10 λεπτά	15 λεπτά	20 λεπτά
Τύπος οδοστρώματος	Άσφαλτος	Άσφαλτος	Πλακόστρωτο
Τύπος οδού	Αστική οδός (50km/h)	Πεζοδρόμιο	Ποδηλατόδρομος

Ποια διαδρομή θα επιλέγατε για το σενάριο 5: *

- Διαδρομή 1
- Διαδρομή 2
- Διαδρομή 3

Εικόνα 5: Το σενάριο 5 που χρησιμοποιήθηκε στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου

4.2.3 Συλλογή δεδομένων

Η επιστήμη της στατιστικής είναι ένα αρκετά χρήσιμο εργαλείο το οποίο βρήκε εφαρμογή και στην παρούσα Διπλωματική Εργασία. Σκοπός είναι να έχουμε μεγάλο μέγεθος δείγματος, διότι τόσο πιο αξιόπιστα και αντιπροσωπευτικά του πληθυσμού θα είναι τα αποτελέσματα της έρευνας. Στη συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία το μέγεθος του δείγματος κρίθηκε ικανοποιητικό καθώς συγκεντρώθηκαν **205 ερωτηματολόγια**. Το δείγμα θα πρέπει να έχει χαρακτηριστικά που να ταυτίζονται με εκείνα του πληθυσμού από τον οποίο έχει προκύψει, αφού με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η αντιπροσωπευτικότητά του.

Ο πληθυσμός στην παρούσα έρευνα αφορούσε χρήστες αλλά και μη ηλεκτρικών πατινιών, άρα το δείγμα θα πρέπει να περιλαμβάνει άτομα με ποικιλία κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών. Έτσι, στο δημογραφικό κομμάτι του ερωτηματολογίου δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε το δείγμα να αποτελείται από άτομα που ανήκουν σε όσο το δυνατόν διαφορετικές κατηγορίες μεταξύ τους. Στην εικόνα 6 φαίνεται η πρώτη σελίδα του διαδικτυακού ερωτηματολογίου που δημιουργήθηκε με τη βοήθεια της εφαρμογής Google Forms.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Διερεύνηση χαρακτηριστικών επιλογής διαδρομής με ηλεκτρικό πατίνι



Η έρευνα με το παρακάτω ερωτηματολόγιο εκτελείται στο πλαίσιο Διπλωματικής Εργασίας του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, με θέμα τη διερεύνηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την επιλογή διαδρομής με ηλεκτρικό πατίνι.

Οι απαντήσεις θα αναλυθούν από τους ερευνητές και οποιαδήποτε παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα γίνει σε αθροιστική μορφή χωρίς να αποκαλύπτεται η ταυτότητα των ερωτώμενων.

Το ερωτηματολόγιο δεν έχει εμπορικούς σκοπούς και τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν, θα χρησιμοποιηθούν για επιστημονικές έρευνες και εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου περίπου 7 λεπτά

Εικόνα 6: Εικόνα ερωτηματολογίου

4.3 Επεξεργασία στοιχείων

4.3.1 Κωδικοποίηση δεδομένων

Με απώτερο σκοπό την στατιστική ανάλυση με πολυωνυμική και διωνυμική παλινδρόμηση μέσω του προγράμματος **R-Studio**, έπρεπε να προηγηθεί η **κωδικοποίηση** των δεδομένων, για να εισαχθούν στο πρόγραμμα. Για αυτό το λόγο δημιουργήθηκε ένας **πίνακας Excel**, ο οποίος περιλάμβανε σε μία γραμμή όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου σε συμπυγμένη μορφή, καθώς και την κωδικοποίηση όλων των απαντήσεων σε μορφή αριθμών 0 και 1.

Η **πρώτη στήλη** του πίνακα είναι η **“Nr”** η οποία περιλαμβάνει τον αύξοντα αριθμό του κάθε ερωτηθέντα. Για την καλύτερη ανάγνωση μέσω του excel, σε κάθε ερωτηθέντα αντιστοιχούσαν 21 σειρές που αντιπροσωπεύουν τα 7 σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα. Αυτές οι 3 σειρές για κάθε ερωτηθέντα έχουν τα ίδια στοιχεία ανά στήλη με εξαίρεση τις στήλες που αφορούσαν τις απαντήσεις των σεναρίων. Έτσι, για τα 205 άτομα που συμπλήρωσαν ολόκληρο το ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι η στήλη **“Nr”** θα έχει 4305 στοιχεία.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	Nr	Choice	Time	RoadSurfa	ST-Ipia	ST-Astiki	ST-Podilato	ST-Pezodri	StreetType	DailyTrans	License	Reason	AverageTir	Experiencr	Owner	Renter	Suggestion	Cost	Parking	Options	Environme	Noise	Weather	Tr
2	1	FALSE	15	0	1	0	0	0	1	1	4	3	2	1	0	0	1	5	5	4	5	5	3	
3	1	TRUE	20	1	1	0	0	0	1	1	4	3	2	1	0	0	1	5	5	4	5	5	3	
4	1	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	1	4	3	2	1	0	0	1	5	5	4	5	5	3	
5	2	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	1	3	3	4	1	0	0	1	5	5	5	5	5	5	
6	2	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	1	3	3	4	1	0	0	1	5	5	5	5	5	5	
7	2	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	1	3	3	4	1	0	0	1	5	5	5	5	5	5	
8	3	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	8	1	1	2	4	1	0	1	5	4	5	5	5	5	
9	3	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	8	1	1	2	4	1	0	1	5	4	5	5	5	5	
10	3	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	8	1	1	2	4	1	0	1	5	4	5	5	5	5	
11	4	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	1	3	1	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
12	4	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	1	3	1	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
13	4	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	1	3	1	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
14	5	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	8	4	4	3	1	0	0	0	2	5	4	5	5	2	
15	5	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	8	4	4	3	1	0	0	0	2	5	4	5	5	2	
16	5	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	8	4	4	3	1	0	0	0	2	5	4	5	5	2	
17	6	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	1	1	1	4	1	0	0	0	5	5	5	5	5	1	
18	6	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	1	1	1	4	1	0	0	0	5	5	5	5	5	1	
19	6	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	1	1	1	4	1	0	0	0	5	5	5	5	5	1	
20	7	FALSE	15	0	1	0	0	0	1	7	2	4	3	2	0	1	0	3	3	3	1	1	1	
21	7	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	7	2	4	3	2	0	1	0	3	3	3	1	1	1	
22	7	TRUE	15	1	0	0	1	0	3	7	2	4	3	2	0	1	0	3	3	3	1	1	1	
23	8	FALSE	15	0	1	0	0	0	1	1	1	1	2	1	0	0	0	5	5	5	4	4	5	
24	8	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	1	1	1	2	1	0	0	0	5	5	5	4	4	5	
25	8	TRUE	15	1	0	0	1	0	3	1	1	1	2	1	0	0	0	5	5	5	4	4	5	
26	9	FALSE	15	0	1	0	0	0	1	6	3	3	1	2	0	0	1	2	4	3	4	5	5	
27	9	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	6	3	3	1	2	0	0	1	2	4	3	4	5	5	
28	9	TRUE	15	1	0	0	1	0	3	6	3	3	1	2	0	0	1	2	4	3	4	5	5	
29	10	FALSE	15	0	1	0	0	0	1	8	1	3	4	3	0	1	1	4	5	3	5	5	5	
30	10	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	8	1	3	4	3	0	1	1	4	5	3	5	5	5	
31	10	TRUE	15	1	0	0	1	0	3	8	1	3	4	3	0	1	1	4	5	3	5	5	5	
32	11	FALSE	15	0	1	0	0	0	1	1	3	1	4	2	0	1	1	5	5	5	3	5	5	

