



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

Διπλωματική Εργασία

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΘΥΜΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΜΙΚΡΟΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Σόρκου Θεοδώρα

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Κεπαπτσόγλου, (Αναπληρωτής Καθηγητής)

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΗΣ**



Αθήνα, Οκτώβριος 2022



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
DEP. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING

Diploma Thesis

**EXPLORING THE WILLINGNESS TO USE AND PRICING
SCHEMES OF MICROMOBILITY SERVICES IN URBAN AREAS**
A DIPLOMA THESIS



Sorkou Theodora

Supervisor: Konstantinos Kepartsoglou, (Associate Professor)

**LABORATORY OF
TRANSPORTATION ENGINEERING**



Athens, October 2022

ΔΗΛΩΣΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

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

Σόρκου Θεοδώρα

30/10/2022

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας σηματοδοτείται το τέλος της περιόδου φοίτησής μου στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, στην Αθήνα. Στη διάρκεια της περιόδου αυτής γνώρισα και συνεργάστηκα με υπέροχους ανθρώπους, συμφοιτητές και καθηγητές, που αποτέλεσαν σημείο αναφοράς για μένα.

Αισθάνομαι την ανάγκη, λοιπόν, να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Κωνσταντίνο Κεπαπτσόγλου, Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π., για την ανάθεση του πρωτότυπου θέματος της παρούσας ερευνητικής μελέτης, την επίβλεψη και τις πολύτιμες συμβουλές του σε όλα τα στάδια της εκπόνησής της, καθώς και για την εξαιρετική συνεργασία μας.

Παράλληλα, οφείλω ένα θερμό ευχαριστώ στον κ. Παναγιώτη Τζούρα, Ερευνητή του Ε.Μ.Π., για τη στήριξη που μου προσέφερε με αμέριστη υπομονή και ενδιαφέρον, την καθοριστική συμβολή του στην ολοκλήρωση της εργασίας, καθώς και για το εξαιρετικό κλίμα συνεργασίας που διαμόρφωσε.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου και ιδιαίτερα στη μητέρα μου και στον πατέρα μου για την αγάπη, τα εφόδια, την εμπιστοσύνη και τη συνεχή στήριξή τους, καθώς επίσης και στους φίλους μου για τη συμπαράστασή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και, ιδιαιτέρως, στον Αποστόλη Πυργιώτη και την Ειρήνη Σιδέρη για την πολύτιμη βοήθειά τους.

Σόρκου Θεοδώρα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία πέντε χρόνια, μία εκθετική αύξηση έχει παρατηρηθεί στην ανάπτυξη υπηρεσιών κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών. Οι υπηρεσίες αυτές, βασίζονται στην ευελιξία του συγκεκριμένου μέσου μετακίνησης, καθώς εξυπηρετεί τη γρήγορη πρόσβαση σε πυκνές αστικές περιοχές. Αυτό το σημαντικό πλεονέκτημα είναι ταυτόχρονα και το κύριο μειονέκτημα του, καθώς αυτή η διπλή συμπεριφορά (από όχημα σε πεζό) μπορεί να προκαλέσει περίπλοκες και μη ασφαλείς αλληλεπιδράσεις στην κυκλοφορία τους. Βέβαια, η άνεση και συνεπώς η ελκυστικότητα αυτών των υπηρεσιών, σε σύγκριση με άλλα μέσα μετακίνησης, επηρεάζεται από το αστικό οδικό περιβάλλον, το οποίο στις σύγχρονές πόλεις τείνει να διαφέρει. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία ακολουθεί και ερευνά την παραπάνω υπόθεση. Πιο συγκεκριμένα, στοχεύει στον προσδιορισμό αποτελεσματικών πολιτικών τιμολόγησης, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά μίας αστικής περιοχής ως προς τη συγκοινωνιακή υποδομή και το δίκτυο αστικών δρόμων.

Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου, ένα πείραμα δεδηλωμένων προτιμήσεων σχεδιάζεται και διεξάγεται στην Αθήνα με τη συμμετοχή συνολικά 243 ερωτηθέντων. Οι συμμετέχοντες εκφράζουν την επιθυμία τους για χρήση ή όχι μίας κοινόχρηστης υπηρεσίας ηλεκτρικού πατινιού σε υποθετικά σενάρια που δημιουργούνται βάσει ενός ορθογωνικού πίνακα σχεδιασμού. Στο τέλος αυτής της διαδικασίας, ένα μοντέλο δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης με τυχαίες παραμέτρους βήτα υπολογίζεται, προκειμένου να εξηγηθούν πιθανές διαφοροποιήσεις στις προτιμήσεις. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων, αποδεικνύει ότι ένα μη φιλικό περιβάλλον για χρήση ηλεκτρικού πατινιού μπορεί να αντισταθμιστεί από μία τιμολογιακή πολιτική που θα παρέχει μπόνους πόντους και δυνατότητα μεταφοράς τους σε υπηρεσίες στάθμευσης σε εκείνους που θα το χρησιμοποιήσουν. Επίσης, η ύπαρξη ενός αστικού οδικού δικτύου με οδόστρωμα σε καλή κατάσταση και πεζοδρόμια με πλάτος μεγαλύτερο από 2,1 μέτρα οδήγησε στην αύξηση της προθυμίας για χρήση κοινόχρηστων υπηρεσιών ηλεκτρικού πατινιού. Απροσδόκητα, η συμβολή των ποδηλατοδρόμων αποδείχθηκε στατιστικά ασήμαντη στη συγκεκριμένη έρευνα. Παρόλα αυτά, η ύπαρξη πεζοδρομημένων ζωνών στο αστικό δίκτυο μίας περιοχής ακτίνας 2 χιλιομέτρων από το σημείο προέλευσης του ταξιδιού έχει αισθητή επίδραση στην ελκυστικότητα αυτής της σχετικά νέας μεταφορικής υπηρεσίας. Συνολικά, τα αποτελέσματα του μοντέλου δείχνουν ότι οι ερωτηθέντες είναι πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν ηλεκτρικά πατίνια περισσότερο για να μετακινηθούν στα πυκνοκατοικημένα κέντρα πόλεων, παρά να πραγματοποιήσουν ταξίδι πρόσβασης/εξόδου προς/από σταθμούς του μετρό.

Λέξεις-κλειδιά: ηλεκτρικά πατίνια, προθυμία χρήσης, κοινόχρηστη κινητικότητα, οδικό περιβάλλον, τιμολόγηση.

ABSTRACT

Over the last five years, an exponential growth has been observed in the development of e-scooter sharing services. They are based on the flexibility of this mode in accessing in dense urban areas. This major advantage is simultaneously its major handicap, as this dual behavior (from vehicle to pedestrian) can cause complex and unsafe traffic interactions. Nevertheless, the comfort and therefore the attractiveness of these services in comparison to other urban transport modes is influenced by the road environment, which tend to be diverse in modern cities. This diploma thesis follows and investigates the aforementioned hypothesis. More specifically, it aims to define effective pricing policies considering the characteristics of the urban area, i.e., transport infrastructure and urban road network.

To meet the aforementioned objective, a stated preferences experiment is designed and conducted in Athens with the participation of 243 respondents in total. The respondents express their willingness to use or not a sharing services of e-scooters considering hypothetical scenarios that are created based on an orthogonal table design. At the end of this process, a binary logistic regression model with random beta parameters is computed in order to explain potential differences in preferences. The analysis of results proves that a non-friendly environment to use an e-scooter can be compensated by a pricing policy that will provide bonus points combined with the option of transferring these points to parking service to those who are going to use it. Moreover, the existence of an urban road network with pavement in a good condition and sidewalks with width higher than 2.1 meters leads to an increase of the willingness to use an e-scooter sharing service. Unexpectedly, the contribution of bike lanes was proved statistically insignificant in this research. Yet, the existence of pedestrianized zones in the urban road network of a 2-kilometers buffer area from the trip origin point has a noticeable impact on the attractiveness of this relatively new transport service. Overall, the model outputs show that respondents are willing to use e-scooters more to move around in dense and populated city centers than perform access/egress trip to/from metro stations.

Keywords: e-scooters, willingness to use, shared mobility, road environment, pricing.

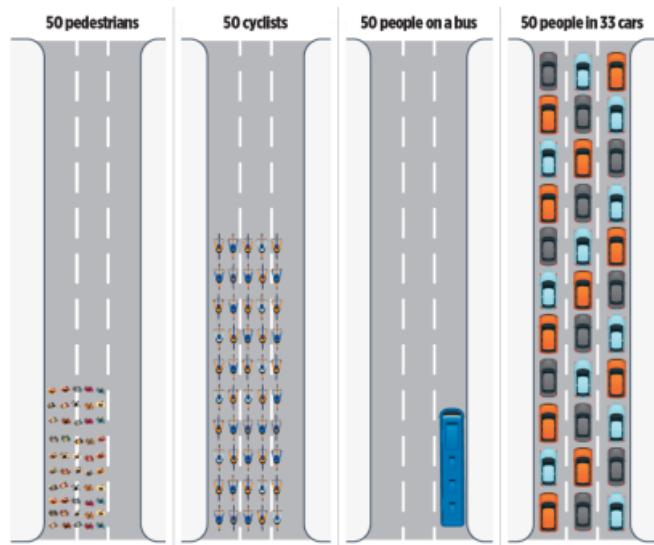
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Μικροκινητικότητα:	1
1.2. Ιστορική Αναδρομή	3
1.3. Ανάλυση Πλεονεκτημάτων και Μειονεκτημάτων	6
1.3.1. Πλεονεκτήματα και Οφέλη:.....	6
1.3.2. Μειονεκτήματα και Προβλήματα:.....	8
1.4. Στόχος και Ερευνητική Προσέγγιση:.....	11
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	13
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	38
3.1. Έρευνες Προτιμήσεων:	38
3.1.1. Μέθοδος Εκδηλωμένων Προτιμήσεων (RP- Revealed Preference):.....	38
3.2. Μέθοδοι Δειγματοληψίας	40
3.2.1. Μέθοδος Δεδηλωμένων Προτίμησεων-SP (Stated Preference):	40
3.2.2. Δυαδική Λογιστική Παλινδρόμηση (Binary Logistic Regression):	44
4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ	48
4.1. Περιγραφή Μεταβλητών και Επιπέδων:	48
4.2. Διατύπωση Μοντέλου:	51
4.3. Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου:	52
4.4. Πιλοτική Έρευνα:.....	55
4.5. Διαμοιρασμός ερωτηματολογίου:.....	55
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	63
5.1. Περιγραφικά στατιστικά και κύριες τάσεις	63
5.2. Ανάπτυξη μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης:.....	70
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	79
6.1. Κύρια Ευρήματα και Σχολιασμός:.....	79
6.2. Περιορισμοί Έρευνας και Ερευνητικές Προτάσεις:	80
6.3. Τελικά Συμπεράσματα:	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Μικροκινητικότητα:

Ένα αποτελεσματικό και αξιόπιστο σύστημα μεταφορών και μετακινήσεων αποτελεί βασικό πυλώνα της ομαλής και απρόσκοπτης λειτουργίας της κοινωνίας, της εσωτερικής αγοράς και, κατά επέκταση, της οικονομίας. Οι οδικές μεταφορές διαδραματίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στο σύστημα εσωτερικών μεταφορών. Παρόλα αυτά, η ταχεία αύξηση του πληθυσμού και της αστικής κινητικότητας στις μητροπολιτικές πόλεις, σε συνδυασμό με την τεχνολογική ανάπτυξη και το αυξημένο επίπεδο διαβίωσης, έχουν οδηγήσει σε δραματική αύξηση των οχημάτων, ιδιαίτερα των αυτοκινήτων (Εικόνα 1.1). Η αύξηση αυτή έχει ως αποτέλεσμα μια σειρά κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών προκλήσεων, όπως το επαναλαμβανόμενο πρόβλημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης, η αυξημένη εκπομπή αέριων ρύπων, αλλά και η ηχορρύπανση στα αστικά κέντρα. Συνεπώς, η διαχείριση της κυκλοφορίας και η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που επιφέρονται από τα μέσα μετακίνησης έχουν καταστεί, πλέον, μία από τις βασικές ανησυχίες. Η εύρεση λύσεων για την αποσυμφόρηση των οδών αποτελεί βασική μέριμνα επιστημόνων και μηχανικών σε παγκόσμια κλίμακα. Για να μπορέσουν οι πόλεις να ανταπεξέλθουν στα προβλήματα αυτά, ο σχεδιασμός τους οφείλεται να παύσει να είναι αυτοκινητοκεντρικός, και να υιοθετηθεί η ιδέα της βιώσιμης αστικής κινητικότητας. Στον σκοπό αυτό, μεταξύ άλλων, συμβάλλει και η αυξημένη χρήση των μέσων μικροκινητικότητας, η οποία οδηγεί σε ανάλογη μείωση των ιδιωτικών οχημάτων στο κέντρο των πόλεων (Oeschger et al., 2020).



Εικόνα 1.1. Κατανάλωση οδικού χώρου από διάφορα μεταφορικά μέσα

Η μικροκινητικότητα αποτελεί μια νέα καινοτόμο λύση αστικών μεταφορών, με στόχο την παροχή εναλλακτικών επιλογών για μεταφορές μικρής απόστασης στο περιβάλλον μιας πόλης και την μείωση της εξάρτησης από τα ιδιωτικά μηχανοκίνητα οχήματα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Λαμβάνοντας υπόψη τον ορισμό που παρέχεται από το Διεθνές Φόρουμ Μεταφορών (ITF), η μικροκινητικότητα ορίζεται ως «η χρήση μικρο-οχημάτων, οχημάτων δηλαδή με μάζα που δεν ξεπερνά τα 350 kg (771 lb) και ταχύτητα σχεδιασμού μέχρι και 45 km/h» (OECD/ITF Safe Micromobility: Corporate Partnership Board Report. 2020, 98). Αποτελεί, λοιπόν, το σύνολο των μέσων που διαθέτουν συγκεκριμένα χαραστηριστικά (μικρό βάρος, ευελιξία, αυτονομία, φιλικότητα προς το περιβάλλον), τα οποία συμβάλλουν σε μικρές μετακινήσεις μέσα στον αστικό ιστό. Σε αυτό το φάσμα, εντάσσονται τα ηλεκτρικά ποδήλατα, τα ηλεκτρικά πατίνια και οι τροχοσανίδες, οχήματα, δηλαδή, που έχουν ηλεκτρική υποβοήθηση μεγαλύτερη από ένα όριο και δε χρειάζονται τη μυϊκή δύναμη του αναβάτη για να κινηθούν.

Δεδομένου ότι το πιο συνηθισμένο ταξίδι σε αστικές περιοχές είναι σε ακτίνα 5 km, το ηλεκτρικό πατίνι παίνεται να είναι μια κατάλληλη και ελκυστική εναλλακτική λύση (Yanocha et al., 2019), καθώς αποτελεί μία λύση στο πρόβλημα μετακίνησης του "πρώτου και τελευταίου μιλίου". Ως διαδρομή πρώτου και τελευταίου μιλίου ορίζουμε την αρχή ή το τέλος ενός μεμονωμένου ταξιδιού που πραγματοποιείται από ένα μέσο σταθερής τροχιάς (πχ. τρένο, ηλεκτρικός σιδηρόδρομος, μετρό, προαστιακός σιδηρόδρομος) μέχρι τον τελικό προορισμό και το αντίστροφο (Εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2. Διαγραμματική απεικόνιση διαδρομής πρώτου και τελευταίου μιλίου

Από τη βιβλιογραφία, το ηλεκτρικό πατίνι παρουσιάζεται ως «ένα τροχοφόρο όχημα που: α) έχει κεντρική κολόνα με τιμόνι, β) ελέγχεται από τον χειριστή χρησιμοποιώντας γκάζι/γκάζι και φρένα, γ) διαθέτει πλατφόρμα ποδιών για να σταθεί ο χειριστής, δ) τροφοδοτείται μερικώς ή πλήρως από κινητήρα, ε) κατασκευάζεται κυρίως για τη μεταφορά ενός ατόμου [...] και στ) αποτελείται από δύο ή τρεις τροχούς» (Εικόνα 1.3). Τα τελευταία χρόνια, οι υπηρεσίες κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών παρουσιάζουν εκθετική αύξηση με διαθεσιμότητα σε πάνω από 626 πόλεις και 53 χώρες του κόσμου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Κίνα, στην οποία η παραγωγή ηλεκτρικών πατινιών εκτοξεύτηκε από 58.000 οχήματα το 1998 σε περισσότερα από 32 εκατομμύρια οχήματα το 2016 (National Bureau of Statistics 2017).

Σύμφωνα με το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, το ηλεκτρικό πατίνι κατατάσσεται στην κατηγορία των Ελαφρών Προσωπικών Ηλεκτρικών Οχημάτων (Ε.Π.Η.Ο.). Ως Ελαφρύ Προσωπικό Ηλεκτρικό Όχημα (Ε.Π.Η.Ο.), ορίζεται το όχημα που κινείται 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. Στα οχήματα αυτά υπάγονται τα κινούμενα με ηλεκτροκινητήρα: α) Πατίνια (e-scooters), β) Τροχοπέδιλα (rollers) και τροχοσανίδες (skate boards), γ) Αυτοεξισορροπούμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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 δ) 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: αα) οχήματα των οποίων η μέγιστη σχεδιαστική ταχύτητα δεν υπερβαίνει τα 6 χλμ/ώρα. Αυτά τα οχήματα θεωρούνται και κυκλοφορούν ως πεζοί. αβ) 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. (<http://www.opengov.gr/yme/?p=4574>)

Τα ηλεκτρικά πατίνια λειτουργούν με ηλεκτρική επαναφορτιζόμενη μπαταρία κι έχουν μέση μέγιστη ταχύτητα τα 25χλμ/ώρα. Ωστόσο, ύστερα από ατυχήματα που σημειώθηκαν, η εταιρεία Lime μείωσε το όριο αυτό στα 20 χλμ/ώρα. Είναι εφοδιασμένα με σύστημα GPS και κάθε ένα από αυτά διαθέτει ένα μοναδικό QR code, το οποίο ο χρήστης μπορεί να “σκανάρει” μέσω εφαρμογής από το κινητό του για να ξεκλειδώσει το πατίνι. Το κόστος χρήσης ανέρχεται στο 1€ για το ξεκλείδωμα και στα 0.15€ η επιπλέον χρέωση για κάθε λεπτό της ώρας χρήσης. Εκτός από τη δυνατότητα ενοικίασής τους, διατίθενται και για αγορά με αυτονομία μπαταρίας που κυμαίνεται στα 30-50 χιλιόμετρα ανά φόρτιση. (Statista, 2019)



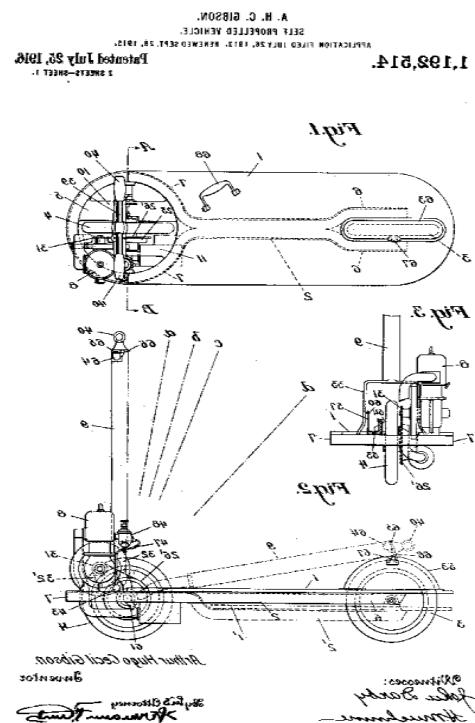
Εικόνα 1.3. Τυπική μορφή ηλεκτρικού πατινιού.

1.2. Ιστορική Αναδρομή

Τα ηλεκτρικά πατίνια, ως δημόσια υπηρεσία μικροκινητικότητας, έκαναν την εμφάνισή τους το 2017, όταν κυκλοφόρησε το πρώτο dockless ηλεκτρικό πατίνι από την Bird στη Σάντα Μόνικα της Καλιφόρνια. Παρόλα αυτά, η ιδέα των πατινιών ξεκίνησε το 1817 από τον βαρόνο Karl von Drais de Sauerbrun της Γερμανίας, με την ιδέα του velocipede, ένα δίτροχο ανθρωποκινούμενο όχημα, το οποίο εξελίχθηκε σε ποδήλατο, τρίκυκλο και πατίνι. Το πρώτο σχέδιο ηλεκτρικού πατινιού με κατοχυρωμένο δικαίωμα πατέντας,

χρονολογείται στο 1895, όταν ο Ogden Bolton πρότεινε ένα ηλεκτρικό πατίνι, στο οποίο το ηλεκτρικό μοτέρ θα ήταν τοποθετημένο στο καπάκι της πίσω ρόδας και θα λειτουργούσε με μία μπαταρία 10 volt που απαιτούσε 100 A ρεύματος. Ωστόσο, δεν υπάρχει κάποια απόδειξη πως το συγκεκριμένο μοντέλο τέθηκε σε λειτουργία, ούτε ότι κατασκευάστηκε. Ωστόσο, αποτελεί μία πρώτη απόπειρα σχεδίασμού και σημαντικό βήμα για την δημιουργία των ηλεκτρικών οχημάτων και κατά συνέπεια και των ηλεκτρικών πατινιών (Madcharge, 2018).

Παρόλα αυτά, η ιστορία του ηλεκτρικού πατινιού ως όχημα ξεκινά πριν από περισσότερο από έναν αιώνα. Το 1915, οι Arthur Gibson και Joseph Merkel σχεδίασαν το πρώτο μηχανοκίνητο σκούτερ, που παράχθηκε μαζικά από την εταιρία Autoped στην Αμερική (Εικόνα 1.4β). Ήταν ουσιαστικά ένα παιδικό πατίνι σε μεγέθυνση με κινητήρα πάνω από τον μπροστινό τροχό. Κατά την οδήγηση, ο χρήστης στεκόταν όρθιος στη σανίδα, η οποία στηριζόταν σε τροχούς 10 ίντσών και λειτουργούσε με το τιμόνι και τον στύλο του. Επίσης είχε τη δυνατότητα αναδίπλωσης ώστε να εξοικονομεί χώρο, όταν δεν χρησιμοποιούνταν. Η εταιρία υποστήριζε πως το συγκεκριμένο πατίνι μπορούσε να αναπτύξει ταχύτητα μέχρι 30 mph (48km/h), αλλά επειδή ο συμπλέκτης και το φρένο ενεργοποιούνταν κουνώντας το στύλο του τιμονιού μπροστά/πίσω, γινόταν ασταθές για ταχύτητες μεγαλύτερες των 20 mph (32km/h). (onlinebicyclemuseum.co.uk).



Εικόνα 1.4α. Η Λαίδη Florence Norman με το ηλεκτρικό πατίνι Autoped το 1916.

Εικόνα 1.4β. Η πατέντα “self-propelled vehicle” από τον A.H.C. Gibson, στις 25 Ιουλίου του 1916

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αρχικά, η διαφημιστική εκστρατεία της εταιρίας στόχευε σε μέλη της ανώτερης οικονομικής τάξης και για αυτόν τον λόγο επικρίθηκε ως παιχνίδι για τον πληθυσμό της ελίτ. Παρόλα αυτά, η χρήση του πατινιού δεν περιορίστηκε στα ανώτερα οικονομικά στρώματα. Το Autoped έδωσε μια επιπλέον δυνατότητα για μετακίνηση στις γυναίκες της εποχής, οι οποίες ήταν αρκετά περιορισμένες (Εικόνα 1.4α). Ακόμη, η χρήση του επεκτάθηκε και σε εταιρίες, όπως το ταχυδρομείο της Νέας Υόρκης, που το προτίμησε για την παράδοση της αλληλογραφίας (Εικόνα 1.5). Πάντως, η πλειοψηφία του πληθυσμού το χρησιμοποιούσε για αναψυχή. (www.smithsonianmag.com). Το υψηλό κόστος σε σύγκριση με τα ποδήλατα και η χαμηλή άνεση σε σύγκριση με τις μοτοσυκλέτες ήταν οι κύριοι παράγοντες που περιορίσαν την εμπορική τους επιτυχία.

Το 1927, οι Ramsons, Sims και Jeffreys σε συνεργασία με γαλλική εταιρεία, κατασκεύασαν το μοντέλο Electrocycllette, το οποίο ήταν ένα τρίκυκλο ηλεκτρικό ποδήλατο με μπαταρία στο κάτω μέρος της σέλας. Παρόλο που δε σημείωσε ιδιαίτερες πτωλήσεις, πρόκειται για το πρώτο μοντέλο που λειτουργικά και κατασκευαστικά είναι κοντά στο «ηλεκτρικό» πατίνι. (Madcharge, 2018).

Οι πολεμικές επιχειρήσεις του Β' Παγκοσμίου Πολέμου απαιτούσαν μεγάλες ποσότητες ορυκτών καυσίμων, με αποτέλεσμα να παρατηρηθεί σημαντική έλλειψη σε αυτά. Καθώς τα περισσότερα αποθέματα πετρελαίου διοχετεύονταν στον πόλεμο, ο εφευρέτης Earl William, στην προσπάθειά του να μειώσει τα μεταφορικά κόστη και να μεταβεί σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας για τη μετακίνηση, μετέτρεψε το βενζινοκίνητο ποδήλατο σε ηλεκτροκίνητο, πατέντα την οποία αργότερα η Marketer την χτησιμοποίησε και τη ονόμασε Par-Car. Ταυτόχρονα η γαλλική εταιρεία Sokovel κατασκεύασε 400 ηλεκτροκίνητα οχήματα τύπου πατίνι. (Madcharge, 2018).



Εικόνα 1.4. Χρήση των ηλεκτρικών σκούτερ από το Ταχυδρομείο της Νέας Υόρκης στα μέσα του 1910.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι δεκαετίες του '60 και του '70, αποτέλεσαν σημαντική περίοδο εξέλιξης των ηλεκτρικών πατινιών, καθώς αναπτύχθηκε η τεχνολογία αλκαλικών κυψελών καυσίμου, η οποία χρησιμοποιήθηκε στους ηλεκτρικούς κινητήρες. Συγκεκριμένα, το 1967, ο εφευρέτης Karl Kordesch κατασκεύασε ένα υβριδικό μοντέλο πατινιού, το οποίο κινούνταν με συνδυασμό βενζίνης και ηλεκτρικού ρεύματος, με αυτονομία κίνησης 200 μιλίων και ταχύτητα 25 mi/h. Το 1974, η Auranthic Corp κατασκεύασε μοντέλο ηλεκτρικού πατινιού με όνομα Charger, με αυτονομία κίνησης 50 μιλίων και ταχύτητα έως 30 mi/h, ενώ το 1996 προωθήθηκε στην αγορά το μοντέλο Peugeot Scoot'Elec, που διέθετε μπαταρίες νικελίου-καδμίου και η ταχύτητα του μπορούσε να φτάσει τα 25 m/h. (Madcharge, 2018)

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει σημαντικές εξελίξεις που βελτιώνουν την επίδοση των ηλεκτρικών πατινιών. Η ανάπτυξη των μπαταριών λιθίου που έχουν καλύτερη απόδοση και επαρκή δυνατότητα επαναφόρτισης, καθώς επίσης και οι τεχνολογικές εξελίξεις στους ηλεκτρικούς κινητήρες, αποτελούν τις πιο ουσιώδεις από αυτές. Παράλληλα έγιναν πολλές αλλαγές που αφορούν στην αισθητική των ηλεκτρικών πατινιών με βελτιώσεις στο σχεδιασμό, το χρώμα, το μέγεθος και το σχήμα. Η εξέλιξη τους συνεχίζεται παράλληλα με τη διαρκή βελτίωση της σύγχρονης τεχνολογίας. (Johngrieffin, 2017).

1.3. Ανάλυση Πλεονεκτημάτων και Μειονεκτημάτων

1.3.1. Πλεονεκτήματα και Οφέλη:

Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες (Heineke et al, 2019), υπολογίζεται πως σε Κίνα, Αμερική και Ευρώπη, το 50-60% των ταξιδιών που γίνονται με αυτοκίνητο αποτελείται από μετακινήσεις μικρότερες των 8 χιλιομέτρων. Από τα ταξίδια αυτά, προβλέπεται πως το 8 με 15 τοις εκατό θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν με μέσα μικροκινητικότητας. Το 2030 εκτιμάται ότι η αξία της αγοράς της μοιραζόμενης μικροκινητικότητας θα ανέρχεται στα 200 με 300 δισεκατομμύρια ευρώ στην Αμερική, 100 με 150 στην Ευρώπη και 30 με 50 στην Κίνα, με τις διαφορές αυτές να οφείλονται στην χρέωση των υπηρεσιών ανά περιοχή. Στις Η.Π.Α., σύμφωνα με τη NACTO, το 2019 έγιναν 136 εκατομμύρια μετακινήσεις με μέσα μοιραζόμενης κινητικότητας, αριθμός μεγαλύτερος κατά 60% συγκριτικά με το προηγούμενο έτος. Τα 86 εκατομμύρια αυτών έγιναν με ηλεκτρικά πατίνια και τα 50 με ποδήλατα (συμβατικά και ηλεκτρικά) (NACTO, 2020). Κατά τη διάρκεια του έτους, οι μετακινήσεις με ηλεκτρικά πατίνια ξεπέρασαν αυτές με ποδήλατα και τείνουν να αντικαταστήσουν τα dockless ποδήλατα. Υπολογίζεται ότι υπάρχουν 20 εκατομμύρια χρήστες μόνο στην Ευρώπη. Σύμφωνα με έρευνα της Lime περίπου το 30% των χρηστών της αντικατέστησε το αυτοκίνητο με ηλεκτρικό σκούτερ στο πιο πρόσφατο ταξίδι τους (Cohen K., 2019). Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό, πως τα μέσα μικροκινητικότητας και, κατά επέκταση τα ηλεκτρικά πατίνια, παρουσιάζουν ποικίλα οφέλη, τόσο για τον χρήστη, όσο και για τις εταιρείες διαχείρισης, το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία συνολικά.

Εμβαθύνοντας, το κύριο πλεονέκτημα των τρόπων μικροκινητικότητας και, ιδιαίτερα των ηλεκτρικών σκούτερ, είναι η ευελιξία, καθώς δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να ελίσσεται στον χώρο ανάμεσα σε πεζούς, ποδηλάτες και μηχανοκίνητες μεταφορές (Gössling et al., 2020). Η ευέλικτη τιμολόγηση και η ευκολία οδήγησης, χωρίς την

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

απαίτηση προηγούμενης δεξιότητας, αποτελούν παράγοντες που επέφεραν την επιταχυνόμενη ανάπτυξή τους. Με το ηλεκτρικό πατίνι ο χρήστης αποφεύγει την κυκλοφοριακή συμφόρηση και απολαμβάνει την εύκολη σταύθμευση, καθώς δεν περιορίζεται από κάποιο ειδικό σύστημα στάθμευσης. Μάλιστα, σε πολλές περιπτώσεις, έχει τη δυνατότητα να το πάρει μαζί του μέσα στο σπίτι, στο γραφείο ή σε κάποιο κατάστημα που επισκέπτεται.

Το ηλεκτρικό πατίνι μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο σε συνδυασμό με άλλα μεταφορικά μέσα, καλύπτοντας τις λεγόμενες διαδρομές τελευταίου μιλίου. Αυτό σημαίνει πως ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει το συγκεκριμένο μέσο για να φτάσει στο σταθμό του μετρό κι, αντίστοιχα, από τον σταθμό εξόδου μέχρι τον χώρο εργασίας του. (Jogi, 2018). Για μικρές αποστάσεις είναι μια σχετικά προσιτή επιλογή, καθώς, όπως έχει προαναφερθεί, το κόστος ξεκλειδώματος ανέρχεται σε 1 ευρώ και στα 0,15 ευρώ για κάθε λεπτό χρήσης. Επομένως, για μία διαδρομή που με το ταξί θα κόστιζε 3,5 ευρώ ο χρήστης μπορεί να φτάσει στον προορισμό του με λιγότερο από 2. Οι υπηρεσίες μικροκινητικότητας απαιτούν υποδομές, των οποίων οι τροποποιήσεις είναι μικρής παρέμβασης στο ήδη υπάρχον οδικό σύστημα, με αποτέλεσμα να μπορούν να αναπτυχθούν γρήγορα σε περιοχές με χαμηλά εισοδήματα και σε περιοχές με περιορισμένες δημόσιες συγκοινωνίες, δίνοντας στους κατοίκους ένα επιπλέον μέσο μετακίνησης (DuPuis N. et al., 2019).