Εικόνα 7: Μέρος του πίνακα Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio

Η πρώτη γραμμή περιέχει διαδοχικά τις παρακάτω στήλες:

- Nr: ο αύξων αριθμός των ερωτηθέντων
- Choice: η επιλογή των ερωτηθέντων, το TRUE είναι όταν έχουν επιλέξει την διαδρομή και FALSE αντίστοιχα οι διαδρομές που δεν επέλεξε.
- Time: οι χρόνοι που έχουμε σε κάθε μια διαδρομή 10, 15 και 20 αντίστοιχα
- RoadSurface: Άσφαλτος = 0 , Πλακόστρωτο = 1
- ST-Ipia, ST-Astiki, ST-Podilato, ST-Pezodromos: οι τιμές της μεταβλητής για τον τύπο οδού

- StreetType, DailyTransportation, License ...: η κωδικοποίηση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου

Σχετικά με την κωδικοποίηση των απαντήσεων έχουν ακολουθηθεί οι επόμενοι κανόνες:

- Στις ερωτήσεις όπου οι πιθανές απαντήσεις ήταν Ναι ή Όχι, στο Excel εμφανίζονται ως Όχι = 0 και Ναι = 1.
- Στις ερωτήσεις όπου οι πιθανές απαντήσεις ήταν πάνω από δύο, τότε η πρώτη απάντηση αντιστοιχεί στον αριθμό 1, η δεύτερη στον αριθμό 2, κ.λ.π.

Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή μεθοδολογιών και αποτελέσματα

5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναλυθεί η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, και θα γίνει και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας.

Αφού έγινε η συλλογή και η επεξεργασία των αποτελεσμάτων στο πρόγραμμα excel, έγινε η **στατιστική επεξεργασία** πατώντας πάνω στη μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης η οποία αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3. Για την περιγραφή των σεναρίων χρησιμοποιήθηκε το **πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο**. Έπειτα παρουσιάζετε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων τα οποία προέκυψαν από επαναλήψεις, με περισσότερη προσοχή κυρίως στους στατιστικούς ελέγχους, διότι οι έλεγχοι είναι αυτοί που θα κρίνουν αν θα γίνει αποδεχτό ή θα απορριφθεί το κάθε μοντέλο.

Τέλος, παρατίθενται τα **αποτελέσματα** που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθοδολογίας, ερμηνεύονται και σχολιάζονται με βάση τους στόχους της διπλωματικής εργασίας

5.2 Περιγραφική ανάλυση

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα σημαντικότερα στατιστικά στοιχεία που προέκυψαν από την έρευνα μέσω του ερωτηματολογίου. Απεικονίζονται σε μορφή πίτ και διαγραμμάτων για καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς του δείγματος.

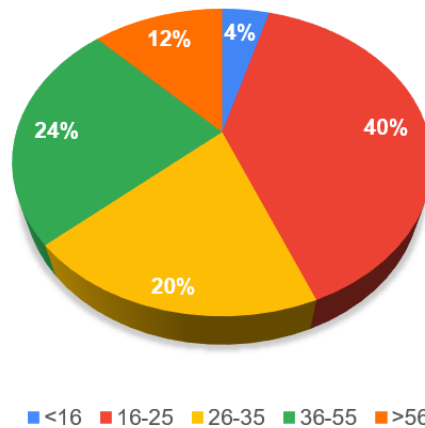
Στα παρακάτω γραφήματα φαίνονται τα **δημογραφικά χαρακτηριστικά** του δείγματος:



Εικόνα 8: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος όσο αφορά το φύλο

Στη παραπάνω εικόνα βλέπουμε το γράφημα για την **κατανομή του φύλου** από το δείγμα που έχουμε πάρει από το ερωτηματολόγιο. Δεν είναι άρτια κατανεμημένο (50-50) καθώς το ποσοστό των γυναικών είναι 4% περισσότερο από των ανδρών.

Ηλικία



Εικόνα 9: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος όσο αφορά την ηλικία

Στη παραπάνω εικόνα βλέπουμε το γράφημα για την **κατανομή της ηλικίας** με βάση τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου. Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος που απάντησε το ερωτηματολόγιο είναι της ηλικιακής ομάδας 16-25 ετών και η μικρότερη ηλικιακή ομάδα είναι η κάτω των 16 (<16).

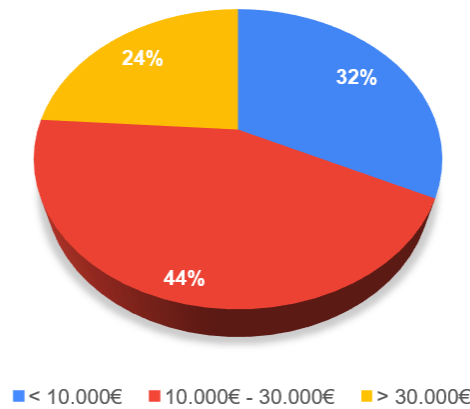
Επάγγελμα



Εικόνα 10: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος όσο αφορά το επάγγελμα

Στη παραπάνω εικόνα βλέπουμε το γράφημα που αφορά την **επαγγελματική κατάσταση** των ερωτηθέντων. Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό είναι Δημόσιοι / Ιδιωτικοί υπάλληλοι, το αμέσως επόμενο ποσοστό είναι οι φοιτητές και το μικρότερο ποσοστό είναι οι συνταξιούχοι.

Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα

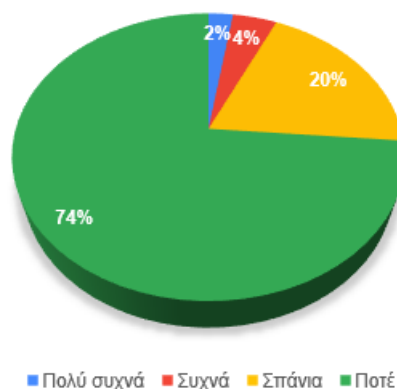


Εικόνα 11: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος όσο αφορά το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα

Στη παραπάνω εικόνα βλέπουμε το γράφημα για το **ετήσιο οικογενειακό εισόδημα** των ερωτηθέντων. Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό το έχει η κατηγορία '10.000€ – 30.000€'.

Ακολουθούν μερικά επιπλέον σημαντικά στατιστικά στοιχεία που προέκυψαν από τη συλλογή των ερωτηματολογίων.

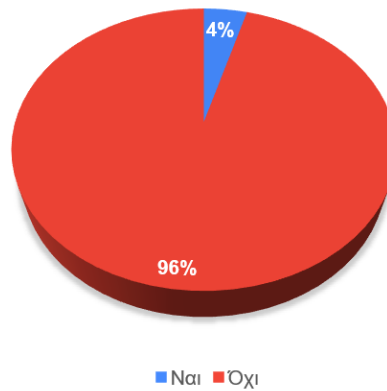
Έχετε χρησιμοποιήσει ηλεκτρικό πατίνι



Εικόνα 12: Χρήση ηλεκτρικού πατινιού

Στη παραπάνω εικόνα βλέπουμε το γράφημα το οποίο μας δείχνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων δεν έχουν χρησιμοποιήσει ηλεκτρικό πατίνι

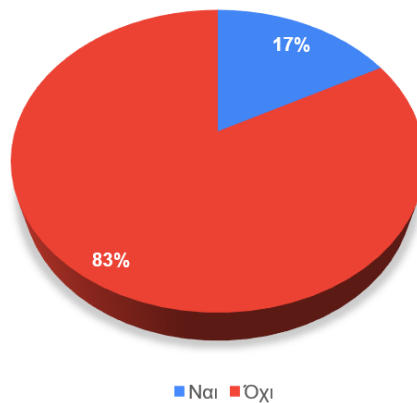
Διαθέτετε δικό σας ηλεκτρικό πατίνι:



Εικόνα 13: Προσωπικό ηλεκτρικό πατίνι

Στη παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ότι από το γράφημα το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων δεν διαθέτουν δικό τους πατίνι.

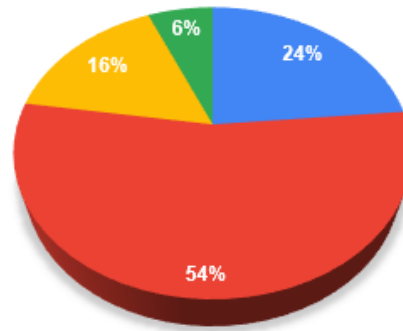
Έχετε νοικιάσει κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι



Εικόνα 14: Ενοικίαση ηλεκτρικού πατινιού

Στη παραπάνω εικόνα βλέπουμε το γράφημα που αφορά την ενοικίαση του ηλεκτρικού πατινιού που παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό είναι αυτό που δεν έχει ενοικιάσει ηλεκτρικό πατίνι.

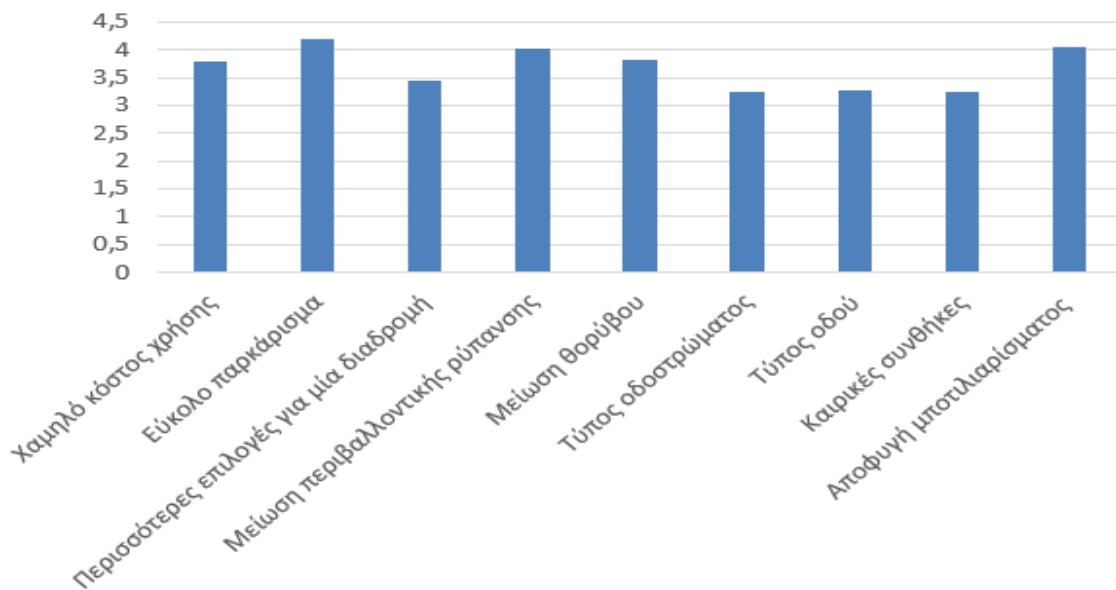
Ποιος είναι ο κύριος λόγος μετακίνησής σας



■ Υποχρεώσεις ■ Διασκέδαση ■ Εργασία ■ Εκπαίδευση

Στη παραπάνω εικόνα βλέπουμε το γράφημα που αφορά το κύριο λόγο μετακίνησης. Παρατηρούμε ότι ο κύριος λόγος είναι η διασκέδαση.