Τέλος, επιστρέφοντας στον ίδιο τον χρήστη, του προσφέρεται μια αποτελεσματική κι ευχάριστη μετακίνηση, όντας πλέον περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως τα εν λόγω οχήματα έχουν ηλεκτρικό κινητήρα, επομένως δεν εκπέμπουν ρύπους κατά τη χρήση τους, σε αντίθεση με άλλα μέσα μεταφοράς που χρησιμοποιούν κινητήρα εσωτερικής καύσης (Hélie Moreau et al, 2020), με αποτέλεσμα να καταναλώνουν ελάχιστη ενέργεια και να μη μολύνουν άμεσα τον αέρα της πόλης, αποτελώντας έναν οικολογικό τρόπο μετακίνησης (Jogi, 2018). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από πρώιμες παρατηρήσεις, οι οποίες υποδηλώνουν πως τα μέσα αυτά είχαν ήδη θετικό αντίκτυπο στον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Hollingsworth et al., 2019), στη μείωση των επιπέδων χρήσης του αυτοκινήτου και στα οφέλη για την υγεία (Shaheen and Cohen, 2019).

Σήμερα υπάρχουν πολλές κατασκευάστριες εταιρίες που συνεχώς καινοτομούν και εισάγουν νέες λειτουργίες, αυξάνοντας παράλληλα τον ανταγωνισμό. Από επενδυτικής άποψης, πρόκειται για μία αναδυόμενη βιομηχανία αξίας δισεκατομμυρίων, η οποία μέχρι το 2030 εκτιμάται ότι θα κατέχει στην αγορά μερίδιο μεγέθους 100 με 150 δισεκατομμύρια δολάρια για την Ευρώπη και 200 με 300 δισεκατομμύρια δολάρια για την Αμερική. (McKinsey, 2019) Η εμφανής τάση μείωσης του δείκτη ιδιοκτησίας ιδιωτικών οχημάτων που οφείλεται στην αστικοποίηση, καθώς και το μειωμένο κόστος αγοράς, συντήρησης και μετακίνησης, κάνουν τα μέσα αυτά πιο ελκυστικά σε σχέση με τα μεγαλύτερα ιδιωτικά οχήματα ως στοιχεία επένδυσης. Ένα πατίνι ή ένα ποδήλατο κοστίζει πολύ λιγότερο σε σχέση με ένα αυτοκίνητο. Για παράδειγμα, ένα ηλεκτρικό πατίνι μπορεί να αποφέρει κέρδη μετά από περίπου τέσσερις μήνες, συγκριτικά με το αυτοκίνητο που χρειάζεται χρόνια. Ακόμη, με τη λειτουργία των ηλεκτρικών πατινιών οι εταιρείες διαχείρισης συλλέγουν σημαντικό όγκο πληροφοριών για τις μετακίνησεις των πολιτών τις οποίες μπορούν να αξιοποιήσουν κατάλληλα με στόχο τον πιο αποτελεσματικό σχεδιασμό των αστικών μετακινήσεων. Τέλος, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας, καθώς είναι

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

απαραίτητη η συλλογή και η επαναφόρτιση των ηλεκτρικών πατινιών κατά τη διάρκεια της νύχτας, ώστε να χρησιμοποιηθούν εκ νέου την επόμενη μέρα. (Jogi, 2018)

1.3.2. Μειονεκτήματα και Προβλήματα:

Παρόλο που τα οφέλη της μικροκινητικότητας -και κατ'επέκταση των ηλεκτρικών πατινιών- είναι αδιαμφισβήτητα, υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που αποτρέπουν τους χρήστες από την καθημερινή χρήση τους. Αρχικά, τα συγκεκριμένα οχήματα δεν ενδείκνυνται για περιπτώσεις έντονων καιρικών συνθηκών (βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις, ακραίες θερμοκρασίες), κατά τις οποίες η χρήση τους μειώνεται έως και σταματάει εντελώς (Cohen K., 2019). Ακόμη, τα ηλεκτρικά πατίνια είναι μέσα, τα οποία αναφέρονται σε περιορισμένο εύρος χρηστών, καθώς δεν προσφέρονται για άτομα με κινητικά προβήματα και για χρήστες μεγαλύτερης ηλικίας, λόγω μειωμένης άνεσης. Η θέση αυτή ενισχύεται και από τα προβλήματα που προκύπτουν από τη στάθμευση των πατινιών. Ο χώρος στα πεζοδρόμια είναι ήδη περιορισμένος και όταν τα πατίνια δεν σταθμεύονται σωστά δημιουργούνται προβλήματα, καθώς εμποδίζεται η κίνηση των πεζών και ιδιαίτερα των ατόμων με αναπηρίες (DuPuis N. et al., 2019). Για παράδειγμα, σε περίπτωση που ένα πατίνι είναι σταματημένο στη μέση του πεζοδρομίου εμποδίζεται η κίνηση των ατόμων με αναπηρικό αμαξίδιο, αλλά και ατόμων με παιδικό καρότσι. Για το πρόβλημα αυτό οι εταιρίες μίσθωσης έχουν εφαρμόσει διάφορες λύσεις, όπως είναι η προσφορά πόντων για σωστή στάθμευση ή ο καθορισμός ζωνών επιτρεπόμενης στάθμευσης και η απαγόρευση κλειδώματος των πατινιών σε μη επιτρεπτές περιοχές. Βέβαια, η κατάσταση αυτή εντείνεται και από τη μειωμένη κυκλοφοριακή παιδεία που έχουν ορισμένοι χρήστες των οδών, γεγονός το οποίο λύνεται μόνο με τη σωστή ενημέρωση των χρηστών όλων των ηλικιών.

Σύμφωνα με σχόλια σε app stores πλατφόρμες (π.χ. Google play store), έχουν εντοπιστεί προβλήματα σύνδεσης, φόρτωσης και πληρωμής, που αφορούν τις ίδιες τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν οι χρήστες, οι οποίες είναι υπεύθυνες για το ξεκλείδωμα των πατινιών και την τιμολόγηση των διαδρομών. Συχνά αναφερόμενα είναι και τα προβλήματα με το ίδιο το όχημα, με συνηθέστερα τα μη λειτουργικά φρένα και τη χαμηλή μπαταρία. Σημαντική ήταν και η συχνότητα αναφοράς προβλημάτων σχετικά με την έναρξη και ολοκλήρωση των διαδρομών και την υπερκοστολόγηση αυτών. Η χρέωση μπορεί να ξεκινούσε χωρίς να έχει ξεκλειδωθεί το πατίνι ή να συνεχίζε, αφού είχε κλειδωθεί αυτό..

Παράλληλα, ένα κύριο πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπίσουν οι εταιρίες μικροκινητικότητας είναι ο βανδαλισμός, η κλοπή και γενικά η φθορά λόγω χρήσης των προϊόντων τους. Παρά τις προσπάθειες των εταιριών για την αποτροπή τέτοιων ενεργειών με μεθόδους, όπως, αντικλεπτικά συστήματα, αυξημένο βάρος, ενσωματωμένα καλώδια και βίδες, δεν έχει βρεθεί ακόμα μια αποτελεσματική λύση, με τις κλοπές και τις άσκοπες καταστροφές των πατινιών να είναι σταθερά φαινόμενα. Πολλές εταιρίες έχουν αναγκαστεί να διακόψουν τη λειτουργία τους, όπως η Gobee.bike στη Γαλλία, καθώς δεν είχαν τη δυνατότητα να αντικαταστούν συνεχώς τον στόλο τους. Η Velib στο Παρίσι αναφέρει πως το 80% των ποδηλάτων της έχουν κλαπεί ή καταστραφεί και κάποια έχουν βρεθεί στη μαύρη αγορά, ενώ άλλες εταιρίες δήλωναν στους αρχικούς μήνες λειτουργίας τους ότι τα πατίνια χρειαζόταν να αντικατασταθούν μετά από ένα με

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

δύο μήνες χρήσης. Πολλά πατίνια πετιούνται σε θάλασσες, λίμνες, κάδους απορριμμάτων, τους κόβονται τα φρένα και χρησιμοποιούνται σε ακατάλληλες περιοχές όπως σε αμμώδεις παραλίες ή σκάλες. Ακόμα και λιγότερο καταστροφικές πράξεις, όπως αποτελούν τα γκράφιτι και η προσθήκη αυτοκόλλητων ή η χρήση πατινιού χωρίς πληρωμή με παράνομη πρόσβαση στην εφαρμογή, κοστίζουν στις εταιρίες χρήματα (medium.com). Συνεπώς, η συχνή αντικατάσταση των προϊόντων τους αποτελεί ένα σημαντικό κόστος το οποίο πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Το κυριότερο, όμως πρόβλημα που αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την ελκυστικότητα των ηλεκτρικών πατινιών ως μέσο μεταφοράς είναι η μεγάλη επικινδυνότητά τους και η ανασφάλεια των χρηστών κατά την οδήγηση, λόγω της σωματικής έκθεσής τους. Σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει η έλλειψη των απαραίτητων υποδομών, όπως ποδηλατόδρομων, με αποτέλεσμα οι οδηγοί να αναγκάζονται να οδηγούν σε δρόμους ή πεζοδρόμια. Η οδήγηση των πατινιών στον δρόμο μπορεί να αποβεί ιδιαίτερα επικινδυνη, καθώς στην περίπτωση σύγκρουσης, ο οδηγός του πατινιού είναι ιδιαίτερα ευάλωτος σε σοβαρούς τραυματισμούς καθώς είναι πρακτικά απροστάτευτος. Αντίστοιχα, η οδήγηση πατινιών σε πεζοδρόμια μπορεί να είναι πιο ασφαλής για τους αναβάτες, αλλά δημιουργεί προβλήματα στους πεζούς. Πέρα από την γενική ανησυχία και αναστάτωση που προκαλεί η ύπαρξη ηλεκτρικών πατινιών στα πεζοδρόμια, στην περίπτωση σύγκρουσης μεταξύ πατινιού και πεζού κινδυνεύουν να τραυματιστούν και οι δύο λόγω της μεγαλύτερης ταχύτητας του πατινιού σε σχέση με αυτή του πεζού. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας της ασφάλειας των χρηστών είναι η χρήση ή μη κράνους. Καθώς τις περισσότερες φορές η απόφαση να νοικιάσει κανείς πατίνι δεν είναι προγραμματισμένη, είναι δύσκολο κάποιος να κυκλοφορεί συνέχεια με κράνος για την περίπτωση που όντως νοικιάσει ένα (Tuncer et al., 2020).

Τέλος, την γενική αυτή αβεβαιότητα και ανησυχία έρχεται να ενισχύσει η μη ύπαρξη σαφών οδηγιών και νόμων για τον τρόπο κυκλοφορίας των ηλεκτρικών πατινιών, καθώς στις περισσότερες χώρες παγκοσμίως τα ηλεκτρικά πατίνια λειτουργούν σε μια σχετική «γκρίζα ζώνη», αφού δεν περιλαμβάνονται στον υπάρχοντα κώδικα οδικής κυκλοφορίας. Φωτεινές εξαιρέσεις αποτελούν χώρες, όπως η Γαλλία (Décret n° 2019–1082, 2019), η Γερμανία (Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung – eKFV, 2019) και η Αυστρία (2019), οι οποίες έχουν εφαρμόσει νομοθετικό πλαίσιο ή χώρες, όπως η Βουλγαρία, το Βέλγιο, η Πορτογαλία, η Φινλανδία, η Νορβηγία και η Σουηδία (Cenex, 2020, Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ασφάλειας Μεταφορών, 2020), οι οποίες έθεσαν κανόνες, συνήθως προσαρμόζοντας τους υπάρχοντες κανονισμούς ποδηλάτων. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η νομιμότητα των ηλεκτρικών σκούτερ διαφέρει μεταξύ των πολιτειών, με μόνο τέσσερις πολιτείες, είτε να μην έχουν καθόλου νόμους για τη χρήση τους, είτε να τα ορίζουν ως παράνομα. Στην Αυστραλία, η οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού είναι νόμιμη σε όλες τις πολιτείες και περιοχές, αλλά η χρήση κράνους απαιτείται ρητά μόνο για τέσσερις από αυτές.

Στην Ελλάδα, μετά και την εμφάνιση των πρώτων τροχαίων ατυχημάτων, κρίθηκε αναγκαία η θέσπιση ενός ολοκληρωμένου νομικού πλαισίου για τη νέα αυτή μορφή αστικής κινητικότητας. Έτσι, ψηφίστηκε ο ν. 4784/2021, ο οποίος, μεταξύ άλλων, τροποποίησε τις διατάξεις του Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας και έθεσε κανόνες αναφορικά με την κατασκευή, χρήση και εκμετάλλευση ηλεκτρικών πατινιών, τα οποία εντάσσονται στην ευρύτερη κατηγορία των «ελαφρών προσωπικών ηλεκτρικών

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

οχημάτων (Ε.Π.Η.Ο.)». Πιο συγκεκριμένα, τα ηλεκτρικά πατίνια ανήκουν στην κατηγορία των Ε.Π.Η.Ο. που η σχεδιαστική τους ταχύτητα έχει οριστεί να μην υπερβαίνει τα 25 χλμ./ώρα. Στην περίπτωση των οχημάτων αυτών, ο νόμος τα εκλαμβάνει ως ποδήλατα. Γι' αυτό και πρέπει να τηρούνται οι κανόνες σήμανσης και σηματοδότησης που ισχύουν για τα τελευταία. Συγκεκριμένα, όταν μία οδός διαθέτει λωρίδα κυκλοφορίας για την κίνηση ποδηλάτων ή μοτοποδηλάτων, οι οδηγοί των Ε.Π.Η.Ο. -και κατά επέκταση των ηλεκτρικών πατινιών- υποχρεούνται να χρησιμοποιούν αποκλειστικά την λωρίδα αυτή κι αντίστοιχα απαγορεύεται να χρησιμοποιούν το υπόλοιπο του οδοστρώματος. Στην περίπτωση που κάποιος χρήστης έχει στην κατοχή του ηλεκτρικό πατίνι που υπερβαίνει τα 25 χλμ./ώρα γίνεται δεκτό ότι τα οχήματα αυτά, εφόσον περιήλθαν στην κυριότητα των οδηγών τους πριν από τη δημοσίευση του ως άνω νόμου, επιτρέπεται να κυκλοφορήσουν σε δημόσιο οδικό δίκτυο, εφόσον πάλι δεν ξεπερνούν σε μέγιστη ταχύτητα τα 25 χλμ./ώρα. Γενικώς, τα ηλεκτρικά πατίνια απαγορεύεται να κυκλοφορούν σε οδούς στις οποίες το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας των αυτοκινήτων υπερβαίνει τα 50 χλμ./ώρα. Οι οδηγοί πρέπει να είναι άνω των δεκαπέντε (15) ετών, υποχρεούνται να φέρουν οποιοδήποτε νόμιμο έγγραφο ταυτοποίησης προσώπου και να φορούν υποχρεωτικά εγκεκριμένου τύπου προστατευτικό κράνος κανονικά δεμένο. Παρόλα αυτά, η έκδοση άδειας οδήγησης δεν απαιτείται.

Επίσης τα ηλεκτρικά πατίνια, όπως όλα τα Ε.Π.Η.Ο., θα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με: α) σύστημα τροχοπέδησης, εύχρηστο, άμεσης και αποτελεσματικής επενέργειας, β) ένα λευκό ή κίτρινο φως μπροστά και ένα ερυθρό φως και αντανακλαστικό στοιχείο πίσω καθώς και με έναν τουλάχιστον αντανακλαστήρα σε κάθε πλευρά, γ) συσκευή ηχητικής προειδοποίησης και σύστημα πρόωσης που εφαρμόζεται στον εμπρόσθιο ή στους εμπρόσθιους και στον οπίσθιο ή στους οπίσθιους τροχούς, εφόσον υφίστανται.

Σε κάθε περίπτωση, από την ευρεία χρήση των ηλεκτρικών πατινιών, καθώς και από την εμφάνιση των πρώτων αυτοχημάτων στη χώρα μας, προκύπτει πληθώρα νομικών ζητημάτων. Μεταξύ άλλων, τίθεται το ερώτημα αν η αστική ευθύνη του οδηγού των εν λόγω Ε.Π.Η.Ο. τα οποία και εμπλέκονται σε τροχαίο ατύχημα, θα πρέπει να θεμελιώνεται στις γενικές διατάξεις περί αδικοπραξιών του Α.Κ. (άρθρα 914 επ.) ή αν το ηλεκτρικό πατίνι μπορεί να υπαχθεί στην έννοια του «αυτοκινήτου» και να εφαρμοστούν οι σχετικές διατάξεις του Νόμου ΓΓπΝ/ 4.12.1911. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς στην πρώτη περίπτωση η ευθύνη είναι γνήσια υποκειμενική, δηλαδή απαιτείται ππαίσμα του οδηγού, το οποίο πρέπει να επικαλεστεί και να αποδείξει εκείνος που υπέστη τη ζημία. Στη δεύτερη περίπτωση όμως η ευθύνη είναι γνήσια αντικειμενική και το μόνο που πρέπει να επικαλεστεί και να αποδείξει ο ζημιώθεις είναι η ζημία που προκλήθηκε αιτιωδώς, καθώς και ότι ο αντίδικος είχε την ιδιότητα του οδηγού, του κατόχου ή του ιδιοκτήτη κατά τον χρόνο πρόκλησης της ζημίας. Αν μάλιστα θεωρηθούν και οι εταιρείες εκμίσθωσης των ηλεκτρικών πατινιών ως «κάτοχοι» με βάση τον ως άνω νόμο, τότε μπορεί να θεμελιωθεί και δική τους αστική ευθύνη (βλ. αναλυτικά σε Λάμπου, Ηλεκτρικά πατίνια, Εφαρμογές Αστικού Δικαίου 2021, σελ. 479 επ.). (<https://www.epitropakislaw.gr/ilektrika-patinia-i-nea-morfi-astikis-kinitikotitas-kai-to-nomiko-tis-plaisio/>)

Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό πως οι ανησυχίες για την ασφάλεια και η επικινδυνότητα είναι οι πιο διαδεδομένοι λόγοι για τους οποίους τα ηλεκτρικά πατίνια μπορεί να μη φανούν ελκυστικά σε κάποιον χρήστη και χάνουν μερίδιο της δημοτικότητάς τους. Η εγγενής

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

δυσκολία περιορισμού των ηλεκτρικών σκούτερ σε ένα συγκεκριμένο τμήμα των αστικών δρόμων δημιουργεί προφανώς πρόσθετες προκλήσεις για τους σχεδιαστές και τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων.

1.4. Στόχος και Ερευνητική Προσέγγιση:

Ενώ υπάρχει πληθώρα μελετών που αναλύουν τον ρόλο που διαδραματίζει το οδικό περιβάλλον και η οδηγική συμπεριφορά των χρηστών, παρατηρείται πως δεν υπάρχει σχεδόν καμία έρευνα σχετικά με την κατανόηση της προθυμίας των χρηστών να χρησιμοποιούν ηλεκτρικά πατίνια, λαμβάνοντας υπόψη το οδικό περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτό, ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνήσει και να αποτιμήσει την προθυμία χρήσης ηλεκτρικών πατινιών υπό το πρίσμα διαφορετικών αστικών περιβαλλόντων. Επιπλέον, προβλέπει τον αντίκτυπο διαφορετικών πολιτικών τιμολόγησης στο επίπεδο χρήσης και συγκρίνει διαφορές που πιθανόν να εμφανίζονται μεταξύ των δύο φύλων. Επιπροσθέτως, σκοπεύει να αναδείξει μεταβλητές του αστικού περιβάλλοντος που επηρεάζουν την ελκυστικότητα κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών και εξετάζει τη σημαντικότητά τους.

Η συμβολή αυτής της έρευνας είναι η ανάπτυξη ενός μοντέλου που μπορεί να βοηθήσει τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να κατανοήσουν εάν μια συγκεκριμένη κατάσταση οδικού δικτύου θα προσελκύσει ή όχι τους αναβάτες ηλεκτρικών πατινιών και θα παρουσιάσει κάποιες «έξυπνες» πολιτικές τιμολόγησης για να αλλάξουν τις προτιμήσεις τους. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης με βάση δεδομένα έρευνας που συλλέχθηκαν από ένα πείραμα δεδηλωμένων προτιμήσεων που διεξήχθη με πιθανούς χρήστες υπηρεσιών στην Αθήνα, Ελλάδα.

Το υπόλοιπο της εργασίας είναι δομημένο ως εξής: παρουσιάζεται και αναλύεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση, το μεθοδολογικό πλαίσιο, η ανάπτυξη του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των στοιχείων, τα αποτελέσματα της μελέτης και, τέλος, συζητούνται τα κύρια ευρήματα, μαζί με περιορισμούς και περεταίρω συστάσεις.

Στην επόμενη σελίδα, παρουσιάζεται διαγραμματικά η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας (Σχήμα 1.1).



Σχήμα 1.1. Διαγραμματική απεικόνηση της δομής της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

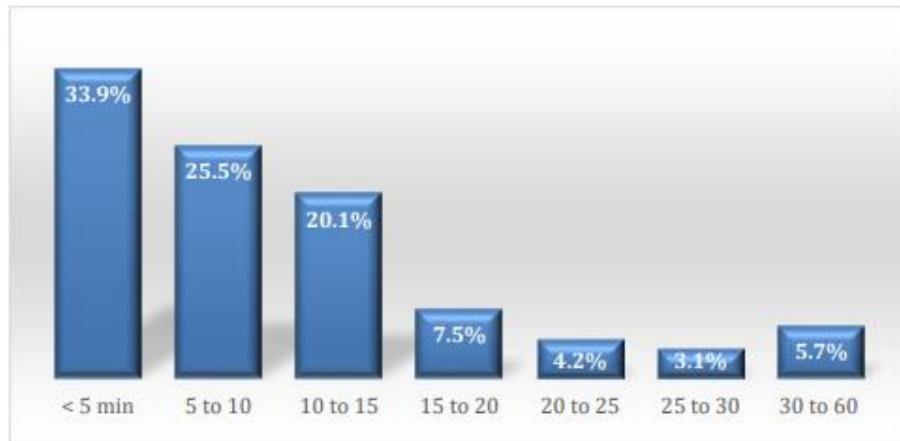
Το συγκεκριμένο κεφάλαιο αφορά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Παρατίθενται τα αποτελέσματα διεθνών ερευνών, των οποίων το αντικείμενο παρουσιάζει συνάφεια με τα υπό μελέτη ζητήματα, όπως αυτά αναλύθηκαν συνοπτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Η σημαντική αύξηση της ζήτησης και της χρήσης των ηλεκτρικών σκούτερ έχει προσελκύσει τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον της ερευνητικής κοινότητας, με αρκετές δημοσιεύσεις να επιχειρούν να τονίσουν τα κύρια χαρακτηριστικά και τους οδηγούς χρήσης των συγκεκριμένων οχημάτων.

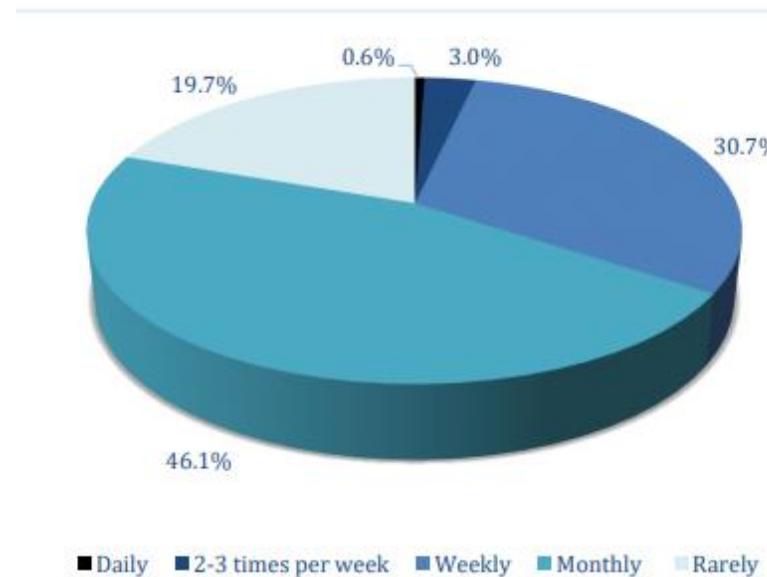
Η αυξανόμενη ζήτηση για οχήματα μικροκινητικότητας αφύπνησε το ενδιαφέρον για την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τα ταξίδια με ηλεκτρικά πατίνια. Το 2019 μια μελέτη που περιελάμβανε ευρήματα από δευτερογενή ανάλυση δεδομένων, μια σειρά από παρατηρήσεις και μια ποσοτική έρευνα ερωτηματολογίου που ολοκληρώθηκε από 534 χρήστες στην πόλη του Ρεθύμνου στην Κρήτη, έδειξαν ότι η υπηρεσία μικροκινητικότητας φαίνεται να είναι δημοφιλής για ταξίδια μικρής απόστασης (έως 1,5 km) και για πολύ σύντομες ενοικιάσεις, έως 15 λεπτών, εντός του κεντρικού αστικού πυρήνα(Bakogiannis et al., 2019). Το Ρέθυμνο είναι η πρώτη ελληνική πόλη που φιλοξένησε ένα σύστημα κοινής χρήσης ποδηλάτων χωρίς σύνδεση (Dockless Bike Sharing System-DBSS). Το σύστημα αυτό έχει ως σκοπό να προωθήσει τη βιώσιμη κινητικότητα και να βοηθήσει στον μετριασμό των υψηλών επιπέδων κυκλοφορίας αυτοκινήτων που προκαλείται από έναν συνεχώς αυξανόμενο αριθμό τουριστών, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η συγκεκριμένη έρευνα εξέτασε την αποτελεσματικότητα του DBSS με στόχο: α) την ανάλυση των τρεχόντων προτύπων χρήσης, β) τον εντοπισμό και τη συζήτηση των διαφόρων λόγων που ενθαρρύνουν ή αποτρέπουν τη χρήση του και γ) την καταγραφή ορισμένων βασικών αντιλήψεων των χρηστών που αντικατοπτρίζουν και επηρεάζουν την αποδοχή και τη χρήση του συστήματος.

Οι ανησυχίες και οι περιορισμοί για την ασφάλεια της κυκλοφορίας στην υπάρχουσα ποδηλατική υποδομή είναι δύο από τους παράγοντες που επηρεάζουν δυσμενώς τη χρήση του συστήματος, καθώς πολλοί αμφισβήτησαν εάν το πρόγραμμα ήταν μια αποτελεσματική επένδυση υπό την παρούσα κατάσταση με τους δεδομένους περιορισμούς στο συγκοινωνιακό σύστημα του Ρεθύμνου. Η πλειονότητα των συχνών και περιστασιακών χρηστών θεώρησε ότι το πρόγραμμα είναι προσιτό, εύκολο στη χρήση και κατάλληλο τόσο για τουρίστες όσο και για ντόπιους πληθυσμούς. Αυτά τα ευρήματα αποτελούν τα πρώτα αποτύπωμα της χρήσης DBSS στην Ελλάδα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή για την παροχή κατάλληλων παρεμβάσεων πολιτικής στις μελλοντικές στρατηγικές αστικών μεταφορών που θέλουν να προωθήσουν και να ενισχύσουν την προτίμηση της κοινής χρήσης ποδηλάτων.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ



Σχήμα 2.1. Κατηγοριοποίηση ταξιδιών με βάση τη διάρκεια (σε λεπτά)

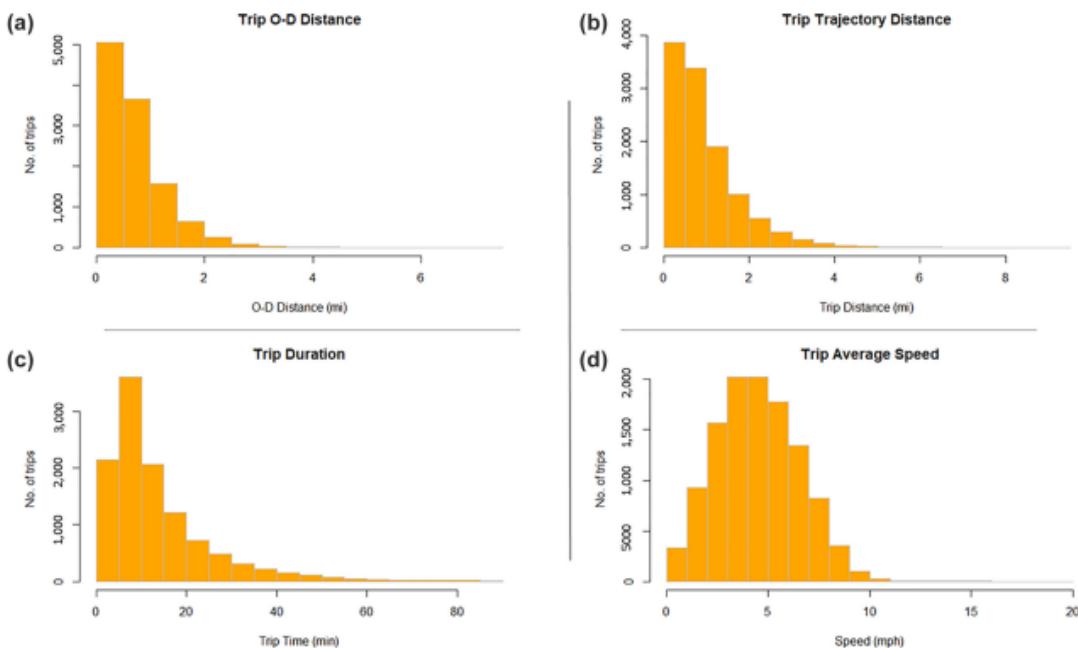


Σχήμα 2.2. Συχνότητα χρήσης του συστήματος κοινής χρήσης ποδηλάτων χωρίς σύνδεση

Η μεταβλητή της απόστασης και του χρόνου ταξιδιού αναφέρθηκε επίσης σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Ουάσιγκτον των ΗΠΑ. Τα κύρια συμπεράσματα, που προέκυψαν από τη χρήση περιγραφικών στατιστικών μεθόδων, ήταν ότι η απόσταση ταξιδιού δεν ξεπερνούσε τα 0,73 μίλια (1,17 km) και ότι ο χρόνος ταξιδιού ήταν αρκετά μεγάλος με μέσο όρο 13,82 λεπτά (Zou et al., 2020). Οι Zou et al., αξιοποιώντας τα εξαιρετικά ακριβή δεδομένα API σε πραγματικό χρόνο, διερεύνησαν πώς αλληλεπιδρούν τα ταξίδια με ηλεκτρικά πατίνια με τη σχεδίαση του δρόμου και την κυκλοφορία των οχημάτων. Προσδιορίστηκαν δύο ερευνητικά θέματα: α) ο σχεδιασμός ποδηλατοδρόμων, έτσι ώστε τα ταξίδια με ηλεκτρικά σκούτερ να μπορούν να φιλοξενούνται με ασφάλεια και β) η αντιμετώπιση των ανησυχιών για την ασφάλεια των χρηστών. Διαπιστώθηκε ότι οι αρτηρίες και οι τοπικοί δρόμοι με μεγάλη κίνηση είναι οι πιο δημοφιλείς εγκαταστάσεις στις οποίες χρησιμοποιούνται τα ηλεκτρικά πατίνια. Αν οι δρόμοι διαθέτουν

ποδηλατόδρομους, τότε πιθανότατα θα προσελκύσουν περισσότερη κυκλοφορία ηλεκτρικών πατινιών. Η κοινή χρήση ηλεκτρικών σκούτερ είναι εξαιρετικά δημοφιλής για ταξίδια αναψυχής. Η διαχείριση της ακαταστασίας από οχήματα ηλεκτρικών σκούτερ και η προστασία της ασφάλειας των πεζών αποτελούν προτεραιότητες για το NPS σε συντονισμό με την ομάδα χωρίς αποβάθρα της DDOT. Το πιο σημαντικό στοιχείο αποτελεί πως αυτή η έρευνα εντόπισε τμήματα του δρόμου στην Ουάσιγκτον, DC που είναι «επιρρεπή σε κίνδυνο» για χρήση ηλεκτρικών σκούτερ. Ο εντοπισμός τέτοιων τμημάτων μπορεί να παρέχει στις τοπικές υπηρεσίες πολύτιμες πληροφορίες για τη ρύθμιση και τη διαχείριση της κυκλοφορίας και των παρόχων υπηρεσιών ηλεκτρικών πατινιών, καθώς και την ενίσχυση της προστασίας για το μερίδιο ηλεκτρικών σκούτερ σε αυτούς τους δρόμους/διαδρόμους για τη βελτίωση της ασφάλειας για όλους τους χρήστες του δρόμου.