Πόσο σημαντικές θεωρείτε τις παρακάτω παραμέτρους για την επιλογή ηλεκτρικού πατινιού για τις μετακινήσεις σας (1=Καθόλου, 2=Ελάχιστα 3=Μέτρια, 4=Αρκετά 5=Πάρα πολύ)



Εικόνα 15: Απόψεις για τα ηλεκτρονικά σκούτερ

Στη παραπάνω εικόνα βλέπουμε το ιστόγραμμα που αφορά τις απόψεις των ερωτηθέντων για τις παραμέτρους των επιλόγων τους. Παρατηρούμε ότι όλοι οι παράμετροι είναι σημαντικοί με πιο σημαντικούς : εύκολο παρκάρισμα, μείωση περιβαλλοντικής ρύπανσης και αποφυγή μπουρλιαρίσματος.

5.3 Εισαγωγή δεδομένων στο R-Studio

Για την ανάλυση των σεναρίων του ερωτηματολογίου γίνεται με την χρήση του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης και του προγράμματος **R-Studio**.

Το πρώτο βήμα είναι η εισαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα R-Studio, αυτό επιτυγχάνεται με την δημιουργία script, μέσω της εντολής

File ⇨ New file ⇨ R Script

Γίνεται εγκατάσταση της εντολής mlogit από την βιβλιοθήκη του προγράμματος για να γίνει η πολωνυμική λογιστική παλινδρόμηση των στοιχείων που της δίνονται. Στη συνέχεια μέσω της εντολής ‘read_excel’ εισάγεται το αρχείο με τα κωδικοποιημένα δεδομένα του ερωτηματολογίου 0 και 1.

Nr	Choice	Time	RoadSurfa	ST-Ipia	ST-Astiki	ST-Podilat	ST-Pezodr	StreetTyp	DailyTran	License	Reason	AverageTi	Experienc
1	FALSE	15	0	1	0	0	0	1	1	4	3	2	1
1	TRUE	20	1	1	0	0	0	1	1	4	3	2	1
1	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	1	4	3	2	1
2	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	1	3	3	4	1
2	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	1	3	3	4	1
2	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	1	3	3	4	1
3	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	8	1	1	2	4
3	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	8	1	1	2	4
3	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	8	1	1	2	4
4	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	1	3	1	2	1
4	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	1	3	1	2	1
4	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	1	3	1	2	1
5	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	8	4	4	3	1
5	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	8	4	4	3	1
5	FALSE	15	1	0	0	1	0	3	8	4	4	3	1
6	TRUE	15	0	1	0	0	0	1	1	1	1	4	1
6	FALSE	20	1	1	0	0	0	1	1	1	1	4	1

Πίνακας 4: Το σετ δεδομένων RDATA2

5.4 Κώδικας

Στην συνέχεια θα αναλυθούν τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την δημιουργία του κώδικα.

Σε πρώτο βήμα, η εντολή library(mlogit) εισήχθη για να καλέσει το πακέτο mlogit, το οποίο συνδέεται με την εκτίμηση των πολωνυμικών λογιστικών μοντέλων. Παρακάτω είναι η χρήση του library(readxl), η οποία φορτώνει τον συγκεντρωτικό πίνακα excel που προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, στο πρόγραμμα R-Studio.

Η σημαντικότερη εντολή για την εκτέλεση της πολωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης είναι RDATA2 <- dfidx(RDATA, shape = "wide", choice = "Choice", varying = 4:12, sep = "", idx = list(c("Choiceid", "ID")), idnames = c("chid", "alt")), opposite = c("Purchase cost", "Cost of operation", "Autonomy")) με την οποία γίνεται η μετατροπή των δεδομένων του πίνακα RDATA με μια κατάλληλη μορφή σε έναν άλλο πίνακα RDATA2, έτσι ώστε να μπορούν να αναγνωριστούν καλύτερα από το στατιστικό πρόγραμμα και να μπορεί να προχωρήσει την επεξεργασία του.

Αναλυτικότερα:

Με την επιλογή `shape="wide"` το αρχικό σύνολο δεδομένων RDATA μετατρέπεται από μία γραμμή ανά σενάριο (1 γραμμή ανά κατάσταση επιλογής), σε μία γραμμή ανά εναλλακτική επιλογή (1 γραμμή ανά εναλλακτική επιλογή) λαμβάνοντας τον χαρακτηρισμό TRUE ή FALSE ανάλογα με την επιλογή κάθε ερωτώμενου. Αυτό σημαίνει ότι, ενώ το RDATA περιλάμβανε 7 σειρές για τον κάθε ερωτηθέντα, στο RDATA2 περιλαμβάνονται 21 σειρές (3 επιλογές για 7 σενάρια) για την κάθε μία από αυτές.

- Το `choice="Choice"` ορίζει τη μεταβλητή (Choice) που εκφράζει την επιλογή των ερωτηθέντων μεταξύ των τριών διαθέσιμων επιλογών.
- Το `varying=4:12` δείχνει ότι οι μεταβλητές από την 4η έως την 12η στήλη του αρχείου RDATA αποτελούν τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στα σενάρια.
- Το `idx=list(c("Choiceid", "ID"))` προσδιορίζει την μεταβλητή που αντιπροσωπεύει κάθε απάντηση, δηλαδή κάθε ερωτώμενο

5.5 Συνάρτηση χρησιμότητας

Κατόπιν του τελικού μοντέλου που αναλύθηκε παραπάνω, προέκυψε μία συνάρτηση χρησιμότητας για την επιλογή ηλεκτρικού πατινιού. Η συνάρτηση χρησιμότητας και οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο μοντέλο προήλθαν μετά από πολλαπλές δοκιμές προκειμένου να βρεθεί ο κατάλληλος συνδυασμός μεταβλητών, ώστε να είναι στατιστικά σημαντική κάθε μεταβλητή για το μοντέλο.

Με βάση τα παραπάνω η τελική συνάρτηση χρησιμότητας U που προέκυψε είναι η ακόλουθη:

$$U = -0.926 * \text{Πλακόστρωτο} - 1.592 * \text{Αστική οδός} - 1.143 * \text{Ήπια οδός 30 χλμ./ώρα} - 0.331 * \text{Πεζοδρόμιο} + 0.524 * \text{Σκοπός ταξιδιού (διασκέδαση)}$$

Τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται η παραπάνω συνάρτηση είναι:

Ο όρος - 0.926 αποτελεί έναν από τους συντελεστές των μεταβλητών (ο συγκεκριμένος συντελεστής είναι για το πλακόστρωτο)

Πλακόστρωτο: Η μεταβλητή της ασφάλτου για τον τύπο οδοστρώματος

Αστική οδός: Η μεταβλητή της αστικής οδού για τον τύπο οδού

Ήπια οδός 30 χλμ./ώρα: Η μεταβλητή για της ήπιας οδού για τον τύπο οδού

Πεζοδρόμιο: Η μεταβλητή για το πεζοδρόμιο για τον τύπο οδού

Σκοπός ταξιδιού (διασκέδαση): Στην ερώτηση ποιος είναι ο κύριος λόγος μετακίνησής σας, στο 1^ο μέρος του ερωτηματολογίου η δεύτερη επιλογή “Διασκέδαση”.

Η πιθανότητα επιλογής ενός ηλεκτρικού πατινιού ορίζεται ως εξής:

$$P_2 = e^{U^2} / (1 + e^{U^2} + e^{U^3})$$

5.6 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα εκτίμησης της ανάλυσης διακριτής επιλογής παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Παράμετροι	Estimate	P-value
Πλακόστρωτο	-0.926	<0.001
Αστική οδός	-1.592	0.055
Ήπια οδός 30 χλμ./ώρα	-1.143	<0.001
Πεζοδρόμιο	-0.331	0.352
Σκοπός ταξιδιού (διασκέδαση)	0.524	0.000
<i>Number of obs</i>	<i>1435</i>	
<i>AIC</i>	<i>416.58</i>	
<i>LL₀</i>	<i>-1576.51</i>	
<i>LL_{final}</i>	<i>-203.29</i>	

Πίνακας 5: Αποτελέσματα εκτίμησης μοντέλου

Οι επιλεγμένες μεταβλητές επιλέχθηκαν αφού ελήφθησαν υπόψη τα ακόλουθα: υψηλή στατιστική σημασία, χαμηλή συσχέτιση μεταξύ τους και τελική ορθολογική ερμηνεία της επίδρασής τους στην εξαρτημένη μεταβλητή. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι όλες οι παράμετροι δείχνουν το αναμενόμενο πρόσημο και τις εύλογες τιμές. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι βελτιώσεις στα χαρακτηριστικά του δρόμου σε σύγκριση με την αναφορά είναι εκχωρούνται υψηλότερα βοηθητικά προγράμματα για τον χρήστη, ενώ ο χρόνος ταξιδιού έχει αρνητική χρησιμότητα. Για όλα τα υπό εξέταση χαρακτηριστικά διαδρομής, αποδεικνύεται σημαντικός αντίκτυπος στην επιλογή διαδρομής.

Ανεξάρτητη μεταβλητή	Περιγραφή
Πλακόστρωτο	Το οδόστρωμα είναι πλακόστρωτο (αντί για άσφαλτο)
Αστική οδός	Το όριο ταχύτητας είναι 50 km/h

Ήπια οδός 30 χλμ./ώρα

Το όριο ταχύτητας είναι 30 Km/h

Πεζοδρόμιο

Περιοχή για πεζούς

Σκοπός ταξιδιού (διασκέδαση)

Σκοπός του ταξιδιού είναι για διασκέδαση

Πίνακας 6: Περιγραφή των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στα μοντέλα

Τα αποτελέσματα μοντελοποίησης σχετικά με την επιλογή διαδρομής των χρηστών ηλεκτρονικών σκούτερ αποκαλύπτουν ενδιαφέροντα ευρήματα, όλα τα χαρακτηριστικά του ερωτηματολογίου έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στο μοντέλο, καθώς και ο χρόνος του ταξιδιού που είναι αρκετά ενδιαφέρον. Πιο συγκεκριμένα, τόσο η επιφάνεια του δρόμου όσο και ο τύπος του δρόμου έχουν στατιστική σημασία για την μοντέλο που υποδεικνύει ότι είναι οι βασικές μεταβλητές που επηρεάζουν την επιλογή διαδρομής ενός ηλεκτρικού πατινιού.

Επιπλέον, από το υπόλοιπο ερωτηματολόγιο η παράμετρος που βρέθηκε να επηρεάζει είναι ο σκοπός του ταξιδιού που δείχνει ότι το ταξίδι για διασκέδαση έχει θετικό αντίκτυπο στη χρήση ηλεκτρονικών σκούτερ.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη

Σε γενικές γραμμές, ο κλάδος των Μεταφορών βρίσκεται σε μια περίοδο συνεχών και δραστικών αλλαγών που έχουν ως **στόχο** να αλλάξουν ριζικά τους τρόπους μετακίνησης και μεταφοράς άμεσα αλλά και στο μέλλον. Η εισαγωγή της μικροκινητικότητας στην καθημερινότητα των πόλεων και η παροχή εναλλακτικών υπηρεσιών μεταφοράς αποτελεί το βασικό πυλώνα αυτών των αλλαγών.