Σχήμα 2.3. Κατανομή ταξιδιού κατά: α) απόσταση αφετηρίας-προορισμού, β) απόσταση



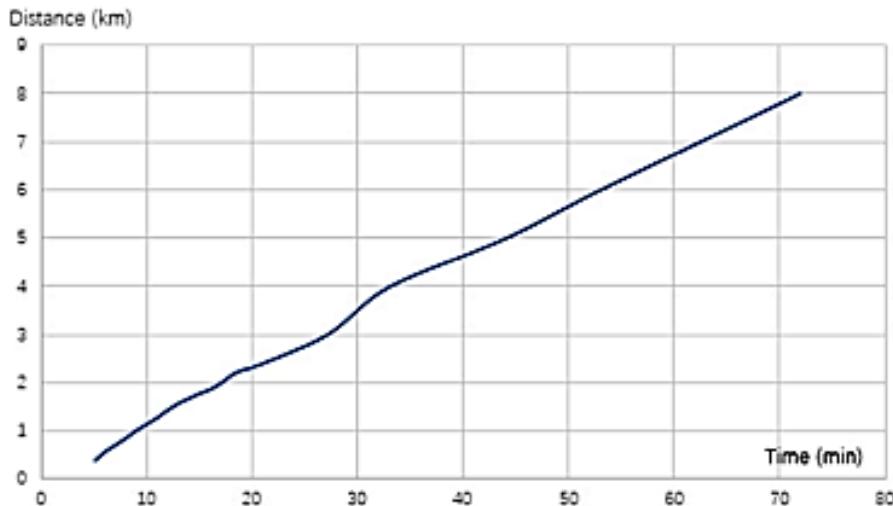
τροχιάς, γ)διάρκεια, δ)ταχύτητα

Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξε έρευνα που διεξήχθη μέσω της διανομής ερωτηματολογίου στη Σιγκαπούρη. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι τα ηλεκτρικά πατίνια είναι πιο πιθανό να αντικαταστήσουν τα ταξίδια μικρής απόστασης που ολοκληρώνονται με περπάτημα (Cao et al., 2021). Η εμφάνιση της κοινής χρήσης ηλεκτρικών πατινιών ως νέα υπηρεσία μικροκινητικότητας παρέχει μια ελκυστική επιλογή για τους ταξιδιώτες σε κοντινές αποστάσεις. Παραδόξως, έχουν γίνει λιγότερες έρευνες για την αποτελεσματικότητά τους στην εξυπηρέτηση διαμετακομιστικών ταξιδιών μικρής απόστασης. Οι Cao et al. διερεύνησαν τη δυνατότητα χρήσης της κοινής χρήσης ηλεκτρικών πατινιών για την αντικατάσταση των ταξιδιών διαμετακόμισης μικρής απόστασης στην Κεντρική Περιοχή της Σιγκαπούρης σε δύο

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

επίπεδα, δηλαδή το επίπεδο αντίληψης των χρηστών και το λειτουργικό επίπεδο των εταιρειών ηλεκτρικών πατινιών. Μέσω μιας δηλωμένης έρευνας προτιμήσεων και μεικτών μοντέλων logit, διαπιστώνουμε ότι ο ναύλος, η μεταφορά MRT και η απόσταση πρόσβασης-εξόδου MRT έχουν σημαντικά αρνητικές επιπτώσεις στα βοηθητικά προγράμματα λειτουργίας με τυχαίες προτιμήσεις μεταξύ των ερωτηθέντων. Οι άνδρες, οι νέοι και οι ομάδες υψηλού εισοδήματος είναι πιο ετερογενείς στις προτιμήσεις για ηλεκτρικά σκούτερ. Αναλύοντας τις ταξιδιωτικές απαιτήσεις κάτω από διαφορετικά επίπεδα κόπωσης στη συγκοινωνία, ανακαλύπτεται ότι υψηλότερο επίπεδο έμμεσης διέλευσης, περισσότερες μεταφορές και μεγαλύτερη πρόσβαση με τα πόδια, οδηγούν σε μεγαλύτερη πιθανότητα χρήσης ηλεκτρικών πατινιών. Αναλύοντας την απόφαση των εταιρειών ηλεκτρικών πατινιών, όσον αφορά στους συμβιβασμούς μεταξύ της εξυπηρέτησης περισσότερων ταξιδιών με ηλεκτρικά σκούτερ και της δημιουργίας περισσότερων εσόδων με διαφορετικούς ναύλους, προκύπτει η διαπίστωση ότι η απώλεια εσόδων μπορεί να είναι σημαντική εάν μεγιστοποιήσουμε τυφλά το μερίδιο λειτουργίας των ηλεκτρικών πατινιών και αντίστροφα. Για να γίνει επιτυχής μια καλύτερη ισορροπία μεταξύ δύο στόχων, υπολογίστηκαν οι θέσεις αντιστάθμισης ανάμεσα σε δύο άκρα μεγιστοποίησης που θα μπορούσαν να εξοικονομήσουν μεγάλη απώλεια στο ένα μόνο με μια μικρή μείωση στο μεγιστοποιημένο ποσό του άλλου, διατηρώντας την ευθυγράμμιση δύο στόχων και μείωση της ασυμφωνίας τους.

Η συγκεκριμένη μελέτη ενημερώνει τους φορείς εκμετάλλευσης, τους σχεδιαστές και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σχετικά με τον τρόπο αξιοποίησης και ρύθμισης αυτής της νέας υπηρεσίας κινητικότητας. Παρέχει προτάσεις για την ανάπτυξη κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών για την ικανοποίηση της ζήτησης που δεν καλύπτεται από τη συγκοινωνία, ειδικά όπου τα συγκοινωνιακά ταξίδια έχουν μεγαλύτερη έμμεση απόσταση, μεταφορά και πρόσβαση-εξόδου με τα πόδια. Οι στρατηγικές προμήθειας ηλεκτρικών πατινιών σε διαφορετικές τοποθεσίες μπορούν να ποικίλουν ανάλογα με τα κοινωνικά και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τις προτιμήσεις και τις επιλογές λειτουργίας των ηλεκτρικών σκούτερ. Όταν οι δημόσιες αρχές και οι ιδιωτικοί φορείς έχουν συγκρούσεις όσον αφορά στην εξυπηρέτηση περισσότερων μεμονωμένων ταξιδιών και την αναζήτηση περισσότερων εσόδων, ο συμβιβασμός μπορεί να μετρηθεί για να επιτευχθεί μια σωστή ισορροπία. Τα πιθανά μέσα περιλαμβάνουν διοικητικούς κανονισμούς (δηλαδή έκδοση της άδειας εκμετάλλευσης που απαιτεί από τους αερομεταφορείς να εξυπηρετούν άβολα σύντομα ταξίδια διαμετακόμισης σε ορισμένες καθορισμένες τοποθεσίες) ή οικονομικές παρεμβάσεις (δηλαδή επιδοτήσεις σε φορείς εκμετάλλευσης που παρέχονται από τις δημόσιες αρχές).



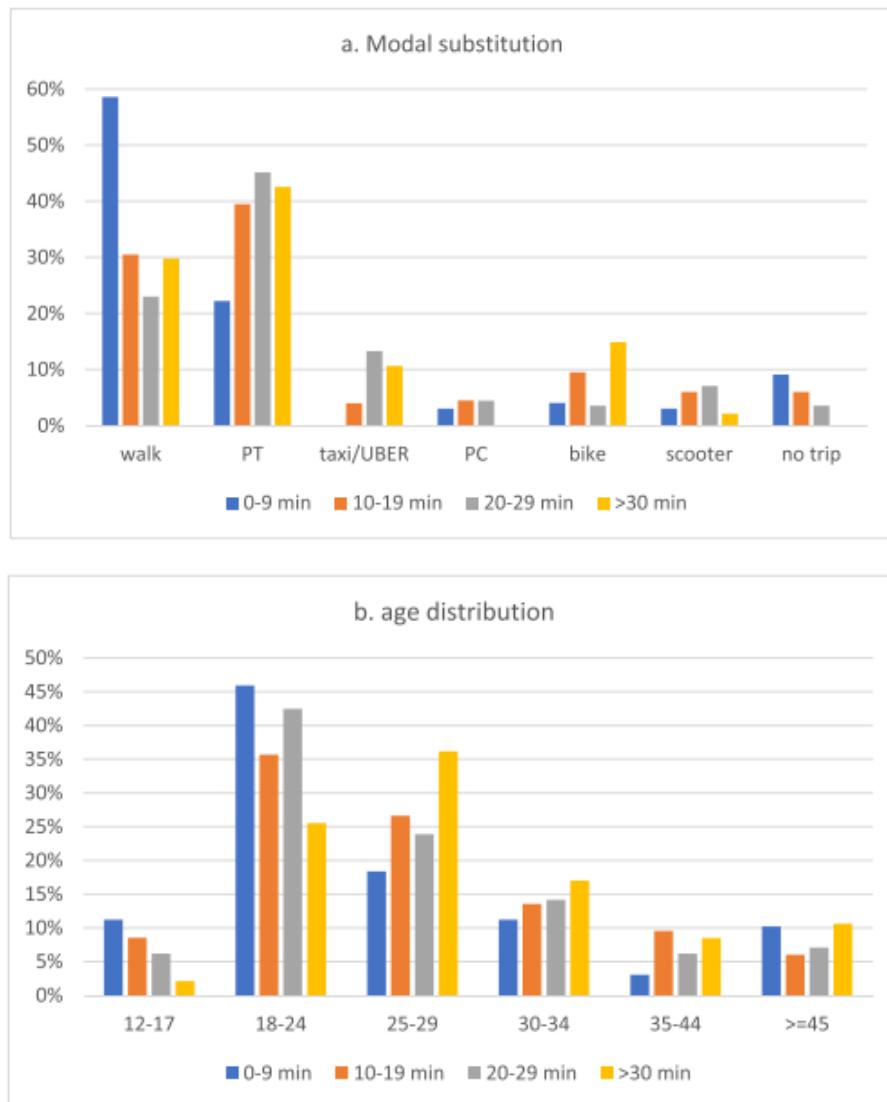
Σχήμα 2.4. Πειραματικός σχεδιασμός της δηλωμένης έρευνας προτιμήσεων. Τα 34 σενάρια χωρίστηκαν σε 5 ομάδες ερωτηματολογίου, ακολουθώντας τις εξής αρχές: (1) κάθε ομάδα περιείχε 6-7 σενάρια όπου τα σενάρια αυτά, είτε του MRT, είτε του ηλεκτρικού πατινιού κατανεμήθηκαν ομοιόμορφα και αναλογικά για να αποφευχθεί η αυτοβελτίωση. (2) τα 6-7 σενάρια σε κάθε ομάδα κάλυψαν όλα τα επίπεδα κάθε μεταβλητής.

Ερωτηματολόγια για τα ηλεκτρικά σκούτερ αναπτύχθηκαν επίσης από τον Μάιο έως τον Ιούνιο του 2019 στο Παρίσι της Γαλλίας, όπου η μικροκινητικότητα ευδοκιμεί τα τελευταία χρόνια. Η έρευνα έδειξε ότι η μέση απόσταση της διαδρομής είναι 15 λεπτά ή 2,5 μίλια (Christoforou et al., 2021). Σύμφωνα με τους Christoforou et al., αυτό το εύρημα υποδηλώνει πως, σε αντίθεση με την επικρατούσα άποψη, τα ηλεκτρικά πατίνια δεν χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για ταξίδια του τελευταίου μιλίου. Τα μέσα αυτά φαίνεται να χρησιμοποιούνται κυρίως για λόγους αναψυχής σε όλη την περιοχή του Παρισιού, κυρίως στο κέντρο του. Ο χρόνος περπατήματος για την εύρεση ενός διαθέσιμου ηλεκτρικού πατινιού σπάνια υπερβαίνει τα 3-4 λεπτά, ενώ η συνολική διάρκεια ταξιδιού είναι κυρίως 10-19 λεπτά. Οι μετατροπές (modal shifts) που προκαλούνται από τα ηλεκτρικά πατίνια προέρχονται κατά 35% από το περπάτημα, 27% από τις δημόσιες συγκοινωνίες, 9% από άλλα κοινόχρηστα συστήματα κινητικότητας, 4% από ιδιωτικά αυτοκίνητα και 6% από ταξί. Σχεδόν το 6% των τελευταίων ταξιδιών με ηλεκτρικά πατίνια είναι προσχεδιασμένα ταξίδια. Συνολικά, το 21% των ταξιδιών με τα συγκεκριμένα οχήματα μπορεί να θεωρηθεί ως «βιώσιμο», καθώς ανταποκρίνεται σε αντικατάσταση ιδιωτικών μηχανοκίνητων οχημάτων ή ενισχυμένη κινητικότητα (enhanced mobility) (νέα ταξίδια).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, οι χρήστες ηλεκτρικών σκούτερ σπάνια διαθέτουν κατάλληλο μικροόχημα, είναι κυρίως άνδρες ηλικίας 18–29 ετών, διαθέτουν υψηλό εκπαιδευτικό επίπεδο και χρησιμοποιούν ηλεκτρικό πατίνι περιστασιακά. Οι χρήστες φαίνεται να ταξιδεύουν περισσότερο με ηλεκτρικά πατίνια για να επιτύχουν εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων ταξιδιού και όχι για διασκέδαση. Ο σκοπός του ταξιδιού συνήθως συσχετίζεται με μεγαλύτερη διάρκεια ταξιδιού σε άλλους τρόπους μεταφοράς, επειδή η μετακίνηση είναι γενικά μεγαλύτερη. Αυτό είναι αναληθές, καθώς οι χρήστες είναι κάτοικοι πόλεων που δεν καλύπτουν σημαντικά μεγαλύτερες αποστάσεις για μετακίνηση σε σύγκριση με τις νυχτερινές εξόδους. Ωστόσο, οι τελευταίοι χρήστες δεν

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

είναι συχνοί αναβάτες. Μετακινούνται κυρίως με το περπάτημα και τα μέσα μαζικής μεταφοράς (72%), ενώ λίγοι έχουν αυξήσει τη συνολική τους κινητικότητα, πραγματοποιώντας νέα ταξίδια (6%). Ένας στους τρεις ερωτηθέντες ταξίδεψε συνοδευόμενος στο τελευταίο του ταξίδι με ηλεκτρικό πατίνι. Επιπλέον, μια ανάλυση διασταυρούμενων μεταβλητών αποκάλυψε ότι οι ιδιοκτήτες τέτοιων μέσων είναι νεότεροι, έχουν υψηλότερο εισόδημα και αναπτύσσουν λιγότερες συμπεριφορές ανάληψης κινδύνου σε σύγκριση με τους χρήστες FFES (Free-Floating Electric Scooters). Ο κύριος ταξιδιωτικός σκοπός των ανδρών και γυναικών χρηστών είναι οι δραστηριότητες αναψυχής. Επιπλέον, το δείγμα μας δείχνει ότι οι μεγαλύτερες διάρκειες ταξιδιών σχετίζονται με τη μεγαλύτερη ηλικία.

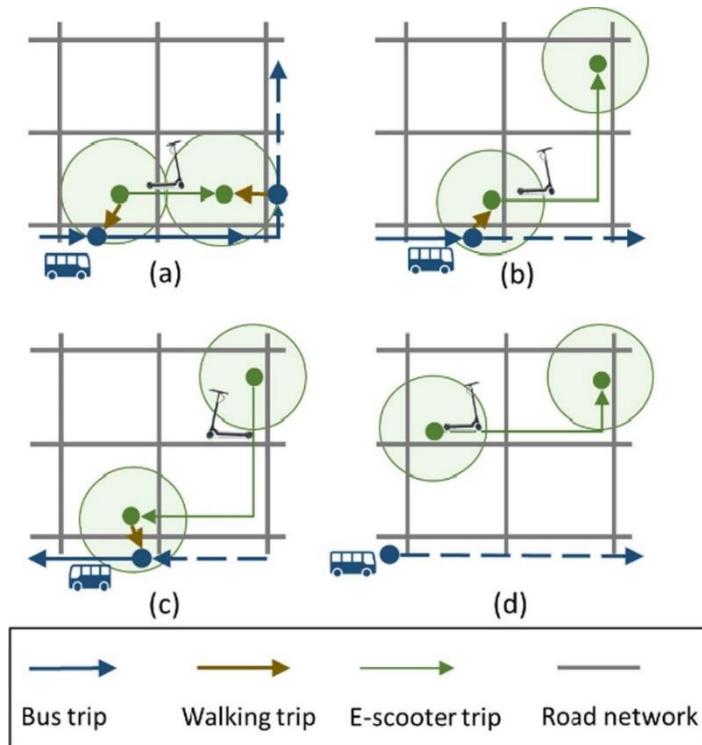


Σχήμα 2.5. Διανομές μεγαλύτερης διάρκειας ταξιδιών ηλεκτρικών πατινιών έναντι μικρότερων.

Μια άλλη μεταβλητή που εντοπίστηκε σε διάφορες μελέτες ήταν ο αντίκτυπος των μέσων μαζικής μεταφοράς στον αριθμό των ταξιδιών με τα ηλεκτρικά πατίνια (Luo et al., 2021).

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Τα κοινόχρηστα συστήματα ηλεκτρικών πατινιών αναπτύσσονται ραγδαία σε πολλές πόλεις ως δυνητικός βιώσιμος τρόπος μεταφοράς. Ωστόσο, παραμένει ασαφές εάν τα μέσα αυτά ανταγωνίζονται ή συμπληρώνουν τα υπάρχοντα μέσα μαζικής μεταφοράς. Η μελέτη, που διεξήχθη στην Ινδιανάπολη των ΗΠΑ από τους Luo et al., προτείνει ένα πλαίσιο μοντελοποίησης για τον εντοπισμό των πιθανών επιπτώσεων των ταξιδιών με ηλεκτρικά πατίνια στο υπάρχον σύστημα λεωφορείων, λαμβάνοντας υπόψη τη χωροχρονική διαθεσιμότητα της υπηρεσίας λεωφορείων. Η σχέση μεταξύ γραμμών λεωφορείων και ηλεκτρικών πατινιών διερευνήθηκε με τη μέθοδο Difference-in-Differences στα χωροχρονικά μοτίβα των μέσων κίνησης μικροκινητικότητας. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι περίπου το 27% των ταξιδιών μικροκινητικότητας θα μπορούσαν ενδεχομένως να αντικαταστήσουν και να ανταγωνιστούν το υπάρχον σύστημα λεωφορείων. Η πιθανή ανταγωνιστική σχέση μπορεί επίσης να οδηγήσει σε μείωση των επιβατών των λεωφορείων. Επιπλέον, τα περισσότερα ταξίδια με ηλεκτρικό πατίνι ξεκινούν από το κέντρο της πόλης (68%), ενώ τα συμπληρωματικά ταξίδια (29%) είναι κυρίως εκτός του κέντρου της πόλης, όπου η κάλυψη με λεωφορείο είναι χαμηλή. Η επανατοποθέτηση των ηλεκτρικών πατινιών σε περιοχές με περιορισμένες υπηρεσίες λεωφορείων μπορεί να προωθήσει καλύτερα τη συνεργατική σχέση μεταξύ των δύο συστημάτων.



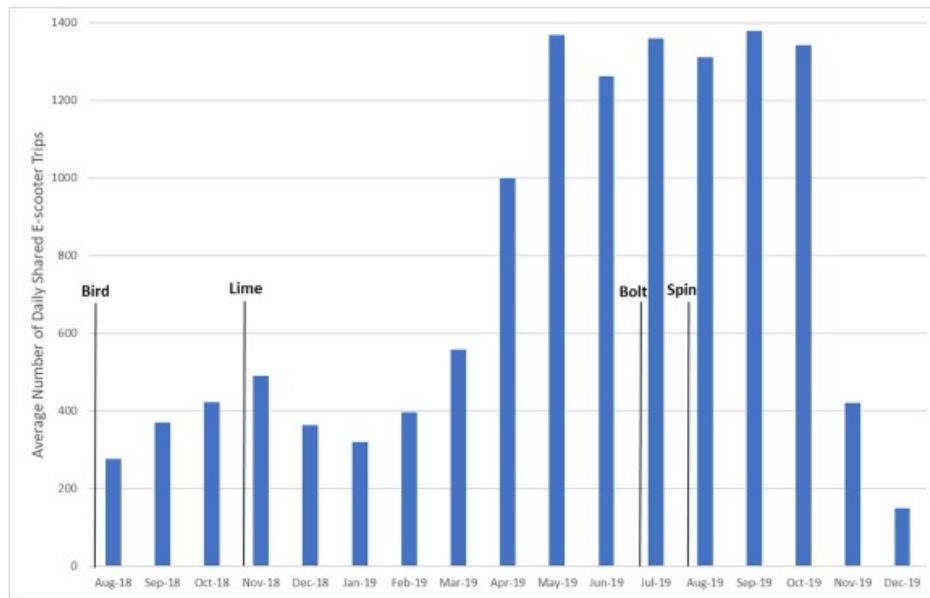
Σχήμα 2.6. Παραδείγματα επιλεγμένων κατηγοριών πρόσκρουσης: (α) αντικατάσταση περπατήματος. (β) σύνδεση τελευταίου μιλίου. (γ) σύνδεση πρώτου μιλίου και (δ) εκτός των περιοχών εξυπηρέτησης. Οι κύκλοι υποδεικνύουν την αποδεκτή απόσταση με τα πόδια.

Στο ίδιο πνεύμα, η μελέτη των Ziedan et al. διεξήγαγε μια εμπειρική ανάλυση για να ποσοτικοποιήσει τον αντίκτυπο των κοινόχρηστων ηλεκτρικών σκούτερ στη χρήση

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

λεωφορείων στο Λούισβιλ των Η.Π.Α (Ziedan et al., 2021). Το 2019, περισσότερα από 88 εκατομμύρια κοινά ταξίδια με e-scooter πραγματοποιήθηκαν σε όλη τη χώρα. Ωστόσο, ο αντίκτυπος αυτού του αυξανόμενου τρόπου λειτουργίας στην επιβατική κίνηση είναι ακόμη σε μεγάλο βαθμό άγνωστος και περιορίζεται στα ευρήματα των ερευνών χρηστών. Ο πρωταρχικός στόχος αυτής της μελέτης είναι να πραγματοποιήσει μια εμπειρική ανάλυση για να προστικοποιήσει τον αντίκτυπο των κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών στην επιβατική κίνηση των λεωφορείων χρησιμοποιώντας το Λούισβιλ του Κεντάκι, ως μελέτη περίπτωσης που διεξήχθη πριν από την πανδημία COVID-19. Για να εκτιμηθεί εάν τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά πατίνια μειώνουν ή αυξάνουν την επιβατική κίνηση στο λεωφορείο, αυτή η μελέτη αξιολόγησε περισσότερα από μισό εκατομμύριο κοινά ταξίδια με ηλεκτρικά σκούτερ και υπολόγισε αρκετά ημερήσια, εβδομαδιαία και μηνιαία μοντέλα παλινδρόμησης σταθερών επιπτώσεων της επιβατικής κίνησης σε επίπεδο διαδρομής. Τα αποτελέσματα των προτιμώμενων μοντέλων παλινδρόμησης σταθερού αποτελέσματος υποδεικνύουν ότι τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά σκούτερ δεν έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην κίνηση των τοπικών λεωφορείων. Ωστόσο, τα αποτελέσματα του μοντέλου υποδεικνύουν ότι τα μέσα αυτά θα μπορούσαν ενδεχομένως να συμπληρώσουν διαδρομές λεωφορείων express καθώς εξυπηρετούν το πρώτο/τελευταίο μίλι ενός ταξιδιού. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης υποδεικνύουν ότι τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά σκούτερ δεν είναι μία από τις κύριες αιτίες της μείωσης των επιβατών λεωφορείων στο Λούισβιλ. Αυτό το εύρημα είναι σημαντικό για πόλεις σε όλες τις Ηνωμένες Πολιτείες, καθώς διερευνούν τα αίτια της πρόσφατης μείωσης της επιβατικής κίνησης σε λεωφορεία. Συνολικά, αυτό σημαίνει ότι τα εν λόγω μέσα δεν είναι ένας από τους λόγους για την πρόσφατη πτώση της επιβατικής κίνησης σε τοπικά λεωφορεία.

Από την άλλη πλευρά, η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών και των δρομολογίων λεωφορείων express στο Λούισβιλ υποδηλώνει ότι κάθε δέκα κοινά ταξίδια με ηλεκτρικά σκούτερ που πραγματοποιούνται εντός της ζώνης επιρροής μιας στάσης λεωφορείου express θα μπορούσαν ενδεχομένως να συμπληρώσουν έως και 5 ταξίδια express με λεωφορείο. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι τα μέσα αυτά θα μπορούσαν να αυξήσουν την επιβατική κίνηση σε διαδρομές λεωφορείων express, καθώς χρησιμεύουν ως σύνδεσμοι πρώτου/τελευταίου μιλίου. Ωστόσο, αυτό το εύρημα θα πρέπει να ερμηνεύεται με προσοχή και συνιστάται περαιτέρω έρευνα σχετικά με τη σχέση μεταξύ της μετακίνησης με λεωφορείο express και των κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης υποδεικνύουν ότι τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά πατίνια δεν έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην επιβατική κίνηση των λεωφορείων στο Λούισβιλ και ότι θα μπορούσαν δυνητικά να βοηθήσουν τις υπηρεσίες να αντιμετωπίσουν τις συνδέσεις πρώτου/τελευταίου μιλίου με τη συγκοινωνία. Αυτά τα ευρήματα είναι σημαντικά για το Λούισβιλ και άλλες παρόμοιες πόλεις σε όλες τις Ηνωμένες Πολιτείες, καθώς βοηθούν στη διερεύνηση των αιτιών της πρόσφατης μείωσης των επιβατών λεωφορείων σε εθνικό επίπεδο. Επιπλέον, αυτά τα ευρήματα ενδέχεται να ενθαρρύνουν τους φορείς εκμετάλλευσης συγκοινωνιών και κοινών ηλεκτρικών πατινιών να εξερευνήσουν νέους τρόπους για την ενοποίηση αυτών των δύο τρόπων μεταφοράς για τη βελτίωση της προσβασιμότητας στο μέλλον.



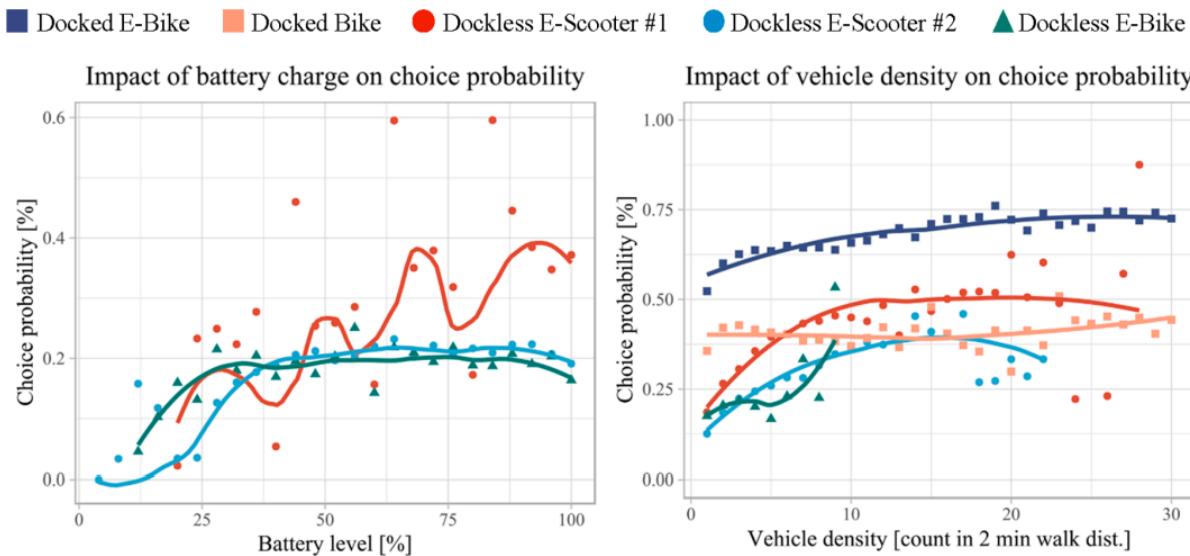
Σχήμα 2.7. Μέσες ημερήσιες κοινές διαδρομές με ηλεκτρονικά σκούτερ για το Λούισβιλ για την περίοδο Αυγούστου 2018 έως Δεκεμβρίου 2019.

Το πόρισμα της προηγούμενης έρευνας οριοθετήθηκε, επίσης, στα αποτελέσματα ενός ερωτηματολογίου που διεξήχθη στη Ζυρίχη της Ελβετίας και παρουσίαζε υψηλή στατιστική σημασία μεταξύ της συνδρομής στα μέσα μαζικής μεταφοράς και των κοινών τρόπων μικροκινητικότητας (Reck et al., 2021a). Οι κοινόχρηστες υπηρεσίες μικροκινητικότητας απέκτησαν γρήγορα δημοτικότητα. Για αυτόν τον λόγο, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη κατάλληλων πολιτικών από τις διοικήσεις των πόλεων, παρόλο που η επιστημονική γνώση πάνω σε αυτόν τον τομέα είναι περιορισμένη. Σύμφωνα με τους Reck et al., οι χρήστες κοινής μικροκινητικότητας τείνουν να είναι νέοι, πανεπιστημιακά μορφωμένοι άνδρες με πλήρη απασχόληση που ζουν σε εύπορα νοικοκυριά χωρίς παιδιά ή αυτοκίνητα. Οι χρήστες των κοινόχρηστων ηλεκτρικών σκούτερ είναι νεότεροι, αλλά πιο αντιπροσωπευτικοί του γενικού πληθυσμού όσον αφορά στην εκπαίδευση, την πλήρη απασχόληση, το εισόδημα και το φύλο από τους χρήστες που μοιράζονται ποδήλατα. Αυτό υποδηλώνει ότι τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά πατίνια μπορεί να συνεισφέρουν στη δικαιοσύνη των μεταφορών. Ωστόσο, η προώθησή τους θα πρέπει να γίνεται με προσοχή, καθώς οι εκπομπές του κύκλου ζωής υπερβαίνουν εκείνες της κοινής χρήσης ποδηλάτων. Τέλος, οι συνεισφορές μετοχικού κεφαλαίου ενδέχεται να παραμορφωθούν καθώς πολλοί χρήστες είναι φοιτητές.

Οι περισσότερες προηγούμενες μελέτες έχουν αναλύσει μεμονωμένους τρόπους λειτουργίας, υπάρχουν μόνο λίγες συγκριτικές μελέτες δύο τρόπων λειτουργίας και καμία μέχρι στιγμής δεν έχει αναλύσει τον ανταγωνισμό ή την επιλογή τρόπου λειτουργίας σε υψηλή χωροχρονική ανάλυση για περισσότερους από δύο τρόπους. Για το σκοπό αυτό, σε διεύρυνση της προηγούμενης έρευνας, οι Reck et al. ανέπτυξαν μια εφαρμόσιμη μεθοδολογία για τη μοντελοποίηση και ανάλυση του κοινού ανταγωνισμού μικροκινητικότητας και επιλογής τρόπου λειτουργίας, χρησιμοποιώντας ευρέως προσβάσιμα δεδομένα τοποθεσίας οχήματος (Reck et al., 2021b). Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε με σκοπό να εκτιμηθούν τα πρώτα ολοκληρωμένα μοντέλα επιλογής

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

τρόπου λειτουργίας μεταξύ τεσσάρων διαφορετικών τρόπων μικροκινητικότητας, χρησιμοποιώντας το μεγαλύτερο και πικνότερο εμπειρικό κοινό σύνολο δεδομένων μικροκινητικότητας μέχρι σήμερα. Τα αποτελέσματά υποδηλώνουν ότι η επιλογή τρόπου λειτουργίας είναι ηλεκτρικά πατίνια χωρίς αποβάθρα και ότι κυριαρχείται από την απόσταση και την ώρα της ημέρας. Προτιμώνται οι συνδεδεμένες λειτουργίες για τις μετακινήσεις. Ως εκ τούτου, η υποδομή σύνδεσης για τις τρέχουσες λειτουργίες χωρίς σύνδεση θα μπορούσε να είναι ζωτικής σημασίας για την ενίσχυση της μικροκινητικότητας ως ελκυστική εναλλακτική λύση στα ιδιωτικά αυτοκίνητα για την αντιμετώπιση της αστικής συμφόρησης κατά τις ώρες αιχμής. Επιπλέον, τα αποτελέσματά μας αποκαλύπτουν μια θεμελιώδη σχέση μεταξύ της πικνότητας του στόλου και της χρήσης. Οι αρχές της πόλης και οι πάροχοι υπηρεσιών μπορούν να αξιοποιήσουν αυτήν την ποσοτική σχέση για να αναπτύξουν ρύθμιση μικροκινητικότητας βασισμένη σε στοιχεία και να βελτιστοποιήσουν την ανάπτυξη του στόλου τους, αντίστοιχα.

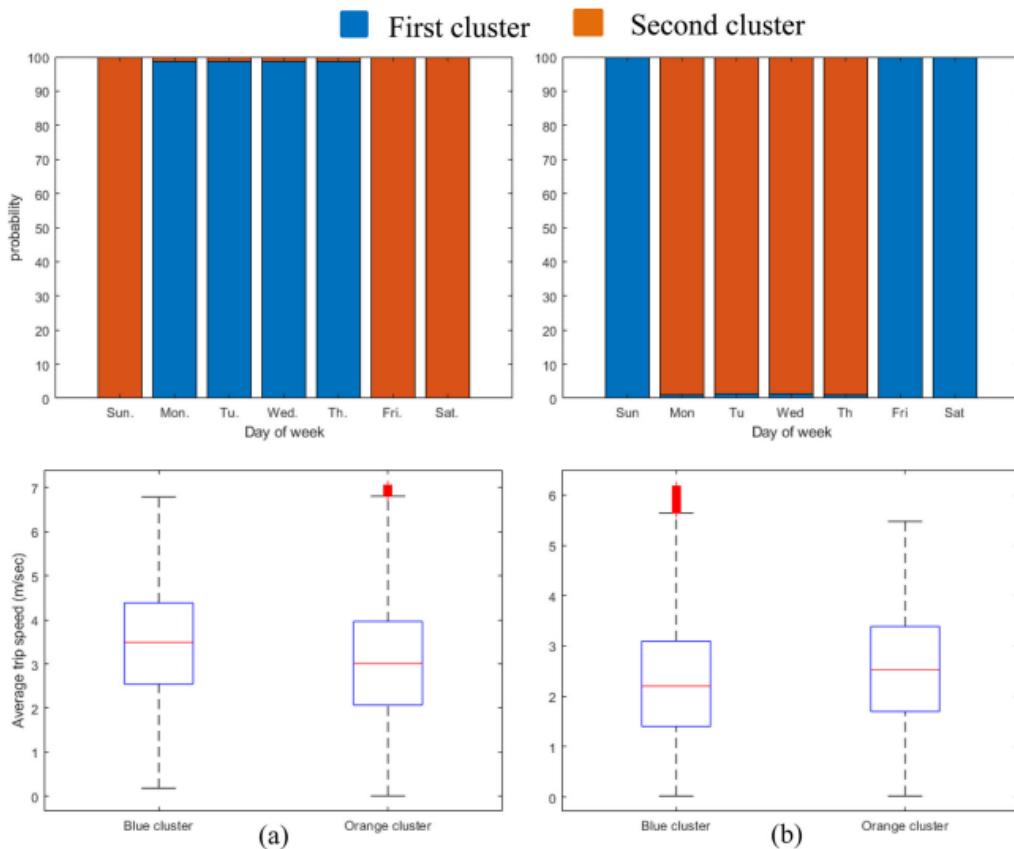


Σχήμα 2.8. Στοιχεία μείωσης των οριακών κερδών χρησιμότητας ("φαινόμενο οροπέδιο") για τη φόρτιση της μπαταρίας και την πικνότητα του οχήματος (εξομαλυνόμενες γραμμές)

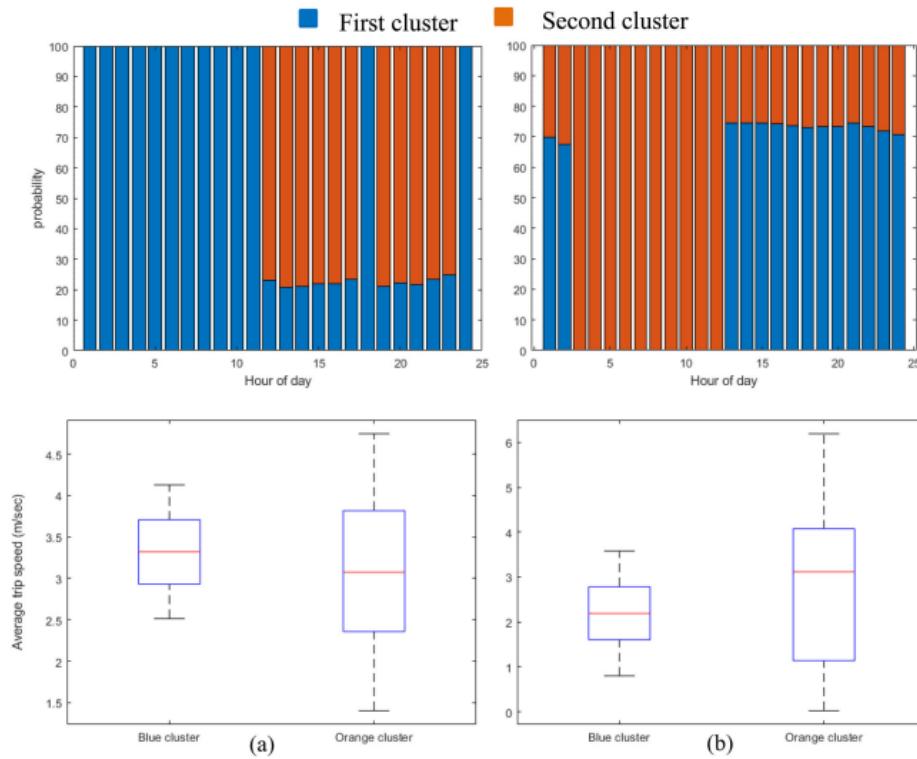
Τα ταξίδια με e-scooter φάνηκε επίσης να επηρεάζονται από την ταχύτητα. Εστιάζοντας στην ταχύτητα με τις λειτουργίες μικροκινητικότητας, οι Almanna et al. συνέκριναν τη μέση ταχύτητα των ηλεκτρικών σκούτερ και των ηλεκτρικών ποδηλάτων ανά ημέρα της εβδομάδας στο Ωστιν των ΗΠΑ από τον Δεκέμβριο του 2018 έως τον Μάιο του 2019 (Almanna et al., 2021). Τα συστήματα κοινής χρήσης ηλεκτρικών πατινιών και ηλεκτρικών ποδηλάτων εξυπηρετούν και διευκολύνουν την αυξημένη κυκλοφορία στις πικνοκατοικημένες πόλεις και επεκτείνονται σημαντικά. Ωστόσο, αυτοί οι νέοι τρόποι μεταφοράς μικροκινητικότητας εγείρουν πολυάριθμες ανησυχίες για τη λειτουργία και την ασφάλεια. Αυτή η μελέτη αναλύει τη συμπειριφορά των χρηστών του συστήματος κοινής χρήσης ηλεκτρικών ποδηλάτων και ηλεκτρικών σκούτερ. Διεξάγεται έρευνα σχετικά με το πώς αλλάζει η μέση ταχύτητα ταξιδιού ανάλογα με την ημέρα της εβδομάδας και την ώρα της ημέρας. Η μελέτη διαπίστωσε ότι τόσο τα ηλεκτρικά πατίνια όσο και τα ηλεκτρικά

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

ποδήλατα είχαν υψηλότερη μέση ταχύτητα τις καθημερινές από ό,τι τα Σαββατοκύριακα και ότι η ταχύτητά τους ήταν συγκριτικά χαμηλότερη, όταν ο σκοπός του ταξιδιού ήταν η διασκέδαση. Η μέση ταχύτητα των ηλεκτρικών πατινιών είναι 2,19 έως 2,78 m/s, η οποία είναι χαμηλότερη από τη μέση ταχύτητα των ηλεκτρικών ποδηλάτων που κυμαίνεται από 3,01 έως 3,44 m/s. Τα αποτελέσματα δείχνουν επίσης ένα παρόμοιο μοτίβο ταχύτητας για τη μέση ταχύτητα των ηλεκτρικών ποδηλάτων και των ηλεκτρικών σκούτερ τις ημέρες της εβδομάδας και ένα διαφορετικό μοτίβο ταχύτητας για τη μέση ταχύτητα των ηλεκτρικών ποδηλάτων και των ηλεκτρικών σκούτερ κατά τις ώρες της ημέρας. Διαπιστώθηκε ότι οι χρήστες τείνουν να οδηγούν ηλεκτρικά ποδήλατα και ηλεκτρικά σκούτερ με χαμηλότερη μέση ταχύτητα για ψυχαγωγικούς σκοπούς σε σύγκριση με όταν οδηγούνται για λόγους μετακίνησης. Ακόμη, οι διαφορετικές ταχύτητες των χρηστών σε αυτό το μικτό ρεύμα κυκλοφορίας του Όστιν θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στη διαδικασία χάραξης πολιτικής. Πρέπει να αναγνωριστεί ότι η διαφορά στις ταχύτητες μπορεί να αυξήσει τις πιθανότητες δημιουργίας συνθηκών για σύγκρουση μεταξύ διαφορετικών τρόπων λειτουργίας στους δρόμους.



Σχήμα 2.9α. Συστήματα ώρας της ημέρας για (α) ηλεκτρικά ποδήλατα και (β) ηλεκτρικά σκούτερ.



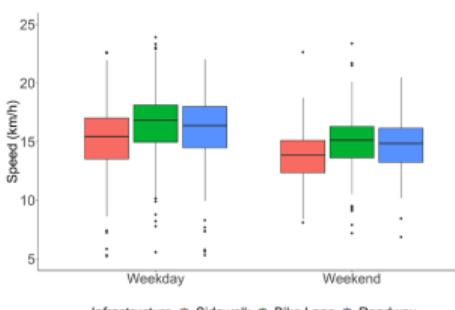
Σχήμα 2.9β. Συστήματα ώρας της ημέρας για (α) ηλεκτρικά ποδήλατα και (β) ηλεκτρικά σκούτερ.

Μια άλλη έρευνα που έλαβε υπόψη περίπου 80.000 διαδρομές, οι οποίες αποτελούν σχεδόν το 1,4% των συνολικών δρομολογίων που πραγματοποιήθηκαν στο Ωστιν των ΗΠΑ, έδειξε ότι τις καθημερινές και τις ώρες αιχμής, οι χρήστες ηλεκτρικών πατινιών τείνουν να έχουν υψηλότερες ταχύτητες σε σύγκριση με τα Σαββατοκύριακα και άλλες ώρες (Zuniga-Garcia et al., 2021). Τα συστήματα κοινής χρήσης εξυπηρετούν και διευκολύνουν την αυξημένη κίνηση στις πυκνοκατοικημένες πόλεις και επεκτείνονται σημαντικά. Ωστόσο, αυτοί οι νέοι τρόποι μεταφοράς μικροκινητικότητας εγείρουν πολυάριθμες ανησυχίες για τη λειτουργία και την ασφάλεια. Με βάση ένα σύνολο δεδομένων από την πόλη του Austin, από τον Δεκέμβριο του 2018 έως τον Μάιο του 2019, οι Zuniga-Garcia et al., έβγαλαν το συμπέρασμα πως η μέση ταχύτητα ταξιδιού για ηλεκτρικά ποδήλατα κυμαίνεται μεταξύ 3,01 και 3,44 m/s και είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη των ηλεκτρικών σκούτερ (2,19 έως 2,78 m). Τα αποτελέσματα δείχνουν επίσης ένα παρόμοιο μοτίβο ταχύτητας για τη μέση ταχύτητα των ηλεκτρικών ποδηλάτων και των ηλεκτρικών πατινιών τις ημέρες της εβδομάδας και ένα διαφορετικό μοτίβο ταχύτητας για τη μέση ταχύτητα των ηλεκτρικών ποδηλάτων και των ηλεκτρικών σκούτερ κατά τις ώρες της ημέρας. Διαπιστώθηκε ότι οι χρήστες τείνουν να οδηγούν ηλεκτρικά ποδήλατα και ηλεκτρικά σκούτερ με πιο αργή μέση ταχύτητα για ψυχαγωγικούς σκοπούς σε σύγκριση με όταν ταξιδεύουν για λόγους μετακίνησης. Τα αποτελέσματα δείχνουν επίσης ότι οι διαφορετικές ταχύτητες των χρηστών σε αυτό το μικτό ρεύμα κυκλοφορίας στο Ωστιν πρέπει να ληφθεί υπόψη στη διαδικασία χάραξης πολιτικής. Η διαφορά στην ταχύτητα μπορεί να αυξήσει τις πιθανότητες δημιουργίας των συνθηκών για σύγκρουση μεταξύ διαφορετικών τρόπων λειτουργίας στους δρόμους.

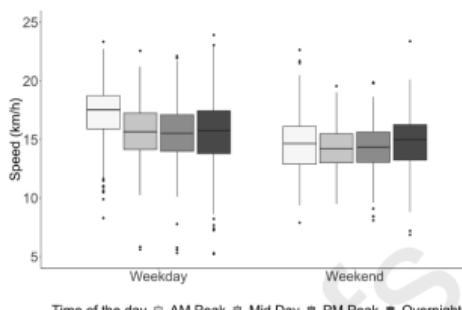
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Αυτή η μελέτη χρησιμοποίησε δεδομένα τροχιάς ηλεκτρικών πατινιών σε μορφή MDS για να παρέχει μια χωροχρονική ανάλυση των VMT και των ταχυτήτων των ηλεκτρικών σκούτερ σε διαφορετικούς τύπους αστικών υποδομών. Τα κύρια ευρήματα υποδηλώνουν ότι οι αναβάτες ηλεκτρικών πατινιών χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό τύπων αστικών υποδομών στα ταξίδια τους, με μεγαλύτερες αποστάσεις κατανεμημένες σε δρόμους και πεζοδρόμια. Επιπλέον, οι χρήστες τείνουν να οδηγούν με τις χαμηλότερες ταχύτητες στην περιοχή του κέντρου της πόλης, που αντιστοιχεί στην περιοχή της υψηλότερης ζήτησης ταξιδιού και σε μεγάλο αριθμό αξιοθέατων λιανικής και ψυχαγωγίας. Υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ταχυτήτων σε διαφορετικές ώρες της ημέρας και ημέρες της εβδομάδας. Οι αναβάτες τείνουν να οδηγούν γρηγορότερα τις καθημερινές και η ΑΜ κορυφώνεται όταν υπάρχει μεγαλύτερος όγκος οχημάτων αυτοκινήτου. Επιπλέον, οι χρήστες ηλεκτρικών σκούτερ φαίνεται να οδηγούν σε μονοπάτια πεζών με χαμηλότερες ταχύτητες από ότι σε ποδηλατόδρομους και δρόμους, με τις λωρίδες ποδηλάτου να παρουσιάζουν τις υψηλότερες ταχύτητες ηλεκτρικών πατινιών.

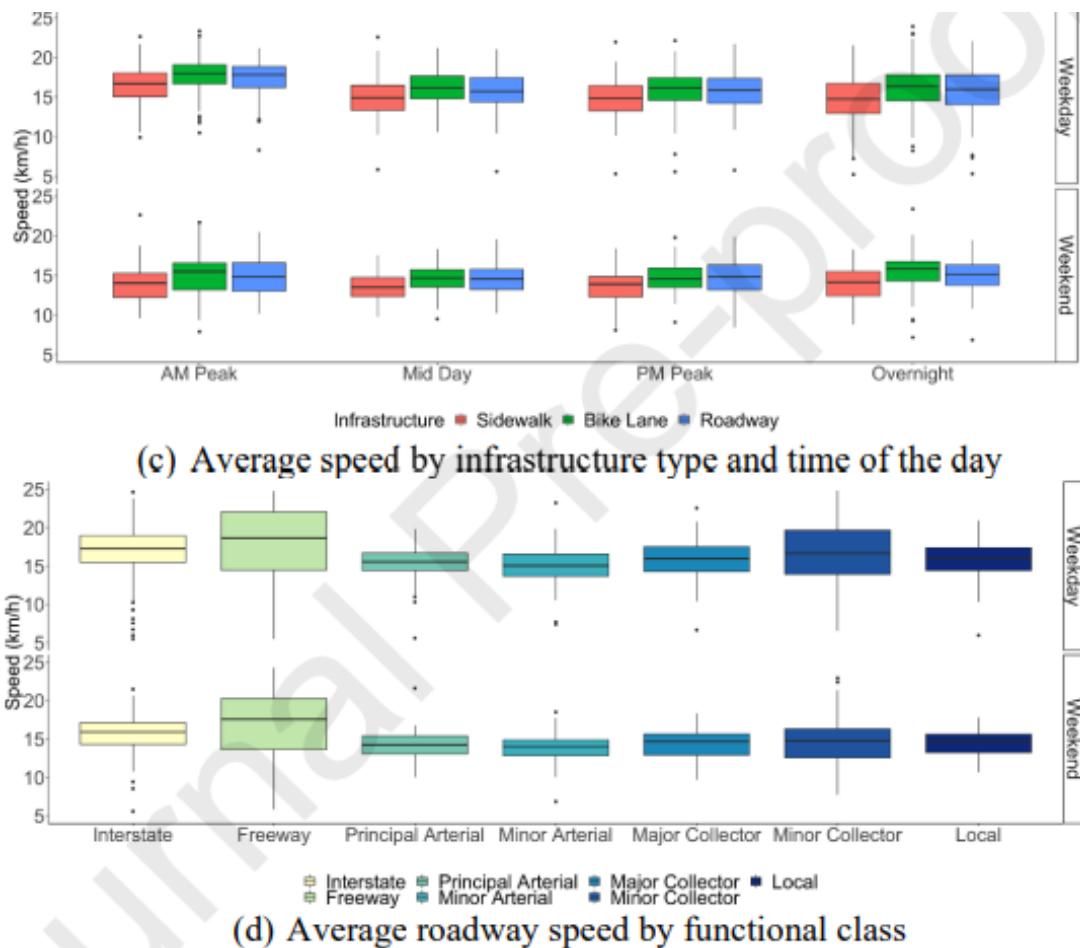
Επί του παρόντος, η πόλη του Όστιν επιτρέπει αναβάτες ηλεκτρικών πατινιών στα πεζοδρόμια και δεν υπάρχουν καθορισμένα όρια ταχύτητας, εκτός από την περιοχή της πανεπιστημιούπολης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης που παρέχονται σε αυτήν την έρευνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από πολεοδόμους και υπεύθυνους χάραξης πολιτικής για να ενημερώσουν τους μελλοντικούς κανονισμούς για το δικαίωμα οδήγησης και την ταχύτητα για τα ηλεκτρονικά σκούτερ. Επιπλέον, οι μέθοδοι που παρέχονται σε αυτή τη μελέτη μπορούν να ενσωματωθούν περαιτέρω στα πρότυπα κοινής χρήσης δεδομένων για να διατηρηθούν οι διορατικές πληροφορίες προστατεύοντας παράλληλα τα PII. Οι κύριοι περιορισμοί αυτής της μελέτης περιλαμβάνουν την ακρίβεια των πληροφοριών γεωεντοποισμού. Αν και ισχυρά, τα τρέχοντα αρχεία GIS της υπηρεσίας δεν είναι σταθερά αρκετά ακριβή για να καταγράψουν την ακριβή τοποθεσία όλων των τύπων υποδομής σε όλη την πόλη. Οι αναλύσεις της ενοποίησης των αναδυόμενων συστημάτων κινητικότητας απαιτούν περαιτέρω συνεργασία με τις οντότητες που είναι αρμόδιες για τη συλλογή και τη διατήρηση αυτών των δεδομένων. Επιπλέον, υπάρχει μια εγγενής αβεβαιότητα θέσης GPS στα δεδομένα τροχιάς λόγω του περιορισμού του αισθητήρα και της τεχνολογίας GPS, με αποτέλεσμα να διακυβεύεται η σκοπιμότητα των ακριβών εκτιμήσεων. Ωστόσο, τα σύνολα δεδομένων τροχιάς είναι αρκετά μεγάλα ώστε να παρέχουν πληροφορίες για ανάλυση σημαντικότητας.



(a) Average speed by infrastructure type



(b) Average speed by time of the day



Σχήμα 2.10. Κατανομή μέσης ταχύτητας

Όσον αφορά στους ποδηλατόδρομους, η μέση ταχύτητα των ηλεκτρικών πατινιών παρατηρήθηκε να είναι 8% έως 9% υψηλότερη, ενώ στις λωρίδες αυτοκινήτων και στους αστικούς δρόμους, η ταχύτητα αυξάνεται κατά 5% έως 7% τις περισσότερες ημέρες της εβδομάδας. Η οδική υποδομή φαίνεται να είναι καταλυτικός παράγοντας στην επιλογή διαδρομής κατά τη χρήση τους. Σύμφωνα με τους Zhang et al., οι αναβάτες ηλεκτρικών πατινιών είναι πρόθυμοι να αλλάξουν τη διαδρομή τους για να ακολουθήσουν ποδηλατόδρομους, μονοπάτια πολλαπλών χρήσεων, δρόμους τριτογενούς και μονόδρομους (Zhang et al., 2021). Το ηλεκτρικό πατίνι είναι μια καινοτόμος λειτουργία ταξιδιού που ικανοποιεί τη ζήτηση πολλών ταξιδιωτών. Η έλλειψη κατανόησης των προτιμήσεων δρομολόγησης των χρηστών καθιστά δύσκολο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να προσαρμόσουν τις υπάρχουσες υποδομές για να ικανοποιήσουν αυτές τις αναδυόμενες ταξιδιωτικές απαιτήσεις. Μέσω ενός μοντέλου επιλογής διαδρομής με ηλεκτρικό πατίνι αποκαλύφθηκαν οι προτιμήσεις των αναβατών για διαφορετικούς τύπους μεταφορικών υποδομών, χρησιμοποιώντας δεδομένα προτιμήσεων που αποκαλύφθηκαν. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας μονάδες Global Positioning System, οι οποίες ήταν εγκατεστημένες σε ηλεκτρικά σκούτερ που λειτουργούσαν στην πανεπιστημιούπολη της Virginia Tech από τον Σεπτέμβριο έως τον Οκτώβριο του 2019. Το μοντέλο επιλογής διαδρομής Recursive Logit εφαρμόστηκε σε

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

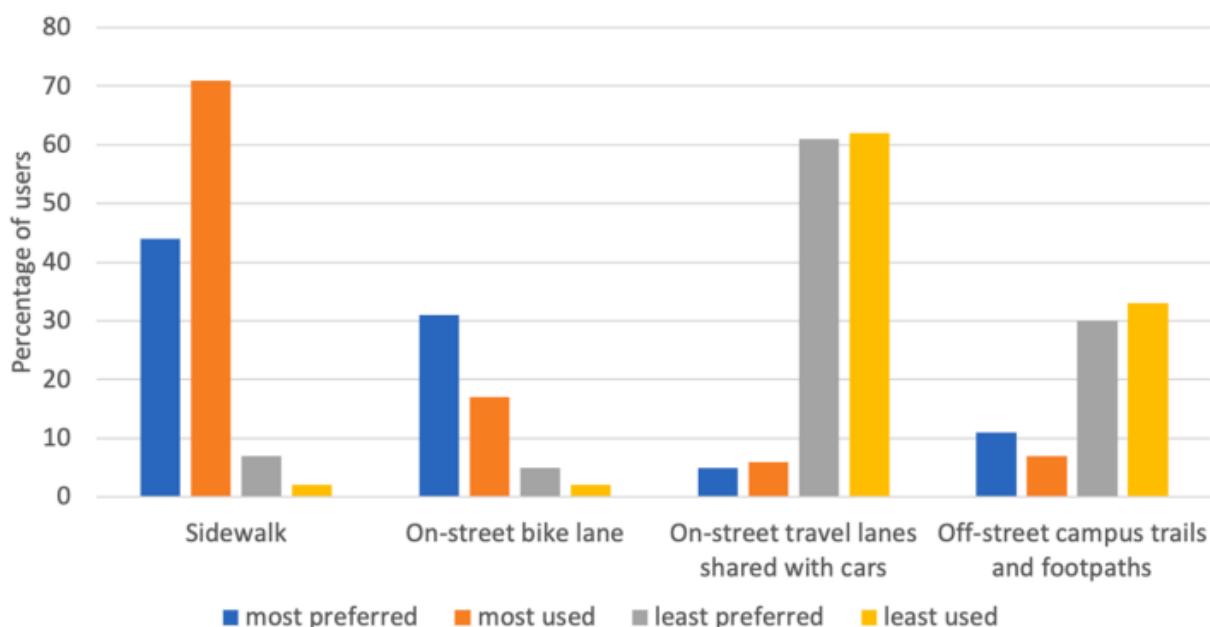
2000 τυχαίες τροχιές ηλεκτρικών πατινιών. Τα αποτελέσματα του μοντέλου υποδηλώνουν ότι οι αναβάτες ηλεκτρικών σκούτερ είναι πρόθυμοι να διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις για να οδηγήσουν σε ποδηλατόδρομους (59% περισσότερο), μονοπάτια πολλαπλών χρήσεων (29%), δρόμους τριτογενούς (15%) και δρόμους μονής κατεύθυνσης (21%). Οι χρήστες συγκεκριμένων οχημάτων προτιμούν επίσης πιο σύντομες και απλούστερες διαδρομές. Οι ποδηλατόδρομοι εμφανίζουν τους μεγαλύτερους θετικούς εκτιμώμενους συντελεστές και είναι οι πιο προτιμώμενες υποδομές. Οι σκάλες στους διαδρόμους θεωρούνται μη ελκυστικές και οι χρήστες ηλεκτρικών πατινιών είναι πρόθυμοι να ταξιδέψουν 55% περισσότερο για να τις αποφύγουν. Οι συντελεστές άλλων υποδομών, όπως οι πεζόδρομοι, οι κύριοι δρόμοι και οι δρόμοι εξυπηρέτησης, οι γέφυρες και οι σήραγγες, βρέθηκαν στατιστικά ασήμαντοι, υποδεικνύοντας ότι οι χρήστες ηλεκτρικών πατινιών δεν είναι ευαίσθητοι σε αυτές τις ανέσεις στην πανεπιστημιούπολη Virginia Tech. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι υπάρχει περιορισμένος αριθμός αυτών των υποδομών μεταφοράς στην πανεπιστημιούπολη και οι χρήστες των συγκεκριμένων μέσων μεταφοράς δεν επιτρέπεται να ταξιδεύουν στην πόλη του Blacksburg. Οι γέφυρες και οι σήραγγες στην πανεπιστημιούπολη σχεδιάζονται συνήθως για να συνδέουν εσωτερικούς χώρους (π.χ. αίθουσες διδασκαλίας, καταστρώματα στάθμευσης κ.λπ.) αντί για σκοπούς ταξιδιού ή μετακίνησης. Ως εκ τούτου, η χρήση ηλεκτρικών πατινιών μπορεί να περιοριστεί στην πλειονότητα αυτών των υποδομών μέσω της τεχνολογίας geofencing. Παρόμοια με τους ποδηλάτες, οι χρήστες ηλεκτρικών πατινιών τείνουν επίσης να ακολουθούν πιο σύντομες και απλούστερες διαδρομές και να αποφεύγουν τις αριστερές στροφές και τις αναστροφές. Τέλος, η κλίση δεν είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή διαδρομής με ηλεκτρικά πατίνια, πιθανότατα επειδή τα οχήματα αυτά τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια, δηλαδή κινούνται με ηλεκτρικό κινητήρα.

Οι αναβάτες ηλεκτρικών σκούτερ προτιμούν υποδομές που είναι διαχωρισμένες από τα αυτοκίνητα, όπως ποδηλατόδρομος και μονοπάτια μικτής χρήσης. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητη η εισαγωγή περισσοτέρων ποδηλατόδρομων στην πανεπιστημιούπολη για να καλύφθει η ζήτηση. Παρόλο που στους αναβάτες ηλεκτρικών πατινιών αρέσει η οδήγηση σε πεζοδρόμια, τείνουν να οδηγούν σε πεζοδρόμια πιο συχνά από ό,τι προτιμούν, σύμφωνα με την έρευνα προτιμήσεων που δηλώθηκε, πιθανώς λόγω της έλλειψης υποδομής ποδηλατοδρόμων. Οι αναβάτες ηλεκτρικών πατινιών τείνουν, επίσης, να αποφεύγουν μονοπάτια και σκάλες, καθώς μπορεί να αντιμετωπίσουν δυσκολίες στην εξισορρόπηση του οχήματος και να έχουν ανησυχίες για την ασφάλεια. Επομένως, ο σχεδιασμός υποδομής ηλεκτρικών πατινιών θα πρέπει να ενθαρρύνει πιο λείες επιφάνειες και να ελαχιστοποιεί τα εμπόδια στο μονοπάτι για να μειώσει τις ανησυχίες περί ασφαλείας.

Το τρέχον μοντέλο δεν περιλαμβανει δημογραφικές, κοινωνικές και οικονομικές μεταβλητές, για να προσδιορίσει εάν οι προτιμήσεις διαφέρουν μεταξύ διαφορετικών χρηστών. Ωστόσο, οι μελλοντικές προσπάθειες μοντελοποίησης θα πρέπει να εξετάσουν την ετερογένεια στις προτιμήσεις των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών. Δεύτερον, αυτή η μελέτη δεν εξαντλεί όλες τις μεταβλητές που σχετίζονται με την υποδομή, λόγω των περιορισμένων τύπων υποδομών μεταφορών στην πανεπιστημιούπολη Virginia Tech. Για παράδειγμα, αυτή η μελέτη δεν διακρίνει περαιτέρω τους τύπους ποδηλατοδρόμων (π.χ. προστατευμένοι έναντι απροστάτευτων) δεδομένου του περιορισμένου αριθμού

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

ποδηλατοδρόμων στην πανεπιστημιούπολη της Virginia Tech και δεν μοντελοποιεί πεζοδρόμια ξεχωριστά. Επιπλέον, υπάρχουσες μελέτες επιλογής ποδηλατικών διαδρομών έχουν βρει ότι η προτίμηση για υποδομές μπορεί επίσης να επηρεαστεί από τον όγκο και την ταχύτητα κυκλοφορίας αυτοκινήτων και φορτηγών, καθώς και από τον σχεδιασμό διασταυρώσεων. Ως εκ τούτου, οι μελλοντικές προσπάθειες μοντελοποίησης θα πρέπει να ενσωματώσουν πιο εκλεπτυσμένες μεταβλητές υποδομής για τον προσδιορισμό της ευαισθησίας των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών. Επιπλέον, η ακρίβεια των σημείων GPS που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη μελέτη περιορίζεται σε πέντε ψηφία μετά τα δεκαδικά ψηφία, τα οποία δεν επαρκούν για τον προσδιορισμό της λωρίδας που έχουν χρησιμοποιήσει οι αναβάτες ηλεκτρικών σκούτερ. Τέλος, το τρέχον μοντέλο αναπτύσσεται χρησιμοποιώντας δεδομένα GPS που παράγονται κυρίως από νεαρούς φοιτητές. Οι προτιμήσεις υποδομής μπορεί να διαφέρουν για χρήστες ηλεκτρικών σκούτερ εκτός της ρύθμισης της πανεπιστημιούπολης. Τα χαρακτηριστικά της υποδομής μπορεί επίσης να διαφέρουν σημαντικά σε αστικές συνθήκες. Ως εκ τούτου, απαιτούνται περισσότερες εμπειρικές μελέτες σε μεγαλύτερες πόλεις με διαφορετικές αστικές μορφές, δομημένα περιβάλλοντα και υποδομές μεταφορών για να ληφθούν πιο γενικευμένες προτιμήσεις επιλογής διαδρομής για ηλεκτρικά πατίνια.

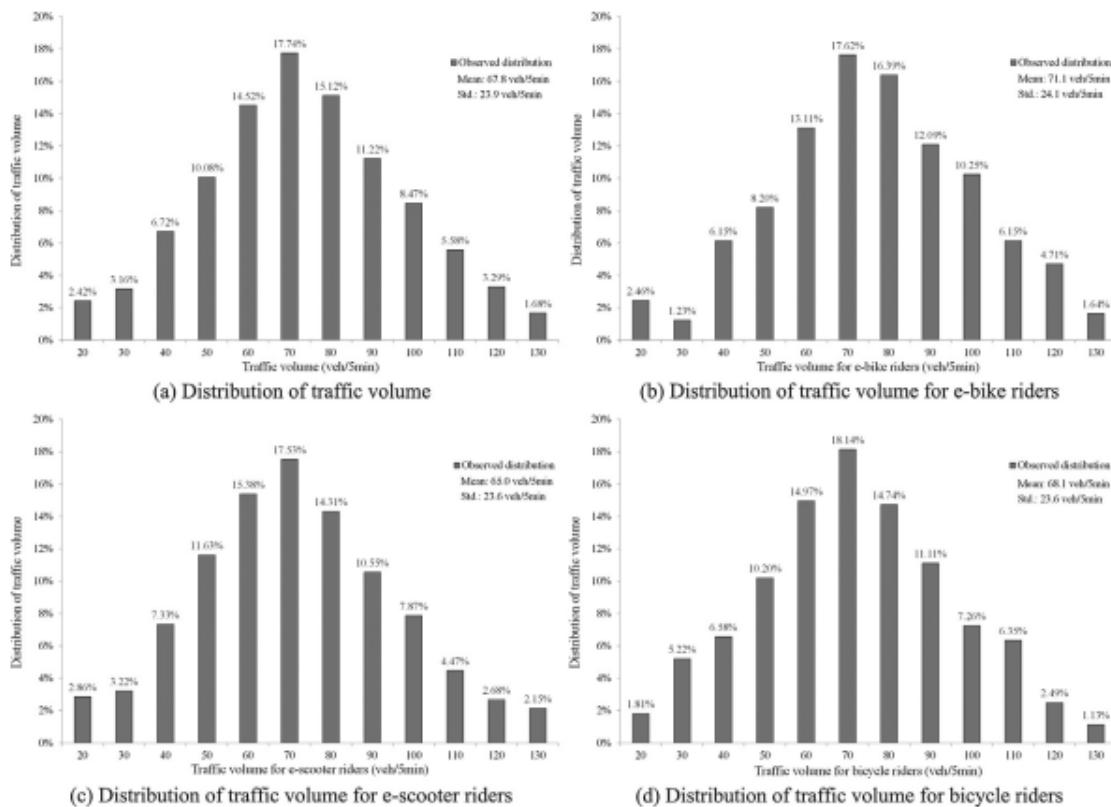


Σχήμα 2.11. Προτιμήσεις υποδομής μεταφορών έναντι πραγματικής χρήσης που αναφέρθηκαν από χρήστες ηλεκτρικών πατινιών.