Σύμφωνα με έρευνες που μελετήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική, η εισαγωγή **νέων τρόπων μεταφοράς** αποτελεί επιτακτική ανάγκη ανά τον κόσμο, καθώς το κυκλοφοριακό χάος στα μεγάλα αστικά κέντρα εξαιτίας της χρήσης των ιδιωτικών οχημάτων είναι ιδιαίτερα επιβλαβές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Επίσης, παρατέθηκαν τα ισχύοντα νομικά πλαίσια σε διάφορες πόλεις του εξωτερικού αλλά και στην Ελλάδα, καθώς επίσης και το είδος των υποδομών που απαιτούνται για την ορθή και ασφαλή χρήση των ηλεκτρικών πατινιών από τους πολίτες.

Η παρούσα Διπλωματική είχε ως στόχο να **αξιολογήσει τα χαρακτηριστικά επιλογής μιας διαδρομής των ηλεκτρικών πατινιών** αλλά και να προσδιορίσει τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του μέσου μεταφοράς τους.

Για να συλλεχθούν τα απαραίτητα στοιχεία που θα οδηγούσαν στην διεξαγωγή **συμπερασμάτων** χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης. Πιο συγκεκριμένα η **συλλογή** πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός κατάλληλα σχεδιασμένου **ερωτηματολογίου** που απαντήθηκε μέσω διαδικτύου με τη βοήθεια του Google Forms. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν επεξεργάστηκαν, και στη συνέχεια κωδικοποιήθηκαν καταλλήλως μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Έπειτα, ακολούθησε η στατιστική ανάλυση του ώστε να παραχθούν τα κατάλληλα **μαθηματικά μοντέλα**, μέσω των οποίων προσδιορίζεται η επιρροή των μεταβλητών του χρόνου, του τύπου οδοστρώματος, του τύπου οδού.

Το μαθηματικό μοντέλο τα οποίο αναπτύχθηκε με τη μέθοδο της **διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** μας έδωσε την παρακάτω συνάρτηση χρησιμότητας U:

$$U = - 0.926 * \text{Πλακόστρωτο} - 1.592 * \text{Αστική οδός} - 1.143 * \text{Ήπια οδός 30 χλμ./ώρα} - 0.331 * \text{Πεζοδρόμιο} + 0.524 * \text{Σκοπός ταξιδιού (διασκέδαση)}$$

6.2 Συμπεράσματα

Συνολικά, η προτεινόμενη **μεθοδολογική προσέγγιση**, αποδείχθηκε ότι βελτιώνει τη γνώση και παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις προτιμήσεις για τα ηλεκτρικά πατίνια, στην επιλογή διαδρομής.

Ένα **πρώτο ενδιαφέρον εύρημα** αναφέρεται στο γεγονός ότι η ώρα του ταξιδιού δεν φαίνεται επηρεάζει σημαντικά την επιλογή διαδρομής. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι τα ηλεκτρονικά σκούτερ καλύπτουν συνήθως μικρά ταξίδια και κυρίως για λόγους διασκέδασης όχι για επαγγελματικούς λόγους. Ως αποτέλεσμα ο χρήστης δεν επηρεάζεται τόσο από τη διάρκεια του ταξιδιού σε σύγκριση με τον άλλο χαρακτηριστικά της έρευνας (δηλαδή οδόστρωμα και τύπος οδού). Κατά συνέπεια, και οι δύο άλλες παράμετροι έχουν σημαντική επίδραση στο μοντέλο επιβεβαιώνοντας την αρχική υπόθεση ότι η επιλογή διαδρομής επηρεάζεται από αυτές.

Πιο συγκεκριμένα, ο ποδηλατόδρομος είναι ο προτιμότερος **τύπος οδού** σε σύγκριση με τους αστικούς δρόμους (50 χλμ./ώρα), τους πεζόδρομους καθώς και δρόμους με όριο ταχύτητας 30 χλμ./ώρα. Ακόμα ο χρήστης της μικροκινητικότητας δεν φαίνεται να αισθάνεται ασφαλής όταν βρίσκεστε σε μικτές συνθήκες κυκλοφορίας, ενώ η αποκλειστική υποδομή ποδηλάτων/ηλεκτρονικών σκούτερ, αναφερόμενη ειδικά σε προστατευμένους ποδηλατόδρομους, υποδεικνύει σταθερές υψηλές ωφέλειες στις υποομάδες και τις διαφορετικές χώρες, υπογραμμίζοντας ότι παρέχουν μοναδικό χώρο για ποδήλατα, είναι αποτελεσματικό στη δημιουργία ελκυστικών χώρων για ποδηλάτες και για χρήστες ηλεκτρονικών σκούτερ.

Τέλος αναφερόμενος στο οδόστρωμα, το πλακόστρωτο δεν προτιμάται από τους χρήστες, δεν είναι τόσο σταθερό ώστε να οδηγεί το ηλεκτρικό πατίνι. Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι πολλοί ποδηλατόδρομοι στην Αθήνα και σε πολλές άλλες ελληνικές πόλεις είναι φτιαγμένοι από πλακόστρωτα.

6.3 Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων

Με βάση τα βασικά ευρήματα που προέκυψαν από την παρούσα Διπλωματική εργασία δίνεται η δυνατότητα να εξαχθούν οι ακόλουθες **πρακτικές συστάσεις** που θα σταθούν χρήσιμες και κρίσιμες τόσο για τους ίδιους τους χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών όσο και για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής για την εισαγωγή της μικροκινητικότητας.

Εν πρώτης, θεωρείται αναγκαία η **δημιουργία ειδικών λωρίδων κυκλοφορίας** για τα ηλεκτρικά πατίνια. Οι συγκριμένες λωρίδες θα μπορούν ταυτόχρονα να χρησιμοποιούνται και από τους χρήστες ποδηλάτου. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύεται σε μεγάλο βαθμό η ασφάλεια των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών, και παράλληλα μειώνεται η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών στα πεζοδρόμια που επέλεξαν οι χρήστες έως τώρα για να μπορούν να αισθάνονται περισσότερο ασφαλείς. Έτσι, δεν θα υπάρχει κίνδυνος ούτε για τους πεζούς αλλά ούτε και για τους αναβάτες των ηλεκτρικών πατινιών.