Ωστόσο, η προθυμία αλλαγής της διαδρομής των οδηγών ηλεκτρικών πατινιών προκειμένου να έχουν πρόσβαση σε ποδηλατόδρομους, επηρεάζει αρνητικά την άνεση των οδηγών ποδηλάτων (Bai et al., 2017). Η μελέτη των Bai et al. ασχολήθηκε με τον εντοπισμό των παραγόντων που επηρέασαν την αντίληψη της άνεσης των αναβατών ηλεκτρικών ποδηλάτων, ηλεκτρικών πατινιών και συμβατικών ποδηλάτων σε ποδηλατόδρομους σε αστικές οδούς. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν σε τριάντα τοποθεσίες σε τριάντα διαφορετικούς δρόμους στην περιοχή Nanjing στην Κίνα. Οι δοκιμές Chi-square του Pearson διεξήχθησαν, προκειμένου να γίνουν συγκρίσεις της αντίληψης

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

άνεσης μεταξύ διαφορετικών ομάδων ποδηλατών, οι οποίες ήταν η ηλικία τους, ο τύπος και ο όγκος των δίτροχων οχημάτων, το πλάτος των ποδηλατοδρόμων, ο φυσικός διαχωρισμός μεταξύ λωρίδων μηχανοκίνητων, ποδηλάτων και πεζών, η κλίση των ποδηλατοδρόμων, τα σημεία και η χρήση γης στην άκρη του δρόμου. Τα παραγγελθέντα μοντέλα probit αναπτύχθηκαν για να αξιολογήσουν ποσοτικά τις επιπτώσεις διαφορετικών παραγόντων που συμβάλλουν στην αντίληψη της άνεσης των αναβατών ηλεκτρικών ποδηλάτων, ηλεκτρικών σκούτερ και συμβατικών ποδηλάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε σύγκριση με τους αναβάτες ποδηλάτων, οι αναβάτες ηλεκτρικών ποδηλάτων και ηλεκτρικών σκούτερ ήταν πιο πιθανό να αντιληφθούν χαμηλό επίπεδο άνεσης. Η αντίληψη άνεσης των ποδηλατών αυξήθηκε με την αύξηση του πλάτους του ποδηλατοδρόμου, ενώ μειώθηκε με την αύξηση του όγκου των δίτροχων οχημάτων. Οι αναλογίες των ηλεκτρικών ποδηλάτων και των ηλεκτρικών πατινιών σε δίτροχα οχήματα επηρέασαν αρνητικά την αντίληψη της άνεσης των οδηγών ποδηλάτων. Επιπλέον, η παρουσία φυσικού διαχωρισμού μεταξύ των λωρίδων μηχανοκίνητων, ποδηλάτων και πεζών αύξησε σημαντικά την αντίληψη άνεσης των ποδηλατών. Με τα μοντέλα αντίληψης άνεσης, αναπτύχθηκε μια διαδικασία και αποκτήθηκαν γνώσεις για να βοηθήσουν τους επαγγελματίες των μεταφορών να εκτιμήσουν το BLOS μιας λωρίδας ποδηλάτου μεσαίου τμήματος με μικτή κίνηση με δύο τροχούς.



Σχήμα 2.12. Κατανομή κυκλοφοριακού όγκου

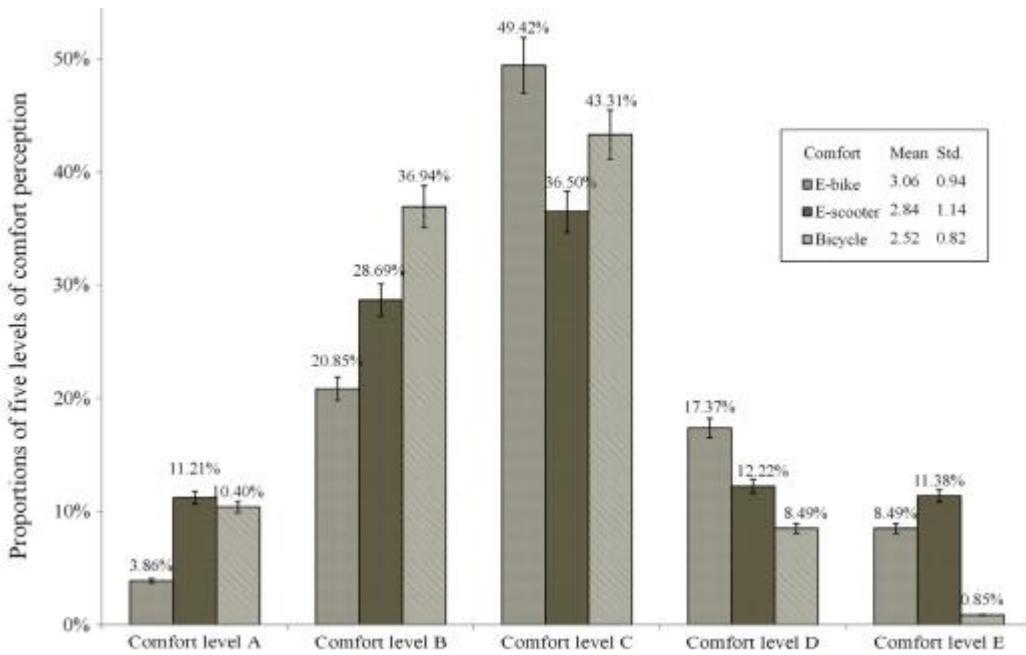
Σε σύγκριση με τους αναβάτες ποδηλάτων, οι αναβάτες ηλεκτρικών ποδηλάτων και ηλεκτρικών σκούτερ ήταν γενικά πιο πιθανό να αντιληφθούν τα χαμηλά επίπεδα άνεσης σε μια λωρίδα ποδηλάτου. Επιπλέον, το μέσο επίπεδο αντίληψης άνεσης για τους

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

αναβάτες ηλεκτρικών ποδηλάτων ήταν σημαντικά χαμηλότερο από αυτό των αναβατών ηλεκτρικών σκούτερ. Το εύρημα δείχνει ότι οι αναβάτες ηλεκτρικών ποδηλάτων ήταν λιγότερο ικανοποιημένοι με την υπηρεσία που παρείχαν οι ποδηλατόδρομοι από τους αναβάτες ηλεκτρικών σκούτερ και συμβατικών ποδηλάτων. Η διαπίστωση είναι εύλογη λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η ταχύτητα λειτουργίας των ηλεκτρικών ποδηλάτων είναι μεγαλύτερη από αυτή των ποδηλάτων, ενώ μικρότερη από αυτή των ηλεκτρικών σκούτερ. Στην πράξη, οι αναβάτες ηλεκτρικών ποδηλάτων συχνά αισθάνονται ότι εμποδίζονται από τους ποδηλάτες που βρίσκονται μπροστά τους. Από την άλλη πλευρά, μπορούν οι αναβάτες ηλεκτρικών σκούτερ πίσω τους να τα προσπεράσουν, όταν οδηγούν σε ποδηλατόδρομο.

Τα γεωμετρικά σχεδιαστικά χαρακτηριστικά και οι συνθήκες κυκλοφορίας επηρέασαν σημαντικά την αντίληψη άνεσης των αναβατών των δίτροχων οχημάτων. Οι ευρύτεροι ποδηλατόδρομοι μεσαίου τμήματος παρέχουν καλύτερα επίπεδα αντίληψης άνεσης στους αναβάτες των δίτροχων οχημάτων. Αυτό το εύρημα είναι γενικά συνεπές με προηγούμενες μελέτες (Callister and Lowry, 2013; HCM, 2010; Li et al., 2012; Kang and Lee, 2012). Η παρουσία φυσικού διαχωρισμού μεταξύ των λωρίδων μηχανοκίνητων, ποδηλάτων και πεζών αύξησε σημαντικά το επίπεδο αντίληψης άνεσης των ποδηλατών. Το εύρημα δείχνει ότι οι ποδηλάτες των δίτροχων οχημάτων μπορεί να αισθάνονται πιο άνετα στους ποδηλατοδρόμους με λιγότερες παρεμβολές από μηχανοκίνητα οχήματα και πεζούς.

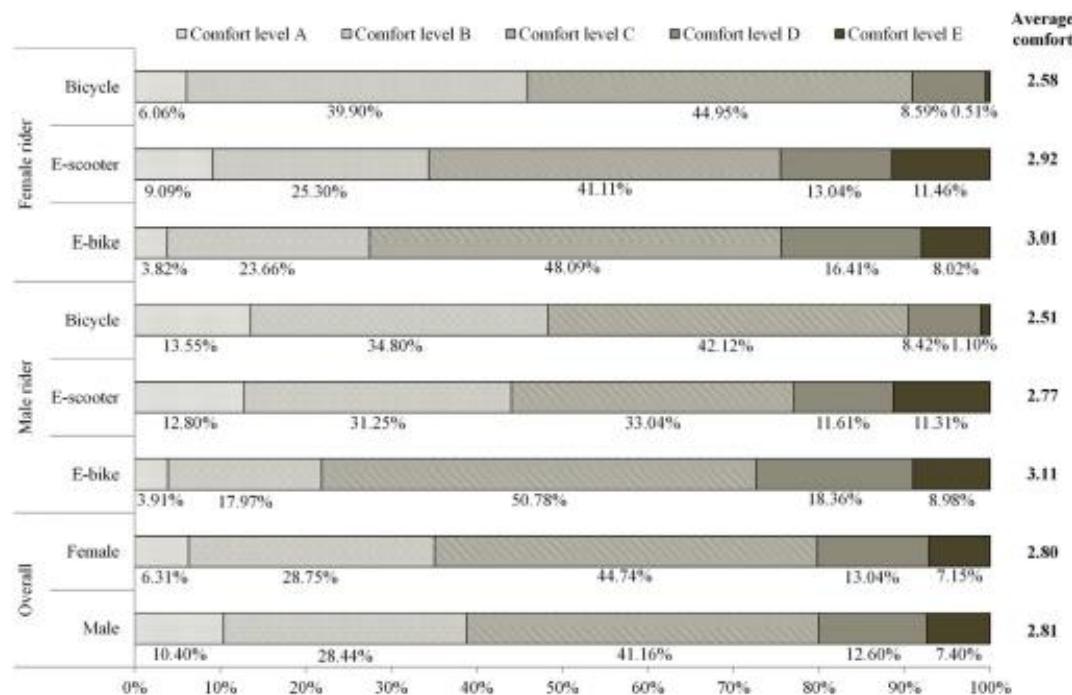
Ο αριθμός των σημείων πρόσβασης επηρέασε σημαντικά την αντίληψη για την άνεση των αναβατών ηλεκτρικών ποδηλάτων και ηλεκτρικών σκούτερ, ενώ δεν επηρέασε σημαντικά την αντίληψη άνεσης των αναβατών συμβατικού ποδηλάτου. Το εύρημα είναι εύλογο, καθώς σε σύγκριση με τους αναβάτες ποδηλάτων, οι αναβάτες ηλεκτρικών ποδηλάτων και σκούτερ είναι πιο πιθανό να ενοχληθούν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες γύρω από τους ποδηλατοδρόμους. Με υψηλότερες ταχύτητες λειτουργίας, οι ποδηλάτες με ηλεκτρικά ποδήλατα και ηλεκτρικά σκούτερ είναι πιο επιρρεπείς να εμπλακούν σε σύγκρουση με οχήματα και πεζούς που εμφανίζονται ξαφνικά στους ποδηλατοδρόμους. Οι αναλογίες των ηλεκτρικών ποδηλάτων και των ηλεκτρικών σκούτερ στο μη μηχανοκίνητο ρεύμα κυκλοφορίας επηρέασαν αρνητικά την αντίληψη για την άνεση των ποδηλατών των δίτροχων οχημάτων. Το εύρημα είναι επίσης συνεπές με προηγούμενες μελέτες (Li et al., 2012). Επιπλέον, η πιθανότητα ότι οι ποδηλάτες αντιλήφθηκαν χαμηλά επίπεδα άνεσης γενικά αυξήθηκε με την αύξηση του όγκου των δίτροχων οχημάτων. Το εύρημα είναι σύμφωνο με το HCM (2010) που πρότεινε ότι μεγαλύτερος όγκος ποδηλάτου θα μείωνε το BLOS, αλλά δεν συνάδει με αρκετές προηγούμενες μελέτες που πρότειναν ότι ο όγκος του ποδηλάτου δεν είχε καμία επίδραση στο BLOS (Fagnant and Kockelman, 2014; FDOT, 2013).



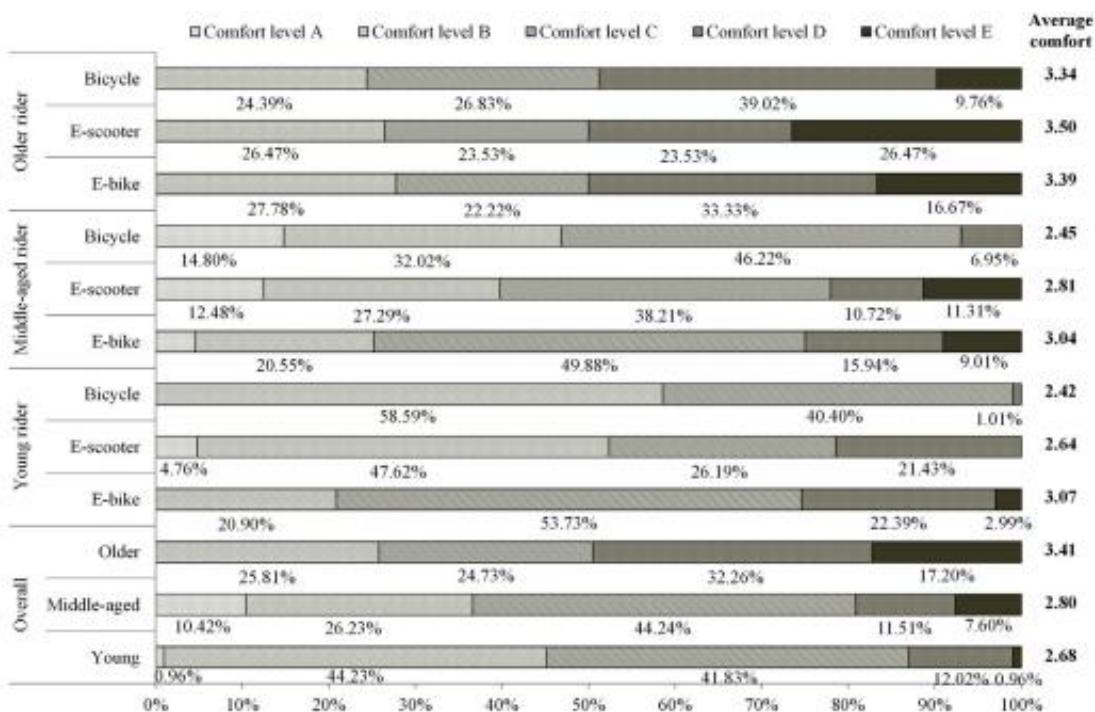
Σχήμα 2.13. Αντίληψη άνεσης αναβατών ηλεκτρικών ποδηλάτων, ηλεκτρικών σκούτερ και ποδηλάτων

Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να βοηθήσουν τους μηχανικούς κυκλοφορίας να αναπτύξουν κατευθυντήριες γραμμές και πρότυπα σχεδιασμού που λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά διαφορετικών τύπων δίτροχων οχημάτων για να βοηθήσουν στη βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης των ποδηλατοδρόμων μεσαίου τμήματος. Τα ευρήματα μπορεί επίσης να έχουν τη δυνατότητα να βοηθήσουν τις αρχές διαχείρισης της κυκλοφορίας να αναπτύξουν κανόνες ή πολιτικές σχετικά με τη χρήση ηλεκτρικών ποδηλάτων και ηλεκτρικών σκούτερ. Στην Κίνα, τόσο τα ηλεκτρικά ποδήλατα όσο και τα ηλεκτρικά σκούτερ ταξινομούνται νομικά ως ποδήλατα και απαιτείται να λειτουργούν σε ποδηλατοδρόμους. Παρόλο που τα ηλεκτρικά ποδήλατα ρυθμίζονται σε μέγιστη ταχύτητα 20 km/h, οι κατασκευαστές και οι αναβάτες των ηλεκτρικών σκούτερ σπάνια συμμορφώνονται με τον κανονισμό (GTSEB, 1999). Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι η μέγιστη ταχύτητα για ηλεκτρικά σκούτερ είναι πολύ μεγαλύτερη από 20 km/h (Elias, 2011; Guo et al., 2014; Jin et al., 2015; Lin et al., 2008; Weinert et al., 2007). Η παρουσία μεγάλων διαφορών ταχύτητας μεταξύ διαφορετικών τύπων δίτροχων οχημάτων όχι μόνο μειώνει το BLOS, αλλά αυξάνει και τους κινδύνους συγκρούσεων μεταξύ των δίτροχων οχημάτων. Οι προηγούμενες μελέτες μας πρότειναν ότι με υψηλότερη ταχύτητα διέλευσης τα ηλεκτρικά σκούτερ ήταν πιο πιθανό να εμπλέκονται σε ατυχήματα σε σηματοδοτημένες διασταυρώσεις (Guo et al., 2014).

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ



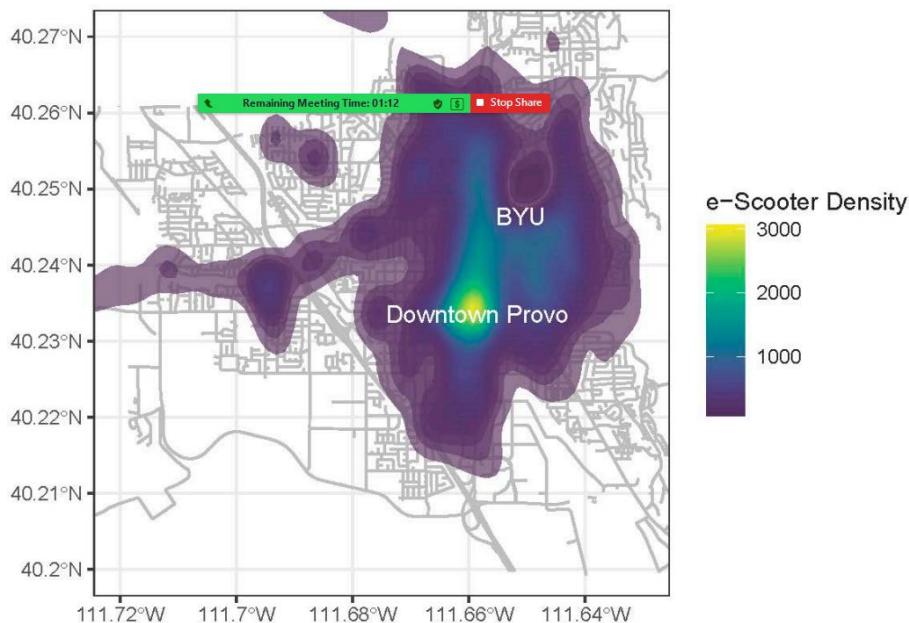
Σχήμα 2.14. Αντίληψη άνεσης ανδρών και γυναικών αναβατών



Σχήμα 2.15. Αντίληψη άνεσης νεαρών, μεσηλίκων και μεγαλύτερων αναβατών

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

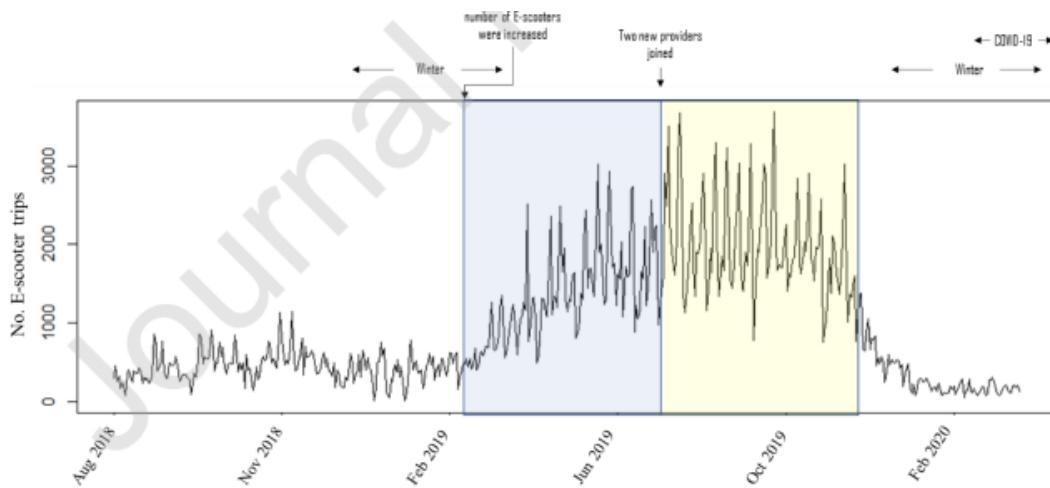
Οι χρήστες ηλεκτρικών σκούτερ τείνουν επίσης να χρησιμοποιούν πιο σύντομες και απλούστερες διαδρομές, προτιμώντας να χρησιμοποιούν πεζοδρόμια και ποδηλατοδρόμους, ενώ αποφεύγουν κοινές διαδρομές με αυτοκίνητα και πεζούς (Glenn et al., 2020). Η μελέτη των Glenn et al., διερεύνησε τις συμπεριφορές που σχετίζονται με την υγεία των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών και συζήτησε τις επιπτώσεις τους στη δημόσια υγεία. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας μια διαδικτυακή έρευνα που εστάλη μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σε εγγεγραμμένους χρήστες ηλεκτρικών πατινιών. Συνολικά 1070 χρήστες συμπλήρωσαν την έρευνα. Πραγματοποιήθηκαν περιγραφικές στατιστικές μεταβλητών και ανάλυση χ^2 για τον προσδιορισμό των εξαρτημένων σχέσεων μεταβλητών και της ισότητας των αναλογιών. Τα ηλεκτρικά πατίνια είναι ένα εκκολαπτόμενο ζήτημα δημόσιας υγείας που επηρεάζει θετικά και αρνητικά την υγεία με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένων των τραυματισμών, των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των επιπέδων σωματικής δραστηριότητας. Για να κατανοήσουμε πλήρως τον αντίκτυπο οχημάτων αυτών στην υγεία, πρέπει να κατανοήσουμε σε βάθος τους χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών και τα πρότυπα χρήσης τους. Αυτή η μελέτη διαπίστωσε ότι στο Provo, οι χρήστες ηλεκτρικών πατινιών είναι κυρίως άνδρες, άτομα που βρίσκονται σε ηλικία που θα μπορούσαν να σπουδάζουν και οδηγούν ηλεκτρικά πατίνια, κυρίως για ψυχαγωγικούς σκοπούς. Οι περισσότεροι χρήστες δεν γνώριζαν τους νόμους περί απαγόρευσης των ηλεκτρικών σκούτερ για την οδήγηση στο πεζοδρόμιο, γεγονός που οδήγησε τα 2/3 των χρηστών να οδηγούν τουλάχιστον ένα μέρος του χρόνου στα πεζοδρόμια. Περίπου οι μισοί χρήστες θα περπατούσαν ή θα οδηγούσαν ποδήλατα εάν τα ηλεκτρικά σκούτερ δεν αποτελούσαν επιλογή, ενώ περίπου το 1/3 θα οδηγούσε προσωπικό όχημα. Οι πιο συνηθισμένοι προορισμοί που αναφέρθηκαν ήταν «απλώς βόλτα για διασκέδαση», σπίτι και φαγητό/ψώνια. Οι δύο πιο συνηθισμένοι τρόποι μεταφοράς που θα χρησιμοποιούνταν εάν δεν υπήρχαν διαθέσιμα ηλεκτρικά πατίνια ήταν το περπάτημα (43,5%) και η χρήση προσωπικού οχήματος (28,5%). Η συμπεριφορά οδήγησης ήταν εξίσου ανάμεικτη στο δρόμο, στο πεζοδρόμιο και σε ίσες ποσότητες και των δύο.



2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Σχήμα 2.16. Πυκνότητα σημείων ταξιδιού με ηλεκτρικά σκούτερ τον Οκτώβριο 2019.
Δεδομένα από το Zagster μέσω της Provo City, υπόβαθρο δρόμων από το πρόγραμμα OpenStreetMaps.

Τέλος, τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών συνδέονται στενά με την απόφασή τους για το πότε, πού και γιατί θα επιλέξουν αυτόν τον τρόπο μεταφοράς. Οι Hosse-inzadeh et al. στην έρευνά τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι νεότεροι ηλικίας μεταξύ 18 και 29 ετών είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιούν ηλεκτρικά πατίνια (Hosseinzadeh et al., 2021). Οι Hosseinzadeh et al. στοχεύουν στον εντοπισμό χωρικών παραγόντων που σχετίζονται με τα ταξίδια με πατίνια. Εφάρμοσαν μια προσέγγιση γενικευμένης προσθετικής μοντελοποίησης (GAM) για την ανάλυση 159 TAZ στο Λούισβιλ του Κεντάκι με βάση δεδομένα μεταξύ Νοεμβρίου 2018 και Φεβρουαρίου 2020. Συνεισφέροντες παράγοντες που διερευνήθηκαν περιελάμβαναν αποτελέσματα δημογραφικών στοιχείων, χρήσης γης, συνδεσιμότητας και αστικότητας. Οι ώρες αιχμής χρήσης μελετήθηκαν για όλες τις χρονικές περιόδους. Σύμφωνα με το μοντέλο, το ποσοστό εμπορικής χρήσης γης, το ποσοστό βιομηχανικής χρήσης γης, το Walk Score και το Bike Score επηρέασαν το ταξίδι με το συγκεκριμένο μέσο. Οι ώρες αιχμής των ηλεκτρικών σκούτερ τον Οκτώβριο διαπιστώθηκε ότι ήταν τα Σάββατα από τις 1:00 έως τις 5:00 μ.μ. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με μελέτες σε άλλες πόλεις στις ΗΠΑ.

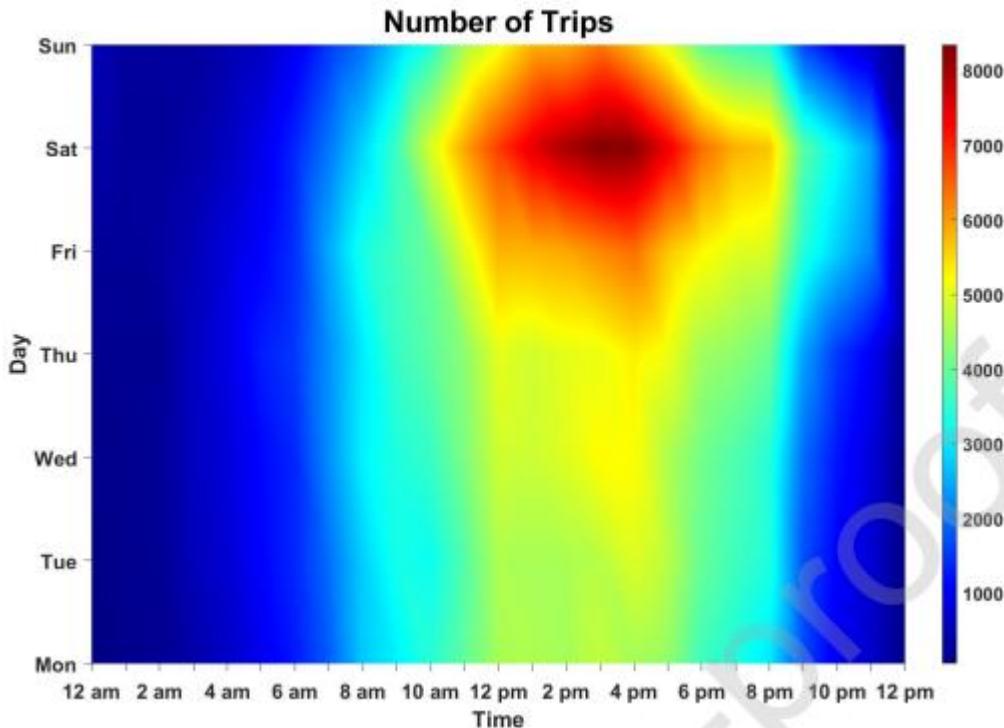


Σχήμα 2.17. Η χρήση του ηλεκτρικού πατινιού αλλάζει κατά τη λειτουργία.

Ένα γενικευμένο προσθετικό μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για να ληφθεί υπόψη η χωρική ανεξαρτησία. Αξιολογήθηκε ένα ευρύ φάσμα μεταβλητών σε πέντε κύριες κατηγορίες κοινωνικών και δημογραφικών στοιχείων, χρήσης γης και συνδεσιμότητας σε όλα τα ταξίδια και τις ώρες αιχμής. Τα ταξίδια σε ώρες αιχμής επιλέχθηκαν σύμφωνα με μια χρονική αξιολόγηση των ταξιδιών με ηλεκτρικά πατίνια. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, μεταξύ των παραγόντων χρήσης γης, η εμπορική χρήση γης και η βιομηχανική χρήση γης επηρεάζουν αρνητικά την πυκνότητα ταξιδιού των ηλεκτρικών σκούτερ τόσο σε όλα τα ταξίδια όσο και στις ώρες αιχμής. Εν τω μεταξύ, η ζώνη υψηλής απασχόλησης βρέθηκε σημαντική μόνο σε όλα τα ταξίδια και όχι σε ταξίδια σε ώρες αιχμής, πιθανότατα επειδή οι ώρες αιχμής για τα ηλεκτρικά σκούτερ ήταν το Σαββατοκύριακο. Μεταξύ των βαθμολογιών αστικοποίησης, σχεδόν όλοι οι συνδυασμοί Walk Score, Bike Score και

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Transit Score βρέθηκαν να είναι σημαντικοί και στα δύο μοντέλα σε σύγκριση με τη βασική κατάσταση χαμηλής βαθμολογίας Walk/low Bike/ Low Transit Score. Τα μοντέλα ήταν επιτυχημένα στην περιγραφή της πυκνότητας ταξιδιού των ηλεκτρικών σκούτερ, λαμβάνοντας υπόψη την καλή εφαρμογή 91,1% και 89,5% στο σύνολο και το μοντέλο ωρών αιχμής, αντίστοιχα.

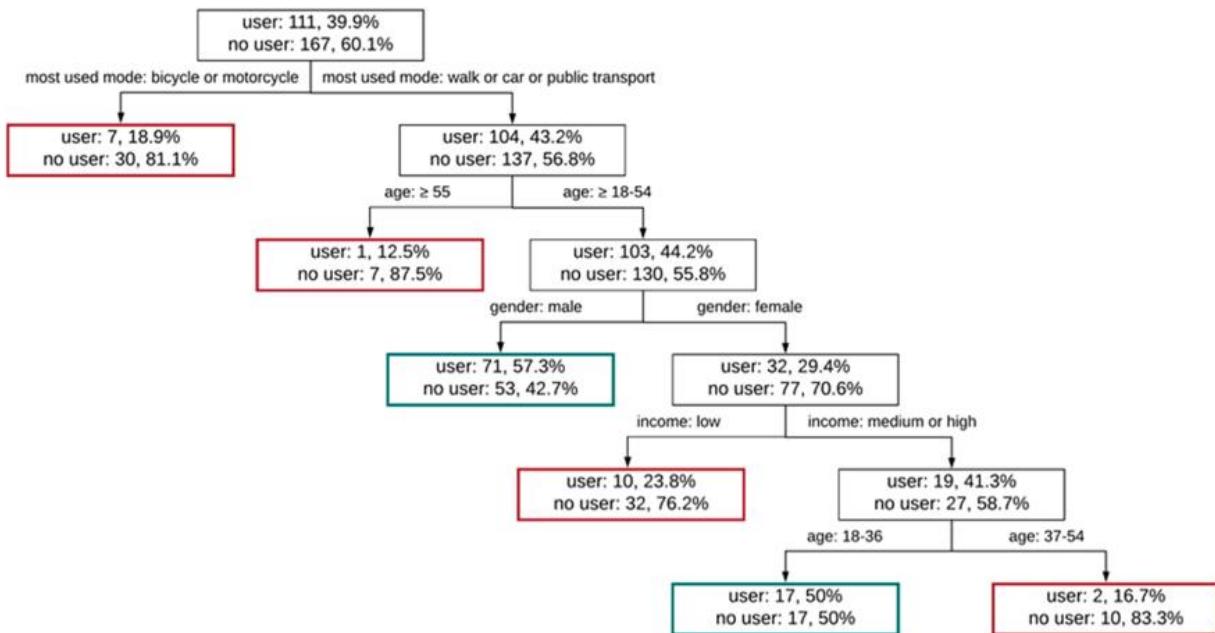


Σχήμα 2.18. Η πυκνότητα των ηλεκτρικών σκούτερ με βάση την ώρα και την ημέρα από τον Αύγουστο 2018 έως τον Φεβρουάριο του 2020.