Επιπλέον, η **εφαρμογή κατάλληλων νομοθετικών ρυθμίσεων** και ορισμού ενός συγκεκριμένου νομοθετικού πλαισίου από τη μεριά της Πολιτείας για τα ηλεκτρικά πατίνια κρίνεται απαραίτητη τόσο για να δημιουργηθεί ένα συγκεκριμένο πλαίσιο λειτουργίας των κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών, όσο και για να ενθαρρύνει τους πολίτες να αφήσουν τα ιδιωτικά οχήματα και να στραφούν στα ηλεκτρικά πατίνια. Έτσι, και οι πολίτες θα αισθάνονται ασφαλείς και τα μεγάλα κέντρα θα αποφορτιστούν σε μεγάλο βαθμό από την κυκλοφοριακή συμφόρηση των δρόμων.

Για όλα τα παραπάνω απαιτείται ένα **ολοκληρωμένο και οργανωμένο σχέδιο δράσης** από την Πολιτεία ώστε να τονιστούν όλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση των ηλεκτρικών πατινιών. Το ηλεκτρικό πατίνι αποτελεί ένα μέσο μεταφοράς με θετικές συνέπειες στον άνθρωπο, στο περιβάλλον και γενικότερα στον αστικό χώρο. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποτελέσει κίνητρο για τους πολίτες, εφόσον η Πολιτεία ρυθμίσει όλα εκείνα που απαιτούνται για την ορθή και ασφαλή χρήση του στους δρόμους της Αθήνας και εν συνεχεία όλων των μεγάλων αστικών κέντρων. Ειδικά στο κέντρο της Αθήνας που δεν υπάρχουν χώροι στάθμευσης, τα ηλεκτρικά πατίνια μπορούν να προσφέρουν μεγάλη αποσυμφόρηση.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Μελλοντικές μελέτες σχετικά με τα ηλεκτρικά πατίνια θα μπορούσαν να αφοσιωθούν σε ένα μεγαλύτερο δείγμα του πληθυσμού, κυρίως σε χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών έτσι ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη διασπορά παρατηρήσεων και έτσι να προκύψουν ακόμα πιο εμφανή συμπεράσματα για την χρήση των ηλεκτρικών πατινιών, τα χαρακτηριστικά επιλογής μιας διαδρομής από τους χρήστες αλλά και προτάσεις βελτίωσης τόσο των υποδομών και της νομοθεσίας.

Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία

Oeschger, G., Carroll, P., Caulfield, B.: Micromobility and public transport integration: The current state of knowledge, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 89 (2020)

Zhang, W., Buehler, R., Broaddus, A., Sweeney, T.. What type of infrastructures do e-scooter riders prefer? A route choice model. *Transportation research part D: transport and environment*, 94 (2021)

afiso, S., Di Graziano, A., Marchetta, V., & Pappalardo, G.: Urban Road Pavements Monitoring and Assessment using Bike and E-scooter as probe vehicles. *Case Studies in Construction Materials*, (2022)

Fang, K., Agrawal, A., Hooper, A.: How and where should I ride this thing?“Rules of the road” for personal transportation devices (2019) Fang, K., Handy, S.: Skateboarding for transportation: exploring the factors behind an unconventional mode choice among university skateboard commuters, *Transportation* 46(1) (2017)

Degele, J., Gorr, A., Haas, K., Kormann, D., Krauss, S., Lipinski, P., Tenbih, M., Koppenhoefer, C., Fauser, J., Hertweck, D.:. Identifying E-scooter sharing customer segments using clustering. *IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*: 1–8 June (2018)

Chan, N., Shaheen, S.: Ridesharing in North America: past, present, and future, *Transport Review*, 32, 93-112 (2012)

Hollingsworth, J., Copeland, B., Johnson, J.: Are e-scooters polluters? The environmental impacts of shared dockless electric scooters. *Environmental Research Letters*, 14(8), (2019)

.Hardt, C., Bogenberger, K.: Usage of e-Scooters in Urban Environments, *Transportation Research Procedia*, 37 (2019)

Fang, K., Handy, S.: Skateboarding for transportation: exploring the factors behind an unconventional mode choice among university skateboard commuters, *Transportation* 46(1) (2017)

Smith, C. , Schwieterman, J. E-scooter scenarios: evaluating the potential mobility benefits of shared dockless scooters in Chicago (2018)

Shunhua, B., Jiao, J.: From shared micro-mobility to shared responsibility: Using crowdsourcing to understand dockless vehicle violations in Austin, Texas, *Journal of Urban Affairs* (2020)

HARDT, Cornelius; BOGENBERGER, Klaus. Usage of e-scooters in urban environments. *Transportation research procedia*, 2019, 37: 155-162.

CAFISO, Salvatore, et al. Urban road pavements monitoring and assessment using bike and e-scooter as probe vehicles. *Case Studies in Construction Materials*, 2022, 16: e00889.

ZHANG, Wenwen, et al. What type of infrastructures do e-scooter riders prefer? A route choice model. *Transportation research part D: transport and environment*, 2021, 94: 102761.

ZUNIGA-GARCIA, Natalia, et al. E-scooters in urban infrastructure: Understanding sidewalk, bike lane, and roadway usage from trajectory data. *Case studies on transport policy*, 2021, 9.3: 983-994.

NIKIFORIADIS, Andreas, et al. Analysis of attitudes and engagement of shared e-scooter users. *Transportation research part D: transport and environment*, 2021, 94: 102790.

LAA, Barbara; LETH, Ulrich. Survey of E-scooter users in Vienna: Who they are and how they ride. *Journal of transport geography*, 2020, 89: 102874.

AGUILERA-GARCÍA, Álvaro; GOMEZ, Juan; SOBRINO, Natalia. Exploring the adoption of moped scooter-sharing systems in Spanish urban areas. *Cities*, 2020, 96: 102424.

GÖSSLING, Stefan. Integrating e-scooters in urban transportation: Problems, policies, and the prospect of system change. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2020, 79: 102230.



Παραρτήματα

Παράρτημα - Ερωτηματολόγιο

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Διερεύνηση χαρακτηριστικών επιλογής διαδρομής με
ηλεκτρικό πατίνι



Η έρευνα με το παρακάτω ερωτηματολόγιο εκτελείται στο πλαίσιο Διπλωματικής Εργασίας του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, με θέμα τη διερεύνηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την επιλογή διαδρομής με ηλεκτρικό πατίνι.