Οι ηλικιωμένοι και τα άτομα με χαμηλότερα εισοδήματα είναι απρόθυμοι να χρησιμοποιούν ηλεκτρικά πατίνια (Nikiforidis et al., 2021). Η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας και του προφίλ των χρηστών είναι απαραίτητη. Για την αντιμετώπιση αυτών των αναγκών, οι Nikiforidis et al. σχεδίασαν μια μελέτη βασισμένη σε 578 ερωτηματολόγια (271 από χρήστες ηλεκτρικών σκούτερ και 307 από μη χρήστες) στην πόλη της Θεσσαλονίκης. Η ανάλυση χρησιμοποίησε ένα μοντέλο δέντρου ταξινόμησης για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των ανθρώπων που προσελκύονται από τα οχήματα αυτά (δηλαδή, τα χρησιμοποίησαν περισσότερες από μία φορές) και ένα μοντέλο λανθάνουσας μεταβλητής logit για την κατανόηση των χαρακτηριστικών των τακτικών χρηστών ηλεκτρικών πατινιών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά πατίνια αντικατέστησαν κυρίως τα ταξίδια με τα πόδια και τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Ως εκ τούτου, αμφισβητείται η θετική επίδραση των οχημάτων αυτών στο περιβάλλον. Επίσης, προκύπτει πως οι ανθρώποι που ταξιδεύουν με ποδήλατο ή μοτοσικλέτα δεν έλκονταν καθόλου από τα ηλεκτρικά πατίνια. Επιπλέον, οι γυναίκες φαίνεται να είναι λιγότερο πρόθυμες να χρησιμοποιούν ηλεκτρικά σκούτερ σε σύγκριση με τους άνδρες, ενώ οι ανθρώποι που ζουν στο κέντρο της πόλης είναι πιο τακτικοί χρήστες σε σύγκριση με εκείνους που ζουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις από το κέντρο

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

της πόλης. Αυτά τα ευρήματα μπορούν να βοηθήσουν τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής στη διαμόρφωση του τρόπου με τον οποίο τα ηλεκτρικά πατίνια μπορούν να ενσωματωθούν στις πόλεις τους.



Σχήμα 2.18. Δέντρο ταξινόμησης για τη διάκριση χρηστών ηλεκτρικών πατινιών από μη χρήστες.

Επιπλέον, οι γυναίκες είναι πιο πρόθυμες να υιοθετήσουν την καθημερινή χρήση των μέσων μικροκινητικότητας μακροπρόθεσμα, σε σύγκριση με τους άνδρες (Eccarius et al., 2021). Οι Eccarius et al. διερεύνησαν ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την πρόθεση των φοιτητών πανεπιστημίου να χρησιμοποιήσουν μια υπηρεσία κοινής χρήσης ηλεκτρικών πατινιών. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε ένα θεωρητικό πλαίσιο που προσαρμόζει τη θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς και συλλέχθηκαν απαντήσεις στην έρευνα από 471 φοιτητές πανεπιστημίου στην Ταϊβάν. Τα δεδομένα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας παραγοντική ανάλυση και μοντελοποίηση δομικών εξισώσεων. Οι ερωτηθέντες με διαφορετικά επίπεδα πρόθεσης χρήσης και σε διαφορετικά στάδια αλλαγής συμπεριφοράς εμφανίζουν διαφορετικά μοτίβα συλλογισμού. Η έλλειψη αντιληπτής συμβατότητας με τις προσωπικές αξίες, τις ανάγκες κινητικότητας και τον τρόπο ζωής οδηγεί ιδιαίτερα τους μαθητές με χαμηλή πρόθεση χρήσης και τους προ-στοχαστές, οι οποίοι εμφανίζουν σημάδια «πράσινης υποκρισίας». Η επίγνωση-γνώση σχετικά με το σύστημα κοινής χρήσης και τις περιβαλλοντικές αξίες επηρεάζουν τη διαμόρφωση της πρόθεσης χρήσης με έμμεσους τρόπους. Αποκαλύπτεται πως η επιρροή των παραγόντων διαφέρει μεταξύ των ακαδημαϊκών ομάδων, των επιπέδων πρόθεσης χρήσης και των σταδίων αλλαγής της ταξιδιωτικής συμπεριφοράς. Οι σπουδαστές διαχείρισης διαφέρουν σε πολλές πτυχές της χρήσης του τρόπου λειτουργίας. Επιπλέον, υπάρχουν κενά μεταξύ των ειδικοτήτων επιστήμης/μηχανικής και διαχείρισης/ανθρωπιστικών επιστημών. Οι γυναίκες φαίνεται να είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν και να διατηρήσουν τη χρήση του κοινόχρηστου ηλεκτρικού πατινιού, γεγονός που απηχεί αποτελέσματα σε άλλα μέρη της οικονομίας

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

διαμοιρασμού (Caulfield, 2009· Kim et al., 2015). Χρησιμοποιώντας το μοντέλο σταδίων αλλαγής, η ανάλυση υποδηλώνει πως υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων πριν και μετά τη δράση. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους πολεοδόμους στη διαμόρφωση στρατηγικών για την προώθηση συγκρίσιμων πρωτοβουλιών κοινής κινητικότητας. Για παράδειγμα, οι παρεμβάσεις πολιτικής ή μάρκετινγκ που στοχεύουν στην ευαισθητοποίηση των προκαταρκτικών στοχαστών θα είναι πιθανότατα πιο επιτυχημένες εάν λάβουν υπόψη τη συμβατότητα με τα υπάρχοντα πρότυπα μεταφορών. Για παράδειγμα, η κύρια επίγνωση ότι υπάρχει μια επιλογή ηλεκτρικού πατινιού θα μπορούσε να αυξηθεί με βελτιωμένη ορατότητα ενοικιαζόμενων σταθμών και σκούτερ ή στοχεύοντας συγκεκριμένα τους χρήστες των μέσων μαζικής μεταφοράς μέσω διαφημίσεων βίντεο ή αφίσας σε τρένα, λεωφορεία ή σε σταθμούς.

Πίνακας 2.1. Κριτήρια ταξινόμησης σταδίων αλλαγής.

Criteria for stages of change classification.

Criteria	Stages of change (SOC)				
	1: Pre-contemplation	2: Contemplation	3: Preparation	4: Action	5: Maintenance
Awareness-Knowledge	Low (KNO < 3)	Neutral* (3 ≤ KNO < 4)	High (KNO ≥ 4)	-	-
Behavioural Intention	Negative (INT < 3)	Negative (INT < 3)	Neutral to Positive (INT ≥ 3)	Neutral to Positive (INT ≥ 3)	Positive (INT > 3)
Past ESS use	None (USE1 = 0)	Yes* (USE1 > 0)	None (USE1 = 0)	Yes (USE1 > 0)	Regular (USE1 > 1)
Number of respondents	69	170	77	59	50

Note: * indicates that either of the two criteria would lead to inclusion in the group (logical OR)

Ενώ ορισμένες από τις προαναφερθείσες μελέτες αναλύουν τον αντίκτυπο του οδικού περιβάλλοντος στην επιλογή διαδρομής και στην οδηγική συμπεριφορά, είναι ενδιαφέρον το γεγονός πως δεν υπάρχει σχεδόν καμία έρευνα σχετικά με την πτυχή της κατανόησης της προθυμίας των χρηστών να χρησιμοποιούν ηλεκτρικά πατίνια εξαρχής, λαμβάνοντας υπόψη το οδικό περιβάλλον. Σε αυτό το πλαίσιο, ο στόχος αυτής της μελέτης είναι να διερευνήσει και να αποτιμήσει την προθυμία χρήσης ηλεκτρικών πατινιών υπό την οπτική γωνία διαφορετικών αστικών περιβαλλόντων. Η συμβολή αυτής της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός μοντέλου που μπορεί να βοηθήσει τους λήπτες αποφάσεων να κατανοήσουν εάν μια συγκεκριμένη κατάσταση οδικού δικτύου θα προσελκύσει ή όχι τους αναβάτες ηλεκτρικών σκούτερ και θα παρουσιάσει κάποιες «έξυπνες» πολιτικές τιμολόγησης για να αλλάξουν τις προτιμήσεις τους. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης με βάση δεδομένα έρευνας που συλλέχθηκαν από ένα πείραμα δεδηλωμένων προτιμήσεων που διεξήχθη με πιθανούς χρήστες υπηρεσιών στην Αθήνα, Ελλάδα. Το υπόλοιπο της εργασίας είναι δομημένο ως εξής: παρουσιάζεται και αναλύεται η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της μελέτης και, τέλος, συζητούνται τα κύρια ευρήματα, μαζί με περιορισμούς και συστάσεις της μελέτης.

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Αντικείμενο του ακόλουθου κεφαλαίου αποτελεί η αναλυτική περιγραφή των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή του πειράματος της διπλωματικής εργασίας, τα δεδομένα του οποίου αναλύονται σε επόμενο κεφάλαιο. Οι μέθοδοι αυτές είναι η Μέθοδος Δεδηλωμένων Προτιμήσεων (Stated Preference) και η Δυαδική Λογιστική Παλινδρόμηση (Binary Logistic Regression).

3.1. Έρευνες Προτιμήσεων:

Για να είναι στοχευμένες οι μελέτες και να έχουν αντίκρυσμα στη σύγχρονη πραγματικότητα, είναι απαραίτητη η καταγραφή των προτιμήσεων του κοινού γύρω από το θέμα που εξετάζεται. Τα μοντέλα της ταξιδιωτικής ζήτησης βασίζονται σε δεδομένα που αποκτώνται μέσω της παρατήρησης της συμπεριφοράς ταξιδιού ή μέσω ερευνών που εξετάζουν τις συμπεριφορές αυτές. Οι προτιμήσεις των ταξιδιωτών αποκαλύπτονται μέσω σύγκρισης μεταξύ των επιλεγμένων και των απορριφθέντων εναλλακτικών λύσεων ταξιδιού. Οι παράμετροι που αξιολογούνται ως σημαντικότερες από τους ταξιδιώτες μπορούν να συναχθούν με τη χρήση των κατάλληλων στατιστικών τεχνικών.

Η καταγραφή των δεδομένων αυτών μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο μεθόδους:

- Μέθοδος Εκδηλωμένων Προτιμήσεων (RP-Revealed Preference)
- Μέθοδος Δεδηλωμένων Προτιμήσεων (SP-Stated Preference)

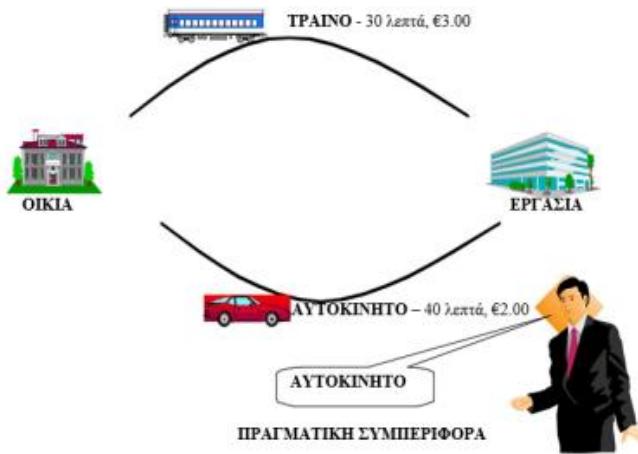
Η βασική τους διαφορά έγκειται στο γεγονός πως η πρώτη στοχεύει στο να αναδείξει στο πώς συμπεριφέρονται οι συμμετέχοντες σε πραγματικές καταστάσεις, ενώ η δεύτερη έχεις ως στόχο να αναδείξει τον τρόπο με τον οποίο ανταποκρίνονται σε ευρύ φάσμα υποθετικών ή και ρεαλιστικών σεναρίων-επιλογών.

3.1.1. Μέθοδος Εκδηλωμένων Προτιμήσεων (RP- Revealed Preference):

Σύμφωνα με τον Abley (2000), η μέθοδος εκδηλωμένων προτιμήσεων είναι μία οικονομική θεωρία που ανέπτυξε ο Αμερικανός οικονομολόγος Paul Anthony Samuelson το 1938, ο οποίος υποστήριξε πως η συμπεριφορά ενός ατόμου θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια σειρά επιλογών. Συγκρίνοντας την παρατηρούμενη συμπεριφορά με τις διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις, ο Samuelson υποδεικνύει ότι οι προτιμήσεις ενός ατόμου μπορούν να προβλεφθούν, καθώς τα στοιχεία που επιλέγουν ή απορρίπτουν οι ερωτώμενοι προσδιορίζουν τις προτιμήσεις τους. Η θεωρία αυτή στηρίζεται στο γεγονός πως ο καλύτερος τρόπος μέτρησης των προτιμήσεων των καταναλωτών είναι η παρατήρηση της αγοραστικής τους συμπεριφοράς, με την προϋπόθεση πως το εισόδημα και η τιμή του προϊόντος διατηρούνται σταθερά. Υπό το πρίσμα των παραπάνω, επιτρέπεται η ανάπτυξη των μοντέλων επιλογής. Τα δεδομένα προτιμήσεων συγκεντρώνονται, είτε μέσω άμεσης παρατήρησης, είτε μέσω ερευνών που καταγράφουν μια συμπεριφορά.

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η μέθοδος εκδηλωμένων προτιμήσεων εφαρμόζεται σε πολλούς διαφορετικούς τομείς, όπως ο τομέας των μεταφορών. Ο σχεδιασμός μίας τέτοιας έρευνας δεν παρουσιάζει πολυπλοκότητα ως προς τις ερωτήσεις που θα τεθούν στο δείγμα. Η συλλογή των δεδομένων προέρχεται από ερωτήσεις, οι οποίες αντιστοιχούν σε πραγματικές καταστάσεις και επιλογές (Train, 2009) των ερωτώμενων κάποια στιγμή στο παρελθόν κατά τη μετακίνησή τους. Επομένως, οι απαντήσεις των συμμετέχοντων συμβαδίζουν με την πραγματική συμπεριφορά τους. Άρα, οι έρευνες εκδηλωμένων προτιμήσεων χαρακτηρίζονται από υψηλό ποσοστό αξιοπιστίας όσον αφορά στις απαντήσεις. Για αυτόν τον λόγο, θα μπορούσε να θεωρηθεί το καταλληλότερο εργαλείο για την εξαγωγή μοντέλων σχετικά με τη ζήτηση (Εικόνα 3.1, Σχήμα 3.1).

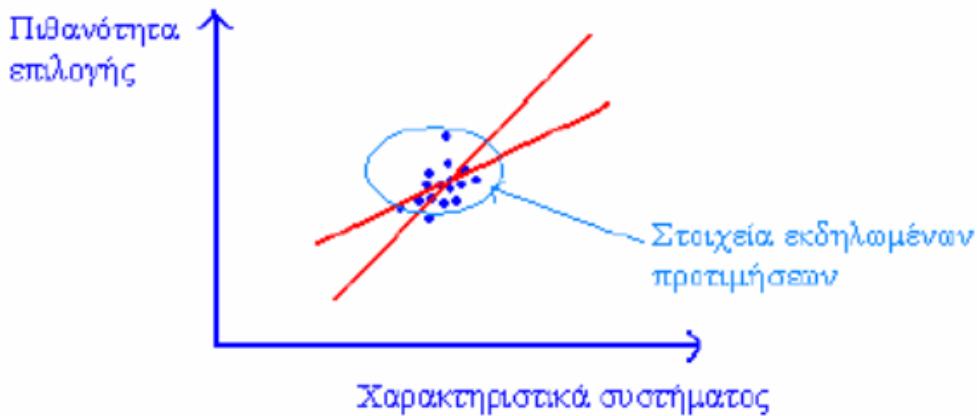


Εικόνα 3.1. Δεδομένα μεθόδου αποκαλυπτόμενης προτίμησης – RP (Revealed Preferences) (Πηγή: Sanko, 2001)

Παρόλα αυτά, η συγκεκριμένη μέθοδος συλλογής δεδομένων παρουσιάζει ορισμένες δεσμεύσεις. Τα αποτελέσματα της έρευνας περιορίζονται σε καταστάσεις που αφορούν στο παρόν ή στο παρελθόν, με αποτέλεσμα ο ερευνητής να μην είναι σε θέση να συγκεντρώσει πληροφορίες και δεδομένα που αφορούν σε γεγονότα που δεν συμβαίνουν ή που δεν έχουν συμβεί. Επιπλέον, λόγω της χαμηλής μεταβλητότητας των στοιχείων που συλλέγονται, δεν είναι εφικτή η απουσία συσχετίσεων μεταξύ των επιλεγμένων ανεξάρτητων μεταβλητών. Για να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα, ο ερευνητής χρειάζεται μεγαλύτερο δείγμα και κατά συνέπεια μεγαλύτερο κόστος για την εκπόνηση της έρευνας. Πράγματι, ορισμένα χαρακτηριστικά των επιλογών, ιδιαίτερα ο χρόνος ταξιδιού και το κόστος, μπορούν να παρουσιάζουν υψηλή αλληλεξάρτηση μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει πως δεν είναι δυνατόν να διαχωριστούν οι επιπτώσεις τους στην εκτίμηση των συντελεστών, κι έτσι η εκτίμηση των τελικών μοντέλων να μην είναι ορθή. Γενικότερα, οι έρευνες εκδηλωμένων προτιμήσεων δεν είναι τόσο ευέλικτες, όσο οι έρευνες δεδηλωμένων προτιμήσεων (Brownstone et al, 2000, Καραβάς, 2013, Πουλοπούλου 2014). Επιπλέον, στη συγκεκριμένη μέθοδο, δεν είναι δυνατή η πρόβλεψη επιλογής νέου μέσου ή συστήματος με χαρακτηριστικά εντελώς διαφορετικά των υπαρχόντων συστημάτων. Εν κατακλείδει, όποια μέθοδος συλλογής δεδομένων RP κι αν χρησιμοποιηθεί, ο αναλυτής αποτυγχάνει να συλλέξει πληροφορίες στις μη επιλεγμένες εναλλακτικές λύσεις, όπως επιτυγχάνεται στις μεθόδους SP. Πέραν τούτου, τα δεδομένα

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

συλλογής RP μπορεί να είναι πολύ δαπανηρά και χρονοβόρα για να πραγματοποιηθούν (Hensher, Rose and Greene, 2005).



Σχήμα 3.1. Γραφ. παράσταση πιθανότητας επιλογής συναρτήσει των χαρακτηριστικών του συστήματος στην περίπτωση δεδομένων εκδηλωμένων προτιμήσεων (Πηγή: Συστήματα Μεταφορών, διάλεξη Δειγματοληψίας)

3.2. Μέθοδοι Δειγματοληψίας

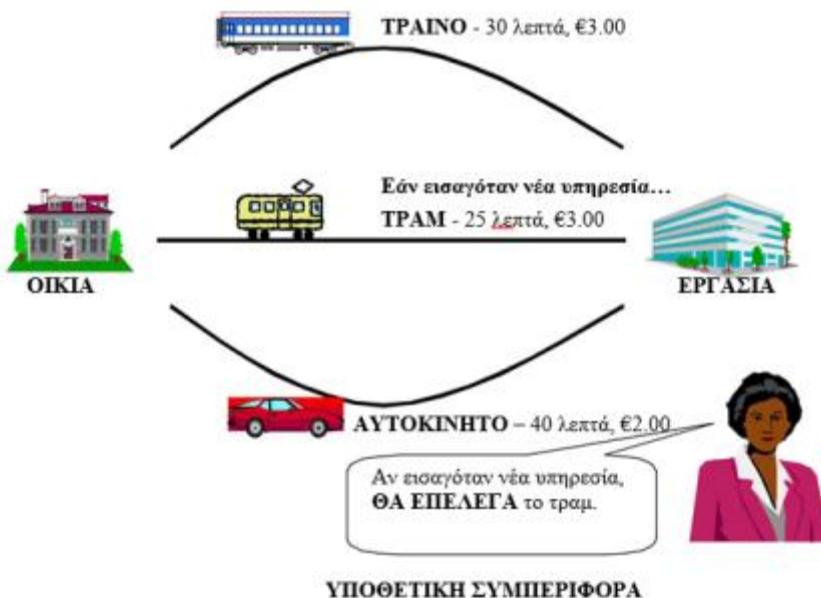
3.2.1. Μέθοδος Δεδηλωμένων Προτίμησεων-SP (Stated Preference):

Η Μέθοδος Δεδηλωμένων Προτίμησεων (SP) αποτελεί μία στατιστική τεχνική με αντικείμενο την καταγραφή των απόψεων και των προτιμήσεων μιας ομάδας πληθυσμού αναφορικά με κάποιο θέμα. Σύμφωνα με τους Kroes και Sheldon (1988), τα πειράματα των δεδηλωμένων προτιμήσεων αναπτύχθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1970 στον τομέα του μάρκετινγκ και από τότε αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για τη μελέτη ζητημάτων που εξετάζονται σε έρευνες σχετικές με τις μεταφορές και τα χαρακτηριστικά της συγκοινωνιακής εξυπηρέτησης (Hensher, 1994), καθώς μπορούν να αποτελέσουν ισχυρά εργαλεία για τη μελέτη υποθετικών σεναρίων (Bliemer et al., 2009). Με τη μέθοδο αυτή, έπειτα από κατάλληλη στατιστική επεξεργασία, τα δεδομένα που συλλέγονται είναι δυνατόν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη ενός μαθηματικού προτύπου το οποίο παρέχει τις κατάλληλες πληροφορίες και συμπεράσματα στον ερευνητή.

Στον τομέα των μεταφορών, οι έρευνες με τη μέθοδο των δεδηλωμένων προτιμήσεων βασίζονται στη δήλωση, με την οποία ταυτίζεται καλύτερα ο μετακινούμενος σε μία υποθετική κατάσταση. Η μέθοδος αυτή, ζητάει από τους συμμετέχοντες να βαθμολογήσουν, να αξιολογήσουν ή να επιλέξουν ανάμεσα σε διάφορα υποθετικά σενάρια τα οποία παρουσιάζουν τις ίδιες μεταβλητές αλλά με διαφορετικές διαβαθμίσεις (Train, 2007). Πιο αναλυτικά, σε κάθε μετακινούμενο παρουσιάζονται διαφορετικά υποθετικά σενάρια επιλογής μετακίνησης. Τα σενάρια αυτά καλύπτουν ένα εκτενές φάσμα διαφορετικών καταστάσεων του συστήματος και τιμών των χαρακτηριστικών του, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη μεταβλητότητα για την εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου. Αυτό συμβαίνει διότι ο ερευνητής συγκεντρώνει αρκετά

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

στοιχεία που αφορούν στα χαρακτηριστικά του δείγματος και τη συμπεριφορά του. Είναι σημαντικό, τα εναλλακτικά σενάρια να είναι εύκολα κατανοητά, να δίνουν την εντύπωση ότι αναπαριστούν πιθανές και ρεαλιστικές καταστάσεις και να σχετίζονται με τις μετακινήσεις που πραγματοποιούν οι μετακινούμενοι. Με αυτόν τον τρόπο, το ερωτηματολόγιο διακρίνεται από αξιοπιστία και αληθοφάνεια, ώστε να συλλεχθούν όσο το δυνατόν περισσότερο ρεαλιστικές απαντήσεις που εκφράζουν τους συμμετέχοντες. Τα αποτελέσματα των ερευνών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο αξιολογούνται οι διάφορες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν. Ωστόσο, όπως αναφέρουν και οι Kroes και Sheldon (1988), οι ερωτώμενοι μπορεί να μην επιλέξουν αυτό που θα έκαναν και στην πραγματικότητα. Σημειώνεται επίσης ότι, στην περίπτωση όπου τα σενάρια είναι πολλά, δεν παρουσιάζονται όλα στους ερωτώμενους, αλλά μόνο ορισμένα από αυτά (Kroes και Sheldon, 1988) (Εικόνα 3.2, Σχήμα 3.2).



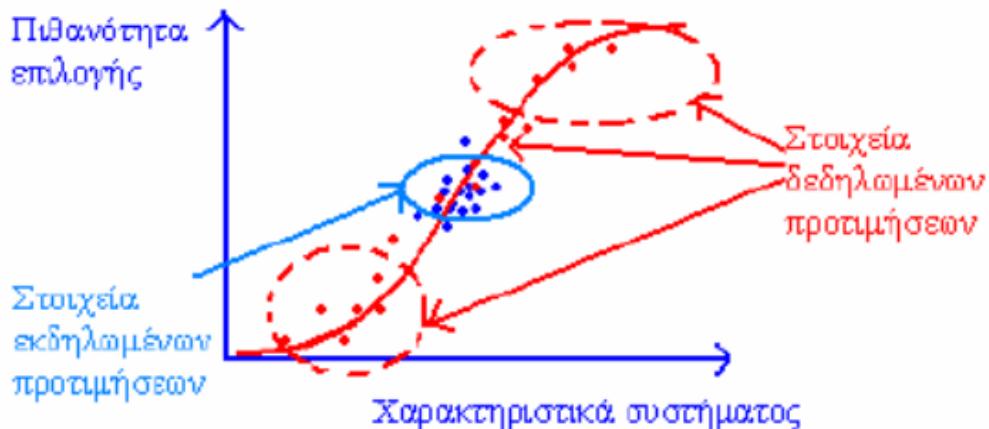
Εικόνα 2.3.Δεδομένα μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης – SP (Stated Preferences)

Τα πλεονεκτήματά της είναι πτοικίλα και ουσιώδη. Αρχικά, οι τεχνικές δεδηλωμένων προτιμήσεων είναι πιο ευέλικτες από τις μεθόδους αποκαλυπτόμενων προτιμήσεων, καθώς μπορούν να παρουσιαστούν στον ερωτηθέντα υποθετικά ερωτήματα/σενάρια κι όχι απαραίτητα πραγματικά γεγονότα. (Fawkes and Wardman, 1988). Ένα ακόμα σημαντικό προτέρημα είναι ότι παρέχει στους ερευνητές την ευκαιρία να συλλέξουν περισσότερες από μία απαντήσεις ανά ερωτώμενο και να επεκτείνουν το εύρος των επιπέδων χαρακτηριστικών. Ακόμη, παρουσιάζει ευκολία στον έλεγχο των αποτελεσμάτων, καθώς ο ερευνητής είναι εκείνος που ορίζει τις συνθήκες που αξιολογούν οι ερωτηθέντες. Επιπλέον, διακρίνεται από ευελιξία, αφού είναι εφικτή η ενσωμάτωση ενός μεγαλύτερου εύρους μεταβλητών. Τέλος, εφαρμόζεται με μικρότερο κόστος από ότι η μέθοδος εκδηλωμένων προτιμήσεων, καθώς κάθε άτομο προσφέρει πολλαπλές παρατηρήσεις για παραλλαγές στις επεξηγηματικές μεταβλητές που ενδιαφέρουν τον ερευνητή.

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Παρά τη δυσκολία εντοπισμού των σημαντικών γεγονότων που ανέδειξαν τις μεθόδους δεδηλωμένων προτιμήσεων, η δυνατότητα που παρέχουν για την κατανόηση συμπεριφορών επιλογής σε σχέση με μελλοντικές εναλλακτικές λύσεις ή με γεγονότα που δεν έχουν ακόμα πραγματοποιηθεί, εξακολουθεί να αποτελεί βασικό κίνητρο (Hensher, 1994). Παρόλο που η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε μεγάλο αριθμό πειραμάτων, το μεγαλύτερο πρόβλημά της έγκειται στο γεγονός πως δεν είναι αντιληπτός ο τρόπος με τον οποίο οι συμμετέχοντες κάνουν τις επιλογές τους κατά της διάρκεια ενός πειράματος. Έτσι, λοιπόν, ο σχεδιασμός και η ανάλυση των δεδομένων ενός πειράματος δεδηλωμένων προτιμήσεων βασίζονται σε υποθέσεις για τον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται τα άτομα που συμμετέχουν. Αυτές οι υποθέσεις δύνανται να απέχουν από τις συνθήκες καθημερινότητας κάποιων ατόμων που συμμετέχουν στο δείγμα και συνεπώς οι απαντήσεις τους θεωρούνται αναξιόπιστες. Ένα ακόμα πρόβλημα της μεθόδου είναι η προφανής διαφορά στις επιλογές των συμμετεχόντων, όταν οι μεταβλητές παρουσιάζονται με διαφορετικό τρόπο. Συγκεκριμένα, αν τα ερωτηματολόγια μοιράζονται παρά την οδό, μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, ή κάποιου οπτικού μέσου, πιθανόν να επηρεάσει την επιλογή του ερωτώμενου. (Nelson Towriss, 1995). Για αυτό τον λόγο, τα αποτελέσματα σε έρευνες που βασίζονται αποκλειστικά σε αυτή τη μέθοδο οφείλουν να αξιολογηθούν προσεκτικά. Παρόλα αυτά, οι περισσότερες εφαρμογές της SP στη συγκοινωνιακή έρευνα έχουν ως σκοπό την εκτίμηση της σχετικής χρησιμότητας, αντί του υπολογισμού συγκεκριμένων τιμών (Roberts et al, 1986).

Για την υλοποίηση του σκοπού της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε έρευνα με τη μέθοδο δεδηλωμένων προτιμήσεων.



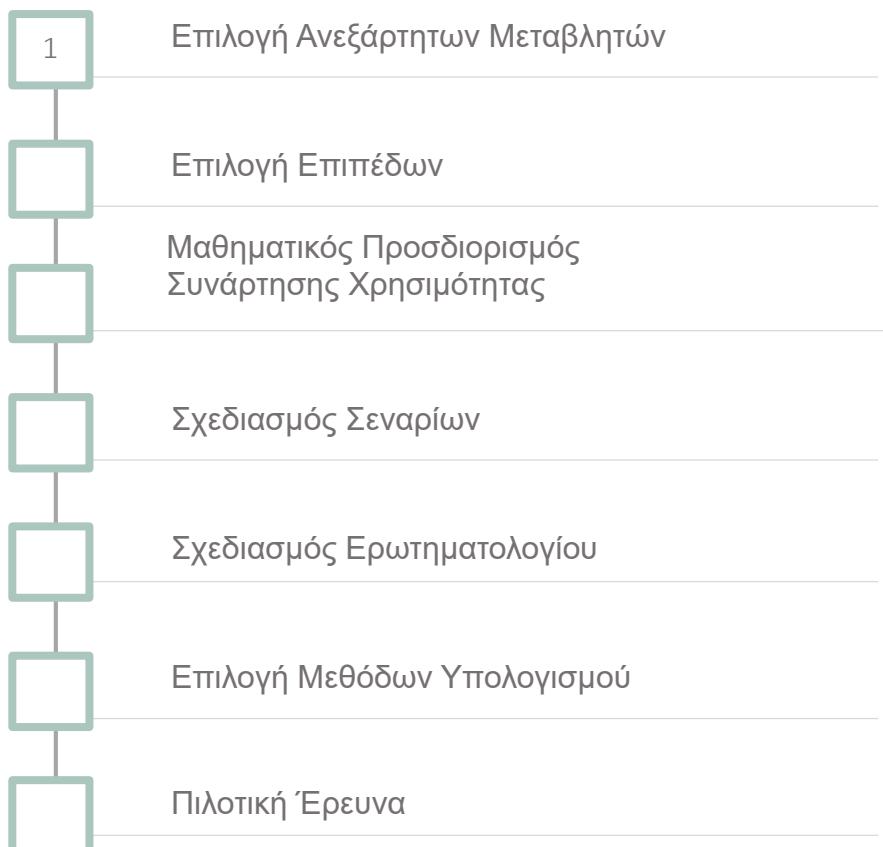
Σχήμα 3.2. Γραφ. παράσταση της πιθανότητας επιλογής συναρτήσει των χαρακτηριστικών του συστήματος στην περίπτωση δεδομένων δεδηλωμένων προτιμήσεων (Πηγή: Συστήματα Μεταφορών, διάλεξη Δειγματοληψίας)

Η διαδικασία σχεδιασμού πειράματος δεδηλωμένων προτιμήσεων διακρίνεται από μία σειρά βημάτων τα οποία οφείλεται να υλοποιηθούν. Τα πειράματα είναι ευρέως αποδεκτά ως μία ικανοποιητική μέθοδος για τη μελέτη των συμπεριφορών και επιλογών μετακίνησης κι ως εκ τούτου της συνολικής ζήτησης για μετακίνηση. (Hensher, 1993). Ο

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ερευνητής καλείται να ακολουθήσει κάποια συγκεκριμένα βήματα, τα οποία ορίζει ο Hensher και περιγράφονται στο σχήμα 3.3 που ακολουθεί.

Αρχικά, ορίζονται οι ανεξάρτητες μεταβλητές και η μαθηματική μορφή των εξισώσεων χρησιμότητας. Στη συνέχεια, επιλέγονται οι μονάδες μέτρησης των ανεξαρτήτων μεταβλητών. Έπειτα, καθορίζεται το είδος των μεταβλητών (αγνώστων) του προβλήματος και του εύρους των τιμών που μπορούν να πάρουν. Ορίζονται, δηλαδή, οι συνεχείς και οι διακριτές μεταβλητές, καθώς επίσης και το εύρος τιμών μέσα στο οποίο θα κινηθεί η καθεμία από αυτές. Σε επόμενο στάδιο, πραγματοποιείται ο σχεδιασμός της έρευνας. Συγκεκριμένα, προκύπτουν συνδυασμοί των επιπέδων με δύο τρόπους. Είτε δημιουργούνται όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί (full factorial design), είτε μειώνεται επιλεκτικά ο αριθμός τους (fractional factorial design). Ο δεύτερος τύπος σχεδιασμού βασίζεται σε ορθογωνικούς πίνακες, μέσω των οποίων εξασφαλίζεται μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών (Hensher, 1994), μέθοδος η οποία χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα διπλωματική. Τέλος, συντάσσονται οι ερωτήσεις των διαφορετικών συνδυασμών των επιπέδων, οι οποίες θα περιέχονται στο ερωτηματολόγιο. Στην περίπτωση που ο αριθμός των ερωτήσεων είναι αρκετά μεγάλος, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας υπό-ομάδων ερωτήσεων, οι οποίες διανέμονται τυχαία. Με γνώμονα τα παραπάνω βήματα, επιλέγεται η κατάλληλη διαδικάσια εκτίμησης και εφαρμόζεται επί του μοντέλου (Kroes et al., 1988; Hensher, 1993). Τα παραπάνω βήματα αποτυπώνονται συνοπτικά στο ακόλουθο σχεδιάγραμμα (Σχήμα 3.3):



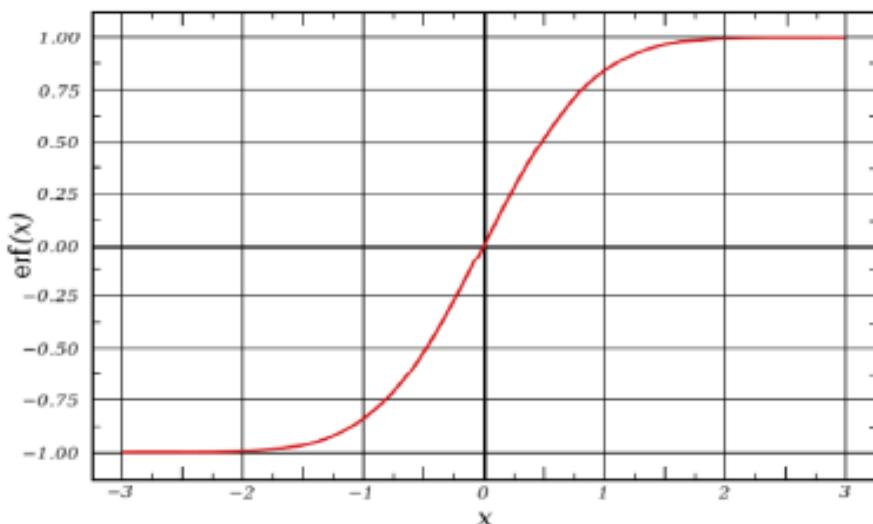
Σχήμα 3.3. Στάδια σχεδιασμού πειράματος δεδηλωμένων προτιμήσεων

Η πλέον εύκολη μέθοδος για τη συλλογή των στοιχείων είναι το ερωτηματολόγιο (Bates, 1988). Η μορφή, η έκταση, και η διατύπωση του ερωτηματολογίου επαφίεται στην ευχέρεια του ερευνητή, αλλά πρέπει να συνάδει και με το αντικείμενο και τους στόχους της έρευνας.

3.2.2. Δυαδική Λογιστική Παλινδρόμηση (Binary Logistic Regression):

Λεπτομερής περιγραφή των μεθόδων της λογιστικής παλινδρόμησης παρέχεται από τα συγγράμματα των Cox & Snell (1989), των Hosmer & Lemeshow (2000), των Long & Freese (2014), συνδυαστικά με τη χρήση των πινάκων ενδεχομένων από τους Everitt (1992) και Agresti (1996).

Στη γλώσσα της στατιστικής, η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της πιθανότητας εμφάνισης ενός γεγονότος, προσαρμόζοντας τα δεδομένα της μελέτης στην εξίσωση της λογιστικής καμπύλης, όπως αυτή παρουσιάζεται στο σχήμα 3.4.



Σχήμα 3.4. Τυπική ανάπτυξη σιγμοειδούς καμπύλης.

Η καμπύλη αυτή έχει σιγμοειδή μορφή και χαρακτηρίζεται από ένα στάδιο εκθετικής ανάπτυξης, στο οποίο ο ρυθμός αύξησης επιβραδύνεται βαθμιαία και περατώνεται στο ασυμπτωτικό στάδιο κορεσμού της ανάπτυξης (η ευθεία βαίνει τελικά παράλληλα στον άξονα X).

Η λογιστική παλινδρόμηση (Logistic regression) αποτελεί ένα μοντέλο ταξινόμησης των τιμών μιας μεταβλητής απόκρισης Y με βάση τη θεωρία των πιθανοτήτων. Στο μοντέλο αυτό, η μεταβλητή Y συνήθως έχει δυαδικό χαρακτήρα, δηλαδή λαμβάνει δύο τιμές. Η μεταβλητή αυτή ονομάζεται δίτιμη ή δυαδική ή διχοτομική (binary) ή διμερής εξαρτημένη μεταβλητή και συνίσταται από δύο κατηγορίες, όπως π.χ. είναι οι εκβάσεις επιτυχία/αποτυχία, ΝΑΙ/ΟΧΙ.

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στην παρούσα έρευνα, η εξαρτημένη μεταβλητή αναφέρεται στην προθυμία των ατόμων να χρησιμοποιήσουν ή όχι μια υπηρεσία κοινής χρήσης ηλεκτρικού πατινιού, λαμβάνοντας υπόψη ορισμένες προκαθορισμένες συνθήκες. Επομένως, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι δυαδική με δύο μόνο επιλογές, δηλαδή 1, εάν ο συμμετέχων στην έρευνα προτιμήσεων δηλώσει ότι θα επιλέξει να χρησιμοποιήσει μια υπηρεσία κοινής χρήσης ηλεκτρικού πατινιού και 0, εάν όχι.

Η δυαδική λογιστική παλινδρόμηση (Binary Logistic Regression) αποτελεί μια διωνυμική εξίσωση, στην οποία η μεταβλητή απόκρισης Y είναι το τυχαίο αποτέλεσμα εμφάνισης μίας από τις δύο δυνητικές εκβάσεις του τύπου επιτυχία ή αποτυχία, όπως π.χ. είναι το αποτέλεσμα της ρίψης ενός νομίσματος δύο διαφορετικών όψεων (κορώνα-γράμματα), η ρίψη ενός ζαριού, κατά την οποία το αποτέλεσμα εμφάνισης μονού αριθμού θεωρείται επιτυχία και ζυγού αριθμού αποτυχία, η θετική ψήφος εκλογής ενός δημοψηφίσματος κτλ.

$$f(z) = \frac{e^z}{1 + e^z} = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

όπου z είναι η μεταβλητή εισόδου και $f(z)$ το αποτέλεσμα αυτής. Στα πλεονεκτήματα της εξίσωσης συγκαταλέγεται και το γεγονός ότι η μεταβλητή εισόδου λαμβάνει θετικές και αρνητικές τιμές, ενώ το αποτέλεσμα αυτής $f(z)$ περιορίζεται σε εύρος τιμών μεταξύ 0 και 1. Αναλυτικότερα, η μεταβλητή z εκπροσωπεί τη δράση μιας ομάδας ανεξάρτητων μεταβλητών, ενώ η $f(z)$ προσδιορίζει την πιθανότητα ενός συγκεκριμένου αποτελέσματος, λόγω της δράσης της ομάδας αυτής. Η μεταβλητή z (λογιστική) εκφράζει επίσης το μέτρο της ολικής συνεισφοράς όλων των συμμετεχουσών ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο και ορίζεται ως:

$$z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

όπου β_0 είναι το ύψος της κλίσης της γραμμής παλινδρόμησης και ισούται με την τιμή z , όταν οι τιμές όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών ισούνται με 0, ενώ β_i είναι οι συντελεστές παλινδρόμησης, καθένας των οποίων εκφράζει το μέγεθος συνεισφοράς της αντίστοιχης μεταβλητής. Θετική τιμή του συντελεστή δηλώνει ότι η επεξηγηματική μεταβλητή αυξάνει την πιθανότητα της επιτυχημένης έκβασης (να συμβεί δηλαδή το γεγονός), αρνητική τιμή σημαίνει ότι η μεταβλητή μειώνει την πιθανότητα αυτής της έκβασης. Υψηλή τιμή του συντελεστή σημαίνει ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή επηρεάζει πολύ ισχυρά την πιθανότητα να συμβεί το γεγονός ή μη, ενώ χαμηλή τιμή δηλώνει μικρή επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής στην πιθανότητα εμφάνισης της ανάλογης έκβασης.

Συνοψίζοντας, η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμεύει στην περιγραφή της σχέσης που αναπτύσσεται μεταξύ μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών (π.χ. ηλικία, φύλο) και μιας δυαδικής μεταβλητής απόκρισης εκφρασμένης ως πιθανότητα δυνάμενη να πάρει μία από δύο τιμές, όπως στη συγκεκριμένη εργασία, θετική (1), αρνητική (0).

Οι πιθανότητες που συγκλίνουν υπέρ της εμφάνισης ενός γεγονότος ή πρόθεσης εκφράζονται ως λόγος ζεύγους ακέραιων τιμών (odds), όπου ο αριθμητής προσδιορίζει την πιθανότητα που έχει το προσδοκώμενο γεγονός να συμβεί και ο παρονομαστής την

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

πιθανότητα να μη συμβεί. Έτσι, αν p είναι η πιθανότητα να εμφανιστεί το γεγονός και $1-p$ η πιθανότητα να μη συμβεί, τότε ο λόγος των πιθανοτήτων θα είναι $p/(1-p)$. Για παράδειγμα, η πιθανότητα να ανασυρθεί μια κάρτα σπαθί από μια τράπουλα 52 φύλλων είναι 25% δηλαδή μία στις τέσσερις ή αριθμητικά $13/52=1:4$ ή και $\frac{1}{4}$. Με ανάλογο τρόπο εκφράζεται και η πιθανότητα μη εμφάνισης μιας κάρτας σπαθί η οποία ισούται με 4:1, αντιστρέφοντας απλώς τους όρους του κλάσματος, $(1-p)/p$.

Η παραπάνω σχέση (logit) κάλλιστα μπορεί να ενσωματωθεί στο μοντέλο της παλινδρόμησης σε λογαριθμική μορφή ως εξής,

$$\text{logit}(p) = \log_e \left(\frac{p}{1-p} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

Οι συντελεστές της παλινδρόμησης υπολογίζονται με τη βοήθεια της εκτίμησης της Μέγιστης Πιθανοφάνειας (Maximum Likelihood Estimate – MLE), ως:

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i \beta)$$

ή προτιμότερο με τη λογαριθμική έκδοση αυτής,

$$L = \sum_{i=1}^n \log_e f(x_i \beta)$$

όπου β είναι μια παράμετρος της μεταβλητής, η οποία μπορεί να μεταβάλλεται ελεύθερα. Η προβλεπόμενη τιμή για κάθε παρατήρηση θα ισούται με:

$$\hat{\beta} = \frac{1}{n} \log_e L$$

Η συνάρτηση της πιθανοφάνειας έκβασης ενός γεγονότος (likelihood) δείχνει πόσο κατάλληλα ένα παρατηρούμενο δείγμα περιγράφεται από κάποιες τιμές παραμέτρων π.χ. μέσος όρος, τυπική απόκλιση. Άρα, η μεγιστοποίηση της συνάρτησης της πιθανότητας έκβασης καθορίζει τις παραμέτρους εκείνες που είναι οι πλέον ικανές να παράγουν τα παρατηρούμενα στοιχεία. Από άποψη στατιστικής βαρύτητας, η MLE προτείνεται για εφαρμογές σε μεγάλα δείγματα καθόσον είναι ευέλικτη, προσαρμόζεται εύκολα στην παραγωγή πολλών διαφορετικού τύπου μοντέλων, το χειρισμό διαφορετικής φύσης στοιχείων και περιέχει ακριβέστερες μετρήσεις.

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της λογιστικής παλινδρόμησης επηρεάζεται κατά πολύ από το δειγματοληπτικό μέγεθος της έρευνας. Ένας χρυσός κανόνας υπαγορεύει την αντιστοιχία του αριθμού των επιθυμητών εκβάσεων προς τον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών να προσδιορίζεται από τη σχέση 10:1. Εάν υπάρχουν ονομαστικές ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως, για παράδειγμα, διχοτομικές, ο παραπάνω κανόνας θα ισχύει για το μέγεθος των παρατηρήσεων της ολιγοπληθέστερης κατηγορίας.

Για την πραγματοποίηση της δίτιμης λογιστικής παλινδρόμησης συλλέγονται απαντήσεις από κατάλληλη φόρμα ερωτηματολογίου, η οποία έχει αναπτυχθεί με τη μέθοδο των δεδηλωμένων προτιμήσεων. Αυτά αποθηκεύονται και οργανώνονται σε αρχεία .csv. Μετέπειτα, ακολουθεί η επεξεργασία των δεδομένων, που στην περίπτωση της παρούσας έρευνας, χρησιμοποιήθηκε η Python. Στόχος αυτής της διαδικασίας ήταν η προετοιμασία των δεδομένων για πραγματοποίηση δίτιμης λογιστικής παλινδρόμησης με χρήση της γλωσσας προγραμματισμού R και του στατιστικού πακέτου Rchoice που τελικά προτιμήθηκε.

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί αναλυτικά ο σχεδιασμός του πειράματος δεδηλωμένων προτιμήσεων, το οποίο αποσκοπεί στη διερεύνηση της επιθυμίας χρήσης κοινόχρηστου ηλεκτρικού πατινιού κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις. Οι προϋποθέσεις αυτές δεν συνδέονται μόνο με το κόστος χρήσης της υπηρεσίας, αλλά και με την ύπαρξη ή όχι κατάλληλης υποδομής για την πραγματοποίηση μετακίνησης με ηλεκτρικό πατίνι. Επίσης, εξετάζεται κατά πόσον η ύπαρξη εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης στην ευρύτερη αστική περιοχή επηρεάζει τη ζήτηση για χρήση υπηρεσιών κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών. Παρακάτω παρουσιάζονται όλα τα βήματα που ακολουθήθηκαν, ώστε να δημιουργηθεί ένα χρήσιμο εργαλείο εκτίμησης της υποκειμενικής συμπεριφοράς του κάθε χρήστη. Στόχος είναι η εκτενής περιγραφή των βημάτων για την αποτελεσματική επεξήγηση του πειράματος. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση, ώστε να εξεταστεί η σημαντικότητά τους.

Στο πείραμα αυτό, η προθυμία χρήσης ηλεκτρικού πατινιού εξετάζεται υποθέτοντας ένα ταξίδι 2 χλμ εντός αστικής περιοχής, γεγονός που διασαφηνίζεται σε όλους τους συμμετέχοντες στην έρευνα. Επομένως, η απόσταση ταξίδιού -και κατ'επέκταση- ο χρόνος αυτού είναι καθορισμένα. Για την ενσωμάτωση περιβαλλοντικών παραγόντων στο πείραμα, ορίζεται μια περιοχή με ακτίνα 2 km γύρω από το σημείο προέλευσης του ταξιδιού και θεωρείται ως η περιοχή μελέτης. Εντός αυτής, οι τιμές των επεξηγηματικών μεταβλητών, θεωρούνται σταθερές. Παρουσιάστηκαν στους συμμετέχοντες 36 διαφορετικά σενάρια που αφορούν μία διαδρομή 2 km, που με κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι είναι περίπου 10 λέπτα, ενώ με περπάτημα 30 λέπτα. Οι ερωτηθέντες θα πρέπει να δηλώσουν, ανά περίπτωση, αν θα χρησιμοποιούσαν το συγκεκριμένο μέσο μεταφοράς. Η εναλλακτική επιλογή είναι να μετακινηθούν με οποιοδήποτε άλλο μέσο μετακίνησης που διατίθεται στην περιοχή, εκτός από το να οδηγήσουν αυτοκίνητο.

4.1. Περιγραφή Μεταβλητών και Επιπέδων:

Η εξαρτημένη μεταβλητή αναφέρεται στην προθυμία των ατόμων να χρησιμοποιήσουν ή όχι μια υπηρεσία κοινής χρήσης ηλεκτρικού πατινιού, λαμβάνοντας υπόψη ορισμένες προκαθορισμένες συνθήκες. Επομένως, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι δυαδική με δύο μόνο επιλογές, δηλαδή 1, εάν ο συμμετέχων στην έρευνα προτιμήσεων δηλώσει να χρησιμοποιήσει μια υπηρεσία κοινής χρήσης e-scooter και 0, εάν όχι.

Στον Πίνακα 5.1, παρουσιάζονται οι επεξηγηματικές μεταβλητές και τα μεταβλητά επίπεδα του πειράματος ταξινομούνται σε τρεις κύριες ομάδες: α) κόστος και οφέλη υπηρεσιών, β) σύστημα μεταφορών και γ) οδικές υποδομές. Φυσικά, αυτό το πείραμα λαμβάνει υπόψη διάφορες κοινωνικοδημογραφικές μεταβλητές, όπως το φύλο, η ηλικία, η εκπαίδευση, η απασχόληση, το εισόδημα, η τοποθεσία κατοικίας κι η ιδιοκτησία αυτοκινήτου και ηλεκτρικών πατινιών. Ωστόσο, αυτά δεν περιλαμβάνονται στον σχεδιασμό του σεναρίου. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές και τα επίπεδα μεταβλητών επιλέχθηκαν έχοντας ως δεδομένα τα ευρήματα από σχετικές μελέτες και τον εντοπισμό πιθανών αστικών οδικών περιβαλλόντων και συνθηκών. Πιο συγκεκριμένα, το κόστος

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

υπηρεσιών είναι αδιαμφισβήτητα ένας παράγοντας που επηρεάζει την κρίση των ατόμων. Είναι αναμενόμενο πως η σχέση της μονάδας του κόστους με τις αλλαγές στη ζήτηση είναι μέρος του ερευνητικού στόχου. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο στην παρούσα μελέτη, ενσωματώθηκαν πρόσθετες μεταβλητές, όπως οι μπόνους πόντοι, οι οποίοι μπορούν, είτε να εξαργυρωθούν με ελεύθερη μία διαδρομή 2 χλμ/ 10 πόντους, είτε να μεταφερθούν σε υπηρεσίες στάθμευσης με τη δυνατότητα έκπτωσης 50%. Ο βασικός σκοπός είναι να εξεταστεί μια συγκριτικά διαφορετική διαβάθμιση σεναρίων τιμολόγησης που μπορεί να αυξήσουν ή να μειώσουν την προθυμία για χρήση της υπηρεσίας κοινόχτηστου ηλεκτρικού πατινιού.

Τα μεταβλητά επίπεδα του κόστους υπηρεσιών επιλέχθηκαν με βάση τις τιμές των προηγούμενων ή παρόντων υπηρεσιών ηλεκτρικών πατινιών που έχουν λειτουργήσει στην Αθήνα. Στη συνέχεια, εισάγονται δύο μεταβλητές που σχετίζονται με το σύστημα μεταφοράς εντός της ζώνης μελέτης. Το πρώτο αναφέρεται στην ύπαρξη σταθμού του μετρό που λειτουργεί ως πολυτροπικός κόμβος και προσελκύει ή δημιουργεί ταξίδια τελευταίου μιλίου. Οι υπηρεσίες τροφοδοτικών λεωφορειακών γραμμών μπορούν να ανταγωνίζονται τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά πατίνια σε πικνές αστικές περιοχές, λόγος για τον οποίο λήφθηκε υπόψη η συγκεκριμένη δυαδική μεταβλητή. Ένας συνδυασμός δυαδικών, κατηγορικών και συνεχών ανεξάρτητων μεταβλητών χρησιμοποιείται για την περιγραφή της οδικής υποδομής. Η βασική ιδέα ήταν να ενσωματωθούν όλες οι διαφορετικές περιπτώσεις αστικών δρόμων, στις οποίες μπορεί να λειτουργήσει ένα ηλεκτρικό πατίνι, ή τουλάχιστον αυτά που τείνουν να χρησιμοποιούν οι αναβάτες. Οι ποδηλατόδρομοι και οι πεζόδρομοι είναι οδικά περιβάλλοντα, στα οποία οι αναβάτες ηλεκτρικών πατινιών μπορούν να συνυπάρξουν με άλλους ευάλωτους χρήστες του οδικού δικτύου, π.χ. ποδηλάτες και πεζούς. Ωστόσο, θα πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα να οδηγείται ένα ηλεκτρικό πατίνι σε οδικό περιβάλλον μικτής κυκλοφορίας. Η κατάσταση του οδοστρώματος, σε συνδυασμό με το όριο ταχύτητας είναι δύο κρίσιμοι παράγοντες για την ασφάλεια των αναβατών ηλεκτρικών πατινιών και συνεπώς επηρεάζουν την προθυμία τους να το επιλέξουν σε ένα συγκεκριμένο οδικό περιβάλλον. Ωστόσο, τα φαρδιά πεζοδρόμια μπορεί να παρέχουν αρκετό χώρο, έτσι ώστε το ηλεκτρικό πατίνι να αποφεύγει τις επικίνδυνες αλληλεπιδράσεις με την κυκλοφορία των μηχανοκίνητων οχημάτων που εντοπίζονται στις αστικές οδούς. Ταυτόχρονα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν φαρδιά πεζοδρόμια, προκειμένου να ξεπεραστεί η συμφόρηση που εμφανίζεται στις λωρίδες κυκλοφορίας. Αυτό, εν τέλει, μπορεί να ενισχύσει την ελκυστικότητα μιας τέτοιας υπηρεσίας.

Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται ο πίνακας των ανεξάρτητων μεταβλητών με τα αντίστοιχα επίπεδα τους.

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Πίνακας 4.1. Παρουσίαση των ανεξάρτητων μεταβλητών που λαμβάνονται υπόψη στον σχεδιασμό των σεναρίων.

Μεταβλητή	Σύμβολο.	Τύπος μεταβλητής	Αριθμός επιπέδων	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3
A. Κόστος και οφέλη υπηρεσιών							
Κόστος εξυπηρέτησης	“cost”	Συνεχής	3		1.5 ευρώ	2.5 ευρώ	3.5 ευρώ
Μπόνους πόντοι και δυνατότητα μεταφοράς πόντων	“points” “mulm”	Κατηγορική	3		0 points	2 πόντοι, όπου με τη συγκέντρωση 10 πόντων οι χρήστες κερδίζουν μια ελεύθερη διαδρομή 2 χλμ με ε-ηλεκτρικό πατίνι για το επόμενο ταξίδι τους.	1 πόντος, όπου με τη συγκέντρωση 10 πόντων οι χρήστες κερδίζουν μια δωρεάν διαδρομή 2 χλμ με ηλεκτρικό πατίνι για το επόμενο ταξίδι τους ή 50% έκπτωση σε ιδιωτικό πάρκινγκ
B. Σύστημα μεταφορών							
Σταθμός Μετρό	“metro”	Δυαδική	2	Χωρίς σταθμό μετρό	Με σταθμό μετρό		
Γραμμές Αστικού Λεωφορείου	“bus”	Δυαδική	2	Χωρίς στάση λεωφορείου	Με στάση λεωφορείου		
Γ. Οδική υποδομή							
Όριο ταχύτητας≤ 30 km/h	“speed1” “speed2”	Κατηγορική	3		Σε καμία οδό	Σε όλες τις οδούς κατοικίας (70% των οδών)	Σε όλες τις οδούς (πλην λεωφόρων)
Κατάσταση οδοστρώματος	“pav”	Δυαδική	2	Κακή κατάσταση	Καλή κατάσταση		
Δίκτυο ποδηλατοδρόμων	“cycle”	Δυαδική	2	Χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	Με δίκτυο ποδηλατοδρόμων		
Δίκτυο πεζοδρόμων	“ped”	Δυαδική	2	Χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	Με δίκτυο πεζοδρόμων		
Μέσο πλάτος πεζοδρομίων	“sidw”	Συνεχής	3		< 1.2m	2.1m	> 3.0m

4.2. Διατύπωση Μοντέλου:

Ο αρχικός σχεδιασμός του πειράματος εξασφαλίζει μηδενικές συσχετίσεις μεταξύ των επεξηγηματικών μεταβλητών, που περιλαμβάνονται στη διατύπωση του μοντέλου. Λόγω του γεγονότος ότι η εξαρτημένη μεταβλητή έχει δυαδική μορφή, επιλέχθηκε η δυαδική λογιστική παλινδρόμηση για την εκτίμηση των συντελεστών (ή παραμέτρων βήτα) των ανεξάρτητων μεταβλητών (Harell et al., 2001). Οι μεταβλητές που σχετίζονται με τα κοινωνικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά δεν εμφανίζονται στον τύπο του μοντέλου, καθώς δεν μπορούν να ελεγχθούν στη διαδικασία σχεδιασμού της έρευνας. Με άλλα λόγια, είναι αδύνατο να εξασφαλιστεί μηδενική συσχέτιση μεταξύ κοινωνικών και δημογραφικών μεταβλητών σε αυτό το στάδιο. Απαιτείται μια στρατηγική κατανομή έρευνας με βάση τον ερευνητικό στόχο, έτσι ώστε άτομα από διαφορετικές κοινωνικές ομάδες να συμπληρώσουν τη φόρμα έρευνας. Η εξίσωση (1) παρουσιάζει τον τύπο του μοντέλου (ή τη συνάρτηση χρησιμότητας).

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_{cost} * cost + \beta_{points} * points + \beta_{mulm} * mulm + \beta_{metro} * metro + \beta_{bus} * bus + \beta_{speed_1} * speed_1 + \beta_{speed_2} * speed_2 + \beta_{pav} * pav + \beta_{cycl} * cycl + \beta_{ped} * ped + \beta_{sidw} * sidw \quad (1)$$

- p*: είναι η πιθανότητα χρήσης μιας υπηρεσίας κοινής χρήσης ηλεκτρικού πατινιού για ένα ταξίδι 2 km στην περιοχή έρευνας
- β_0 : σταθερά της συνάρτησης χρησιμότητας
- β_i : συντελεστής μεταβλητής *i* (παράμετροι βήτα)
- cost*: κόστος εξυπηρέτησης ανά ώρα σε ευρώ
- points*: μπόνους πόντοι σε πόντους
- mulm*: 1, εάν οι πόντοι μπορούν να μεταφερθούν σε υπηρεσίες στάθμευσης
- metro*: 1, εάν υπάρχει σταθμός μετρό στην περιοχή έρευνας
- bus*: 1, εάν λειτουργούν γραμμές λεωφορείων στην περιοχή έρευνας
- $speed_1$: 1, εάν το όριο ταχύτητας είναι 30 km/h ή μικρότερο στο 70% των οδών (σε όλες τις οδούς κατοικίας) στην περιοχή έρευνας
- $speed_2$: 1, εάν το όριο ταχύτητας είναι 30 km/h ή μικρότερο στο 100% των οδών (σε όλες τις οδούς κατοικίας) στην περιοχή έρευνας
- pav*: 1, εάν η συνολική κατάσταση του οδοστρώματος είναι καλή στην περιοχή έρευνας
- cycl*: 1, εάν υπάρχουν ποδηλατόδρομοι στην περιοχή έρευνας
- ped*: 1, εάν υπάρχουν πεζοδρομημένες ζώνες στην περιοχή έρευνας
- sidw*: το μέσο πλάτος του πεζοδρομίου σε μέτρα στην περιοχή έρευνας

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Για την εκτίμηση των παραμέτρων βήτα, εφαρμόζεται η Μέθοδος Μέγιστης Πιθανότητας. Ωστόσο, κάθε ερωτώμενος θα αξιολογήσει πολλαπλά σενάρια. Σίγουρα, αυτές οι επιλογές δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Επομένως, κάθε επιλογή δεν μπορεί να θεωρηθεί ως μια ενιαία και ανεξάρτητη παρατήρηση. Για να αυξηθεί η εγκυρότητα του μοντέλου, λαμβάνονται υπόψη οι εξαρτήσεις που φυσικά υπάρχουν μεταξύ των απαντήσεων ανά άτομο. Πιο συγκεκριμένα, στη διαδικασία εκτίμησης εισάγονται τυχαίες παράμετροι βήτα, ώστε να μπορεί να περιγραφεί κατάλληλα η ετερογένεια στις προτιμήσεις των ατόμων. Αυτό απαιτεί μια προσομοίωση Monte-Carlo, χρησιμοποιώντας τυχαίους αριθμούς Halton για να μεγιστοποιηθεί η κοινή συνάρτηση πιθανότητας. Το αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης είναι οι μέσες τιμές και οι τιμές τυπικής απόκλισης των τυχαίων παραμέτρων βήτα.

Τέλος, για να ελεγχθεί η ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου, το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας μεγιστοποίησης συγκρίνεται με τη μηδενική πιθανοφάνεια. Για να εκτιμηθεί η μηδενική πιθανοφάνεια, όλοι οι συντελεστές στο μοντέλο θέτονται ίσοι με μηδέν. Αυτό σημαίνει ότι οι επιλεγμένες ανεξάρτητες μεταβλητές δεν επηρεάζουν τις επιλογές των ατόμων. Άλλα αποτελέσματα της ανάλυσης δυαδικής παλινδρόμησης είναι τα οριακά αποτελέσματα που χρησιμοποιούνται για την κατανόηση της συμβολής της κάθε παραμέτρου της παλινδρόμησης στην προθυμία των ατόμων να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες κοινής χρήσης ηλεκτρικού πατινιού, τα οποία δίνονται με βάση τη μερική παράγωγο της πιθανότητας σε σχέση με την εξεταζόμενη μεταβλητή (Tzouras et al., 2020).

4.3. Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου:

Η προετοιμασία για τον σχεδιασμό του ερωτηματολογίου ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2022 και έπειτα από την μελέτη βιβλιογραφίας, έγινε η επιλογή των κατάλληλων δεδομένων και ερωτήσεων που θα βοηθούσαν στην εκπλήρωση του στόχου, τόσο του ερωτηματολογίου, όσο και της διπλωματικής εργασίας. Ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου ολοκληρώθηκε τον Απρίλιο του 2022, και στη συνέχεια, ξεκίνησε η συμπλήρωσή του.

Για την πραγματοποίηση αυτού του εγχειρήματος, λήφθηκαν υπόψιν οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στην Εξίσωση (1) και τα επίπεδά τους με τον συνολικό αριθμό όλων των πιθανών συνδυασμών να εκτιμάται σε 10368. Η διατύπωση και η επεξεργασία ενός τέτοιου αριθμού σεναρίων δεν είναι καθόλου εφικτή. Για να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός αυτός, επιλέγεται ένας κλασματικός παραγοντικός σχεδιασμός. Τα κλασματικά παραγοντικά σχέδια βασίζονται σε ορθογωνικούς πίνακες (Πίνακας 5.2), οι οποίοι διασφαλίζουν μηδενική συσχέτιση μεταξύ των επιλεγμένων ανεξάρτητων μεταβλητών, που εμφανίζονται στον τύπο του μοντέλου. Με την εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας, ο αριθμός των σεναρίων (ή καταστάσεων επιλογής) μειώνεται πλέον σε 36.