Οι απαντήσεις θα αναλυθούν από τους ερευνητές και οποιαδήποτε παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα γίνει σε αθροιστική μορφή χωρίς να αποκαλύπτεται η ταυτότητα των ερωτώμενων.

Το ερωτηματολόγιο δεν έχει εμπορικούς σκοπούς και τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν, θα χρησιμοποιηθούν για επιστημονικές έρευνες και εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου περίπου 7 λεπτά

A. Χαρακτηριστικά μετακίνησης

A.1 Ποια είναι η κύρια επιλογή σας για τις καθημερινές σας μετακινήσεις;

- Αυτοκίνητο
- Περπάτημα
- Ποδήλατο
- Ηλεκτρικό πατίνι
- Μηχανή
- Λεωφορείο
- Μετρό / Ηλεκτρικός
- Προαστιακός

A.2 Έχετε δίπλωμα οδήγησης;

- Ναι
- Όχι

A.4 Ποιος είναι ο κύριος λόγος μετακίνησής σας;

- Εργασία
- Εκπαίδευση
- Διασκέδαση
- Προσωπικές υποχρεώσεις

A.5 Ποιος είναι ο μέσος χρόνος μιας καθημερινής σας διαδρομής σε λεπτά;

- <15
- 16 - 30
- 31 - 60
- >60

B. Απόψεις για τα ηλεκτρικά πατίνια

B.1 Διαθέτετε δικό σας ηλεκτρικό πατίνι;

- Ναι
- Όχι

B.2 Έχετε χρησιμοποιήσει ηλεκτρικό πατίνι;

- Ποτέ
- Σπάνια
- Συχνά
- Πολύ συχνά

B.3 Έχετε νοικιάσει κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι

- Ναι
- Όχι

B.6 Πόσο σημαντικές θεωρείτε τις παρακάτω παραμέτρους για την επιλογή ηλεκτρικού πατινιού για τις μετακινήσεις σας (1=Καθόλου, 2=Ελάχιστα 3=Μέτρια, 4=Αρκετά 5=Πάρα πολύ)

	1	2	3	4	5
1. Χαμηλό κόστος χρήσης					
2. Εύκολο παρκάρισμα					
3. Περισσότερες επιλογές για μία διαδρομή					
4. Μείωση περιβαλλοντικής ρύπανσης					
5. Μείωση θορύβου					
6. Τύπος οδοστρώματος					
7. Τύπος οδού					
8. Καιρικές συνθήκες					
9. Αποφυγή μποτιλιαρίσματος					

Γ. Επιλογή διαδρομής

Παρακάτω υπάρχουν ερωτήσεις σχετικά με το ποια διαδρομή θα επιλέγατε να κάνετε με το ηλεκτρικό πατίνι. Παρακαλείστε να επιλέξετε μια από τις παρακάτω διαδρομές για κάθε ερώτηση, καθώς η κάθε διαδρομή διαφέρει ως προς το χρόνο, το τύπο του οδοστρώματος αλλά και το τύπο της οδού.

Σενάριο 1ο

	Δ1	Δ2	Δ3
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	15	20	15
Τύπος οδοστρώματος	Άσφαλτος	Πλακόστρωτο	Πλακόστρωτο
Τύπος οδού	Ήπια οδός (30km/h)	Ήπια οδός (30km/h)	Ποδηλατόδρομος

Σενάριο 2ο

	Δ1	Δ2	Δ3
Χρόνος (λεπτά)	20	10	15
Τύπος οδοστρώματος	Πλακόστρωτο	Άσφαλτος	Άσφαλτος
Τύπος οδού	Ήπια οδός (30km/h)	Αστική οδός (50km/h)	Πεζοδρόμιο

Σενάριο 3ο

	Δ1	Δ2	Δ3
Χρόνος (λεπτά)	20	15	10
Τύπος οδοστρώματος	Πλακόστρωτο	Άσφαλτος	Πλακόστρωτο
Τύπος οδού	Πεζοδρόμιο	Ποδηλατόδρομος	Ποδηλατόδρομος

Σενάριο 4ο

	Δ1	Δ2	Δ3
Χρόνος (λεπτά)	15	10	15
Τύπος οδοστρώματος	Άσφαλτος	Πλακόστρωτο	Πλακόστρωτο
Τύπος οδού	Πεζοδρόμιο	Ήπια οδός (30km/h)	Ποδηλατόδρομος

Σενάριο 5^ο

	Δ1	Δ2	Δ3
Χρόνος (λεπτά)	10	15	20
Τύπος οδοστρώματος	Άσφαλτος	Άσφαλτος	Πλακόστρωτο
Τύπος οδού	Ποδηλατόδρομος	Ήπια οδός (30km/h)	Αστική οδός (50km/h)

Σενάριο 6^ο

	Δ1	Δ2	Δ3
Χρόνος (λεπτά)	10	15	15
Τύπος οδοστρώματος	Άσφαλτος	Πλακόστρωτο	Άσφαλτος
Τύπος οδού	Ποδηλατόδρομος	Ποδηλατόδρομος	Πεζοδρόμιο

Σενάριο 7^ο

	Δ1	Δ2	Δ3
Χρόνος (λεπτά)	15	15	20
Τύπος οδοστρώματος	Άσφαλτος	Άσφαλτος	Πλακόστρωτο
Τύπος οδού	Ήπια οδός (30km/h)	Πεζοδρόμιο	Πεζοδρόμιο

Δ. Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Δ.1 Φύλο:

- Άνδρας
- Γυναίκα

Δ.2 Ηλικία:

- < 16
- 16 – 25
- 26 – 35
- 36 – 55
- > 56

Δ.3 Επάγγελμα:

- Φοιτητής
- Δημόσιος / Ιδιωτικός υπάλληλος
- Ελεύθερος επαγγελματίας
- Άνεργος
- Συνταξιούχος
- Άλλο

Δ.4 Οικογενειακή κατάσταση:

- Ανύπαντρος
- Παντρεμένος
- Άλλο

Δ.5 Αριθμός παιδιών:

- 0
- 1
- 2
- 3
- > 3

Δ.6 Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα

- < 10.000 €
- 10.000 € – 30.000 €
- > 30.000 €