Για να αποφευχθούν ερωτηματολόγια μεγαλύτερα των 10 λεπτών και να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα συλλογής ημιτελών απαντήσεων, τα 36 σενάρια χωρίζονται εξίσου σε 3 μπλοκ, δηλαδή 12 σενάρια στην κάθε φόρμα ερωτηματολογίου. Η επιλογή των σεναρίων και των τιμών των παραμέτρων ακολούθησε έναν σχεδιασμό που στόχο είχε να προβληματίσει τον ερωτώμενο, ώστε να σκεφτεί πριν συμπληρώσει την απάντηση του. Με τον τρόπο αυτό, κανένα σενάριο δεν είχε προφανή απάντηση κι ως αποτέλεσμα, προέκυψαν σε κάθε ερωτηματολόγιο διαφορετικές μεταξύ τους απαντήσεις, οι οποίες

δίνουν περισσότερες πληροφορίες κατά τη στατιστική ανάλυση. Για τη διασφάλιση μηδενικών συσχετίσεων μεταξύ ανεξάρτητων μεταβλητών στο δείγμα, είναι κρίσιμο να συλλέγουμε τον ίδιο αριθμό απαντήσεων σε κάθε μπλοκ, ενώ κάθε δείγμα μπλοκ θα πρέπει να έχει παρόμοια κοινωνικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την τυχαία διανομή των μπλοκ στους ερωτηθέντες και την ταυτόχρονη παρακολούθηση των χαρακτηριστικών του δείγματος ανά μπλοκ.

Η φόρμα ερωτηματολογίου δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας τα εργαλεία Google Forms και έγινε διαθέσιμη στο διαδίκτυο. Το ερωτηματολόγιο δομείται από τρεις ενότητες, θεματικά διαφορετικές μεταξύ τους. Στην πρώτη, ο συμμετέχοντας εισάγεται στον σκοπό της φόρμας ερωτήσεων και δίνεται ένας ορισμός για το ηλεκτρικό πατίνι ως μέσο μετακίνησης. Στη συνέχεια, επεξηγείται η δομή του ερωτηματολογίου και ο τρόπος με τον οποίο ο συμμετέχοντας καλείται να το συμπληρώσει, δηλαδή αν τελικά είναι θετικός ή όχι στη χρήση κοινόχρηστου ηλεκτρικού πατινιού ανά περίπτωση. Ο χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου δεν ξεπερνά τα 15 λεπτά.

Στη δεύτερη ενότητα, παρατίθενται τα δώδεκα (12) διαφορετικά απεικονιστικά σενάρια με σύντομο και σαφή τρόπο. Η ενότητα αυτή αποτελείται από τρία (3) διαφορετικά στάδια. Ξεκινάει με την εκφώνηση, κατά την οποία επεξηγείται στον ερωτώμενο η φύση της κατάστασης με την ακόλουθη φράση: «Θέλετε να καλύψετε μία απόσταση 2 km που με κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι είναι περίπου 10 λέπτα, ενώ με περπάτημα 30 λέπτα». Ακολουθεί η παράθεση των μεταβλητών με τη μορφή απεικόνισης και η τελική ερώτηση για την επιλογή ή μη του ηλεκτρικού πατινιού ως μέσο μετακίνησης με βάση τις συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Μέσω της μεθόδου απεικόνισης επιτεύχθηκε μία διαδραστική εμπειρία για τον ερωτώμενο, ο οποίος μπορεί, με τη βοήθεια των εικόνων, των χρωμάτων και των συμβόλων, να οπτικοποιήσει εύκολα το νόημα του κάθε σεναρίου και να είναι σίγουρος πως έχει επιλέξει την απάντηση που του αντιπροσωπεύει. Για αυτόν τον λόγο, άλλωστε, τα σενάρια δεν παρατέθηκαν σε γραπτό λόγο. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, η φόρμα ερωτήσεων να συμπληρωθεί σε αρκετά λιγότερο χρόνο από τον προβλεπόμενο και να συλλεχθούν πολύ περισσότερες από τις αναμενόμενες απαντήσεις, δηλαδή 252 στο σύντομο χρονικό διάστημα των 3 ημερών. Ο αριθμός των συλλεχθέντων ερωτηματολογίων είναι παραπάνω από ικανοποιητικός για τέτοιου είδους έρευνες, προκειμένου τα αποτελέσματα να θεωρούνται αξιόπιστα. Γίνεται, λοιπόν, κατανοητό πως το ερωτηματολόγιο ολοκληρώθηκε με πρωτοφανή επιτυχία.

Στην τρίτη ενότητα, παρατίθενται επτά (7) κοινωνικές και δημογραφικές ερωτήσεις, οι οποίες αφορούν την ηλικία, το φύλο, την κύρια απασχόληση, το καθαρό μηνιαίο (ατομικό) εισόδημα, το επίπεδο εκπαίδευσης και την τοποθεσία της μόνιμης κατοικίας του κάθε ατόμου. Η καταγραφή των παραπάνω κοινωνικών και οικονομικών χαρακτηριστικών στοχεύει στον έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος, στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων και στην ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Η επιτυχία της επιστήμης της στατιστικής οφείλεται στο γεγονός πως από την εξέταση ενός μικρού, αλλά επαρκούς τμήματος του συνόλου, που ονομάζεται δείγμα, εξάγει ακριβή και αξιόπιστα αποτελέσματα που αντιπροσωπεύουν ολόκληρο το σύνολο. Συνεπώς όσο καταλληλότερο είναι το δείγμα που θα εξεταστεί από τον μελετητή, τόσο πιο αντιπροσωπευτικά και αξιόπιστα θα είναι τα αποτελέσματα για ολόκληρο τον πληθυσμό.

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Η καταλληλότητα του δείγματος εξαρτάται από το εάν αυτό πληροί ή όχι ορισμένες προϋποθέσεις. Σύμφωνα με τον P.Kotler, το δείγμα πρέπει να επιλέγεται κάθε φορά από τον κατάλληλο πληθυσμό. Έτσι για παράδειγμα, σε μια έρευνα γύρω από την αποδοχή ενός νέου τεχνολογικά μέσου μεταφοράς στην Ελλάδα θα πρέπει να επιλεγεί από έναν πληθυσμό Ελλήνων επιβατών και οδηγών. Ωστόσο, στην περίπτωση των ηλεκτρικών πατινιών, όπου το δίπλωμα οδήγησης δεν είναι απαραίτητο για τη χρήση τους, υπάρχει μεγαλύτερη ευελιξία στην επιλογή του πληθυσμού. Επιπλέον, το μέγεθος του δείγματος έχει μεγάλη σημασία. Πιο συγκεκριμένα, όσο πιο μεγάλο είναι το δείγμα, τόσο πιο αξιόπιστα και στατιστικά σημαντικά είναι τα αποτελέσματα της έρευνας. Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας συγκεντρώθηκαν 252 απαντημένα ερωτηματολόγια, ικανοποιητικός αριθμός για τη φύση της συγκεκριμένης έρευνας. Τέλος, η επιλογή του δείγματος πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε αυτό να είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού ως προς τα χαρακτηριστικά του. Για παράδειγμα, στη συγκεκριμένη περίπτωση κατά την οποία ο πληθυσμός ήταν Έλληνες, το δείγμα έπρεπε να αποτελείται από άτομα με ποικίλα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά. Έτσι, στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου που περιέχει τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή, ώστε το δείγμα να αποτελείται από άτομα που ανήκουν σε όλες τις αναφερόμενες κατηγορίες, με όσο το δυνατό λογικότερες αναλογίες.

Παρακάτω, ακολουθεί ένα στιγμιότυπο από τη φόρμα του ερωτηματολογίου:

Σενάριο 02

Θέλετε να καλύψετε μία απόσταση 2 km που με κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι είναι περίπου 10 λέπτα, ενώ με περπάτημα 30 λέπτα.

Το ΚΟΣΤΟΣ της διαδρομής με πατίνι είναι περίπου 1.5 ΕΥΡΩ. Επίσης, θα πάρετε 2 ΠΟΝΤΟΥΣ, όπου με τη συγκέντρωση 10 ποντών κερδίζετε μία ελεύθερη διαδρομή 10 λεπτών. Ακόμη, η ευρύτερη περιοχή, στην οποία βρίσκεται η διαδρομή, διαθέτει τα εξής χαρακτηριστικά:

Μέσο πλάτος πεζοδρομίου

Κατάσταση οδοστρώματος

Περισσότερο από 3 μέτρα

Κακή

Σταθμός μετρό

✗

Όριο ταχύτητας
30 km/h

✗

Δίκτυο
ποδηλατοδρόμων

Σε όλες τις
οδούς (πλην
λεωφόρων)

Γραμμές
Αστικού
Λεωφορείου

Πεζοδρομημένες
ζώνες

✗

✓

02. Με αυτές τις συνθήκες, θα επιλέγατε να χρησιμοποιήσετε κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι;

Ναι, θα χρησιμοποιύσα

Οχι, θα προτιμούσα ένα άλλο μέσο μετακίνησης (πχ. περπάτημα, ταξί, λεωφορείο κλπ.)

Εικόνα 4.1: Παράδειγμα ερώτησης πολλαπλής επιλογής σε περιβάλλον Google Forms

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Φυσικά, το ερωτηματολόγιο σεβάστηκε την ανωνυμία του κάθε εθελοντή, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ακεραιότητα και η ειλικρίνεια των απαντήσεων και να διασφαλισθούν τα προσωπικά δεδομένα.

4.4. Πιλοτική Έρευνα:

Για την ολοκλήρωση σχεδιασμού της φόρμας του ερωτηματολογίου, κρίθηκε αναγκαία η διανομή της σε έναν περιορισμένο αριθμό ατόμων, δηλαδή να πραγματοποιηθεί μια πιλοτική έρευνα. Σκοπός αυτής ήταν η διαπίστωση της αποτελεσματικότητας της μορφής του ερωτηματολογίου. Προχωρώντας σε αυτό το δοκιμαστικό στάδιο, κατέστη εφικτή η αξιολόγηση του βαθμού κατανόησης και ερμηνείας του εν λόγω εργαλείου. Απαραίτητες προϋποθέσεις ήταν οι χρησιμοποιούμενοι όροι να γίνονται εύκολα αντιληπτοί, η σειρά των ερωτήσεων να μην προκαλεί πιθανή σύγχυση, η διατύπωση των ερωτήσεων να επιτρέπει τη συλλογή των επιθυμητών στοιχείων και το ερωτηματολόγιο να έχει την κατάλληλη έκταση, δηλαδή να μην είναι ιδιαίτερα εκτενές, προκαλώντας την αδιαφορία ή τον εκνευρισμό των ερωτώμενων.

Έτσι λοιπόν, διερευνήθηκε ο βαθμός κατανόησης του ερωτηματολογίου από ένα μικρό σύνολο ατόμων, συγκεκριμένα έξι (6). Η ανταπόκριση των ερωτηθέντων ήταν σε γενικές γραμμές θετική και ενθουσιώδης, καθώς θεώρησαν ότι η περιγραφή του σκοπού της έρευνας και της υφιστάμενης κατάστασης ήταν επαρκής, ώστε να προχωρήσουν στη βαθμολόγηση των υποθετικών σεναρίων. Παράλληλα, χαρακτήρισαν τον τρόπο παρουσίασης των σεναρίων εύληπτο και σαφή. Βάσει των παρατηρήσεων, προτάθηκε να γίνεται ξεκάθαρη αναφορά σε περίπτωση που δεν παρέχεται κανένας πόντος. Επιπλέον, ζητήθηκε να μεγεθυνθούν οι εικόνες του ερωτηματολογίου, ώστε να γίνεται καλύτερη οπτικοποίηση των διαφόρων επιλογών του χρήστη. Επίσης, επισημάνθηκε το μέγεθος των συμβόλων (✓, X) να μην ξεπερνάει τη γραμματοσειρά του κειμένου, έτσι ώστε οι συμμετέχοντες να μην υποβιβάζουν τη σημασία της κατάστασης του οδοστρώματος και του πλάτους του πεζοδρομίου ως μεταβλητές μη ίσης σημασίας με τις υπόλοιπες. Πάντως, όλοι όσοι συμμετείχαν στην πιλοτική έρευνα, σχολίασαν πως η δομή του ερωτηματολογίου το καθιστά απλό, κατανοητό, ευχάριστο και εύκολο στη συμπλήρωση. Σε αυτό, σαφώς, βοήθησε η συνδυαστική μορφή εικόνας και κειμένου.

4.5. Διαμοιρασμός ερωτηματολογίου:

Όπως αναφέρθηκε και στην υπο-ενότητα 4.3, εξαιτίας του πλήθους των σεναρίων, δημιουργήθηκαν τρεις καρτέλες με 12 σενάρια η κάθε μία. Το γεγονός αυτό οδήγησε στη δημιουργία τριών διαφορετικών ερωτηματολογίων, με κοινές τις ενότητες 1 και 3. Κατά συνέπεια, υπήρχαν τρεις διαφορετικοί σύνδεσμοι, ένας για κάθε ερωτηματολόγιο. Οι σύνδεσμοι διαδόθηκαν, μέσω προσωπικών μηνυμάτων στις σελίδες κοινωνικής δικτύωσης (Instagram, Messenger, Viber, WhatsApp) και προσωπικά e-mail. Επομένως, γίνεται κατανοητό πως το δείγμα ήταν ελεγχόμενο.

Για να διασφαλιστεί η αξιοπιστία του δείγματος, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στη διανομή των συνδέσμων, ώστε να μην υπερτερεί κάποιος σημαντικά κάποιου άλλου. Επιπλέον, για την πληρότητα, την αμεροληψία και την αντιπροσωπευτικότητα, έγινε προσπάθεια ώστε το δείγμα να αποτελείται από άτομα με ποικίλα κοινωνικά και οικονομικά

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

χαρακτηριστικά, και να υπάρχει όσο το δυνατόν είναι εφικτό ισορροπία στα φύλα και τις ηλικίες. Σημειώνεται ότι δεν υπήρχε κάποιος περιορισμός στην ηλικία του ερωτώμενου.

Στην επόμενη σελίδα ακολουθεί ο ορθογωνικός πίνακας, με βάση τον οποίο προέκυψαν τα 36 σενάρια.

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Πίνακας 4.2. Ορθογωνικός πίνακας και παρουσίαση των 36 σεναρίων

Scenario	buy.cost	buy.points	buy.pt	buy.bus	buy.bike	buy.calm	buy.pav	buy.cycle	buy.walk	buy.width	Block
01	3.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά	χωρις σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	3
02	2.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	χωρις σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	2
03	3.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	2
04	2.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	3
05	3.5 euro	κανένας πόντος	χωρις σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	2
06	1.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	1

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

07	3.5 euro	κανένας πόντος	χωρις σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	1
08	1.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά	χωρις σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	2
09	2.5 euro	κανένας πόντος	με σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	3
10	1.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	χωρις σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	1
11	2.5 euro	κανένας πόντος	με σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	1
12	1.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	3
13	1.5 euro	κανένας πόντος	χωρις σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	1
14	3.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για	χωρις σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	3

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

		στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά									
15	1.5 euro	κανένας πόντος	με σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	3
16	3.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	1
17	1.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	χωρίς σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	3
18	2.5 euro	κανένας πόντος	με σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρίς σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	2
19	1.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	χωρίς σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	2
20	2.5 euro	κανένας πόντος	χωρίς σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρίς σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	3
21	3.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρίς σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	1
22	2.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50%	χωρίς σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρίς σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	2

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

		(μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά									
23	3.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	2
24	2.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	1
25	2.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	χωρις σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	2
26	1.5 euro	κανένας πόντος	χωρις σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	1
27	2.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	1
28	1.5 euro	κανένας πόντος	με σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	2
29	2.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για	χωρις σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	1

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

		στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά									
30	3.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	3
31	2.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά	χωρις σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	Δεν υπάρχουν 30 km/h	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	3
32	3.5 euro	2 πόντοι, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι την επόμενη φορά	χωρις σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	< 1.2 μέτρα	1
33	1.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι Κατοικίας	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	με δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	2
34	3.5 euro	κανένας πόντος	χωρις σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	κακή κατάσταση οδοστρώματος	χωρίς δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	3
35	1.5 euro	1 πόντος, οπού με τη συγκέντρωση 10 πόντων κερδίζεις 2 km δώρο με ηλεκτρικό πατίνι ή έκπτωση 50% (μισή τιμή) σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (Park n Ride) για στάθμευση του οχήματος σου την επόμενη φορά	με σταθμό ΜΣΤ	χωρίς αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	χωρις σταθμούς bike-sharing	100% των δρόμων (πλήν πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο)	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	2.1 μέτρα	3

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

36	3.5 euro	κανένας πόντός	με σταθμό ΜΣΤ	με αστικές λεωφορειακές γραμμές διασύνδεσης	με σταθμούς bike-sharing	70% όλοι οι δρόμοι κατοίκιας	καλή κατάσταση οδοστρώματος	με δίκτυο ποδηλατοδρόμων	χωρίς δίκτυο πεζοδρόμων	> 3.0 μέτρα	2
----	----------	----------------	---------------	---	--------------------------	------------------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------	-------------	---

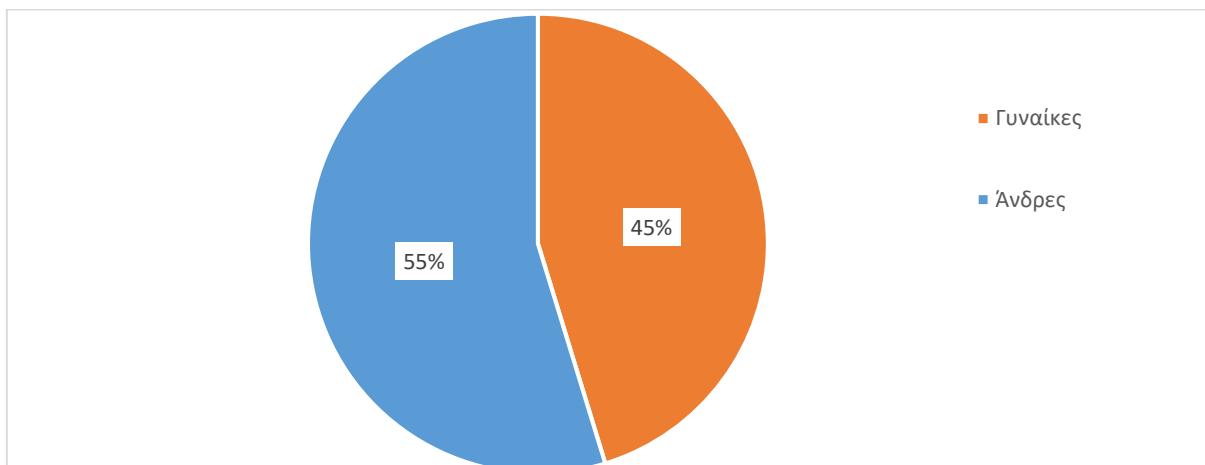
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την έρευνα. Παρουσιάζονται τα στατιστικά χαρακτηριστικά του δείγματος, καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης δεδηλωμένων προτιμήσεων με δυαδική λογιστική παλινδρόμηση.

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων. Σημαντικό κομμάτι των αποτελεσμάτων, αποτελούν οι στατιστικοί έλεγχοι που απαιτούνται για την αποδοχή ή την απόρριψη των υποθέσεων. Τέλος, παρατίθενται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των μεθοδολογιών, η περιγραφή τους, και η ερμηνεία τους με βάση το γενικότερο πλαίσιο της έρευνας.

5.1. Περιγραφικά στατιστικά και κύριες τάσεις

Ο συνολικός αριθμός των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν 243, εκ των οποίων οι 110 (45%) ήταν γυναίκες και οι 133 (55%) άνδρες (Σχήμα 5.1). Καθένα από τα άτομα απάντησε σε 12 σενάρια, επομένως ο συνολικός αριθμός παρατηρήσεων της μελέτης ανέρχεται σε 2916. Βάσει της ανάλυσης των πρωτογενών δεδομένων που συλλέχθηκαν, παρατηρείται μία αρκετά καλή και ισόποση κατανομή του δείγματος όσον αφορά στο φύλο, γεγονός το οποίο αποτελεί βασικό τεκμήριο για την αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου, η οποία έχει ικανοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, τα αναθεωρημένα ποσοστά της απογραφής του 2011 ανδρών και γυναικών ανέρχονται σε 49% και 51% επί του μόνιμου πληθυσμού της χώρας, συνεπώς το δείγμα παρουσιάζει μια ρεαλιστική αντιπροσώπευση του πληθυσμού ως προς το φύλο.

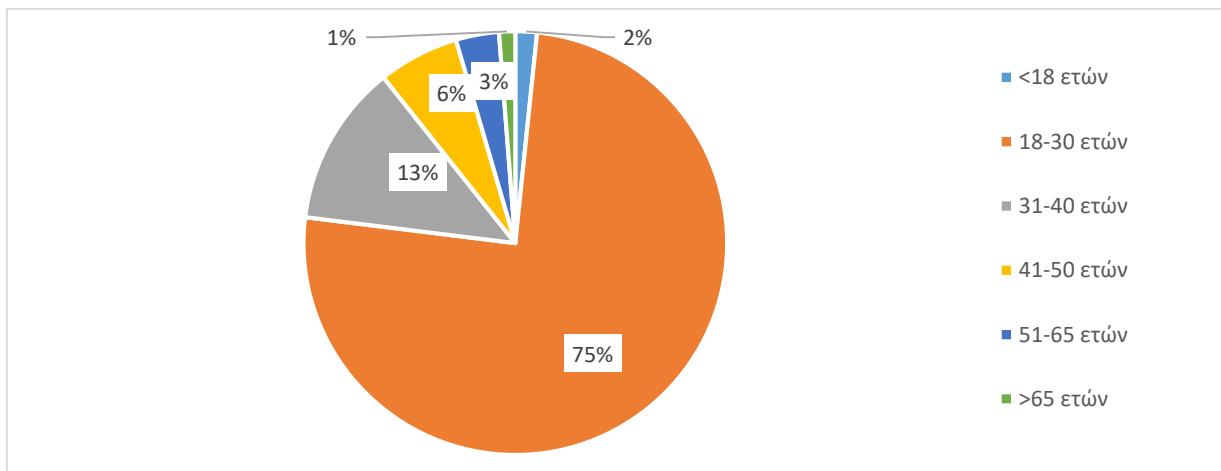


Σχήμα 5.1. Κατανομή φύλου

Οι συμμετέχοντες δεν κατανεμήθηκαν εξίσου μεταξύ των ηλικιακών ομάδων. Ωστόσο, αυτού του είδους η διάρθρωση ήταν αναμενόμενη για δύο λόγους: πρώτον, στην έρευνα συμμετείχαν κυρίως φοιτητές και οι οικογένειές τους, με αποτέλεσμα ο μέσος όρος των

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

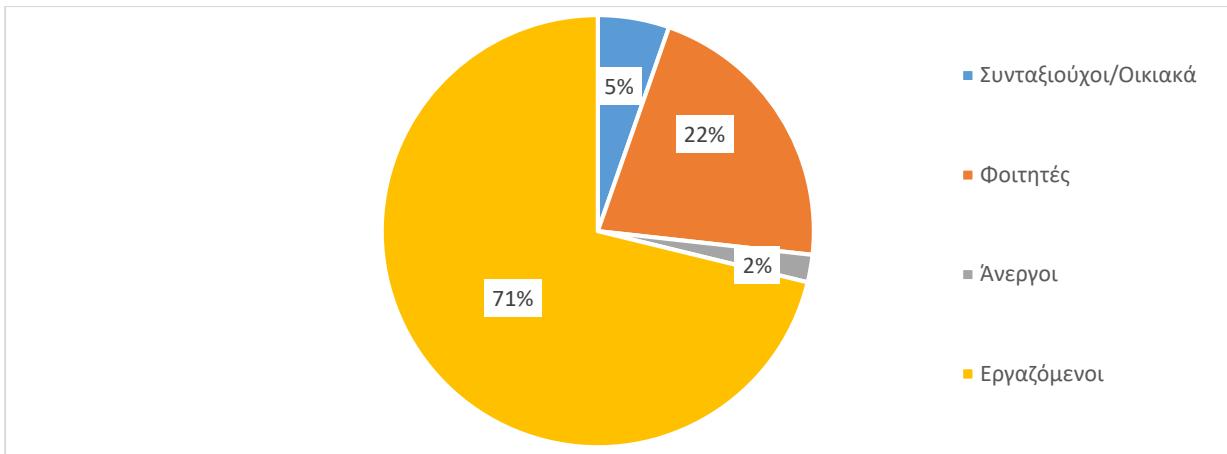
ηλικιών να εντοπίζεται περίπου στα 25 - 35 έτη και δεύτερον, η μικροκινητικότητα είναι ένας τρόπος μετακίνησης, ο οποίος πιθανότατα να μην ενδιαφέρει τις μεγαλύτερες ηλικίες, επομένως άτομα άνω των 65 ετών είναι πολύ πιθανό να εμφάνιζαν ούτως ή άλλως άρνηση να μετακινηθούν με ηλεκτρικό πατίνι. Επιπλέον, θεωρήθηκε επιθυμητό, στο δείγμα να συμμετέχουν άτομα, τα οποία βάσει νόμου επιπρέπεται να κατέχουν δίπλωμα οδήγησης τουλάχιστον μηχανοκίνητου δίκυκλου και, όπως είναι πιθανότερο, να διαθέτουν αυτοκίνητο για τις καθημερινές μετακινήσεις τους, να είναι ενήμερα για το κυκλοφοριακό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι αστικές οδοί και να μπορούν να σταθμίσουν με μεγαλύτερη ευκολία και ακρίβεια την αλληλεξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών «χρόνος», «απόσταση», «κόστος». Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν σε τόσο μικρό ποσοστό ατόμων κάτω των 18 ετών, μόλις 2%. Τρίτον, η διανομή πραγματοποιήθηκε μόνο με διαδικτυακά μέσα, με τα οποία είναι περισσότερο εξοικειωμένες ηλικίες μικρότερες των 65 ετών. Ως αποτέλεσμα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.2., παρατηρήθηκε συμμετοχή έως και 75% για την ηλικιακή ομάδα 18-30 ετών (183 άτομα), ακολουθούμενη από τους 31-40 με 13% (30 άτομα). Οι ηλικίες των ομάδων, 41-50 (15 άτομα), 51-65 (8 άτομα) και >65 ετών (3 άτομα) αντιπροσωπεύονται από ποσοστό ίσο με 6%, 3% και 1% αντίστοιχα.



Σχήμα 5.2. Κατανομή ηλικίας

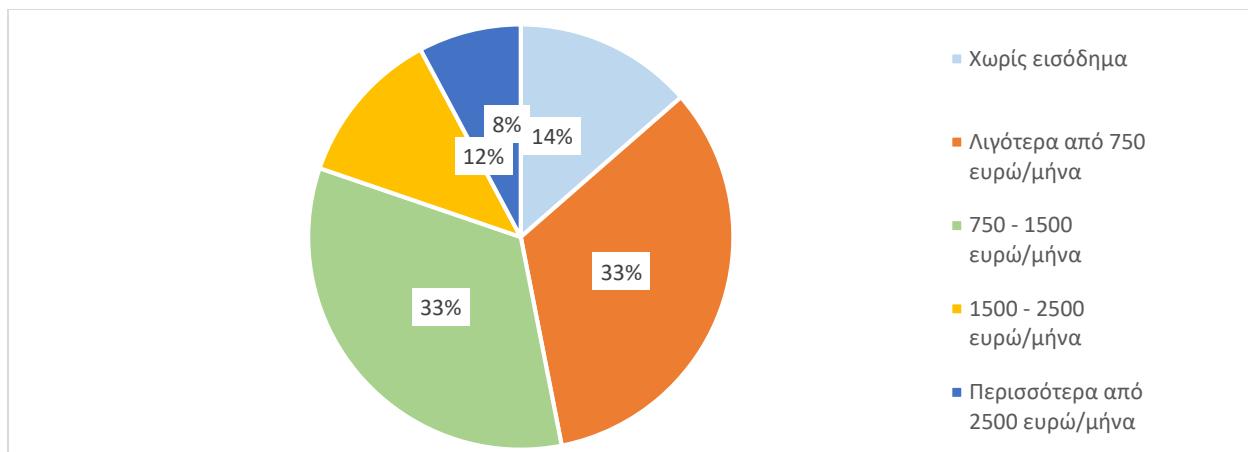
Ακόμη, παρατηρήθηκε υψηλή διακύμανση ανάλογα με την κατηγορία απασχόλησης των συμμετεχόντων, συμπεριλαμβανομένων των συνταξιούχων ή των ατόμων που μένουν στο σπίτι (13 άτομα, 5%), των ανέργων (5 άτομα, 2%), των φοιτητών (52 άτομα, 22%) και τέλος των εργαζομένων (173 άτομα, 71%) (Σχήμα 5.3).

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Σχήμα 5.3. Κατανομή κατηγορίας απασχόλησης.

Το εισόδημα και η εκπαίδευση συσχετίζονται με τις ηλικιακές ομάδες. Επομένως, δεν υπάρχει υψηλή διακύμανση ούτε σε αυτές τις μεταβλητές. Τα εισοδήματα των ερωτηθέντων κατανέμονται με βάση τα παρακάτω ποσοστά, όπως παρουσιάζονται σχηματικά στο Σχήμα 5.4. Στην κατηγορία «Χωρίς εισόδημα» αντιστοιχούν 33 άτομα, δηλαδή το 14% του δείγματος. Στις κατηγορίες εισοδήματος «Λιγότερα από 750 ευρώ/μήνα» και «750-1500 ευρώ/μήνα» εντοπίζονται ισόποσες απαντήσεις, οι οποίες αντιστοιχούν στο 33% του δείγματος (81 άτομα σε κάθε κατηγορία). Συνεχίζοντας, καθώς οι κατηγορίες των εισοδημάτων αυξάνονται, τα ποσοστά σ' αυτές μειώνονται. Το ποσοστό που ανήκει στην επόμενη κατηγορία των «1.500-2.500 ευρώ/μήνα» ανέρχεται στο 12%, δηλαδή 29 άτομα, ενώ περισσότερα από 2.500€ φαίνεται να εισπράττουν, μηνιαίως, 19 άτομα (8%).

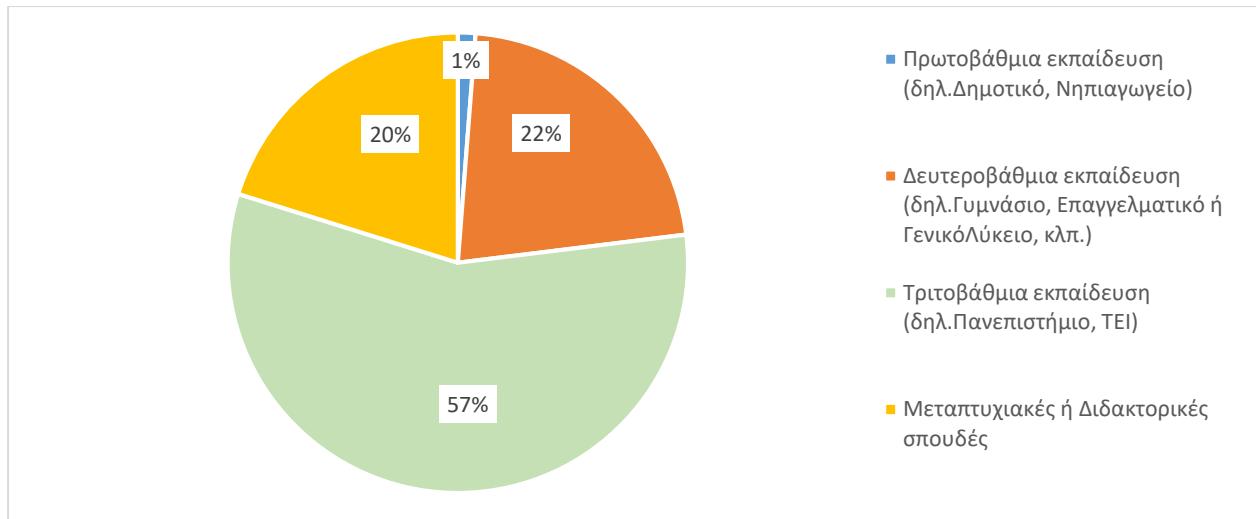


Σχήμα 5.4. Κατανομή εισοδήματος

Όσον αφορά στην κατηγορία «Εκπαίδευση», στην «Πρωτοβάθμια εκπαίδευση (δηλ. Δημοτικό, Νηπιαγωγείο)» αντιστοιχούν μόνο 3 άτομα (1%), στην «Δευτεροβάθμια εκπαίδευση (δηλ. Γυμνάσιο, Επαγγελματικό ή Γενικό Λύκειο, κλπ.)» αντιστοιχούν 53 άτομα (22%), στην «Τριτοβάθμια εκπαίδευση (δηλ. Πανεπιστήμιο, ΤΕΙ)» αντιστοιχούν 138 άτομα (57%), ενώ στην κατηγορία «Μεταπτυχιακές ή Διδακτορικές σπουδές» 49 άτομα

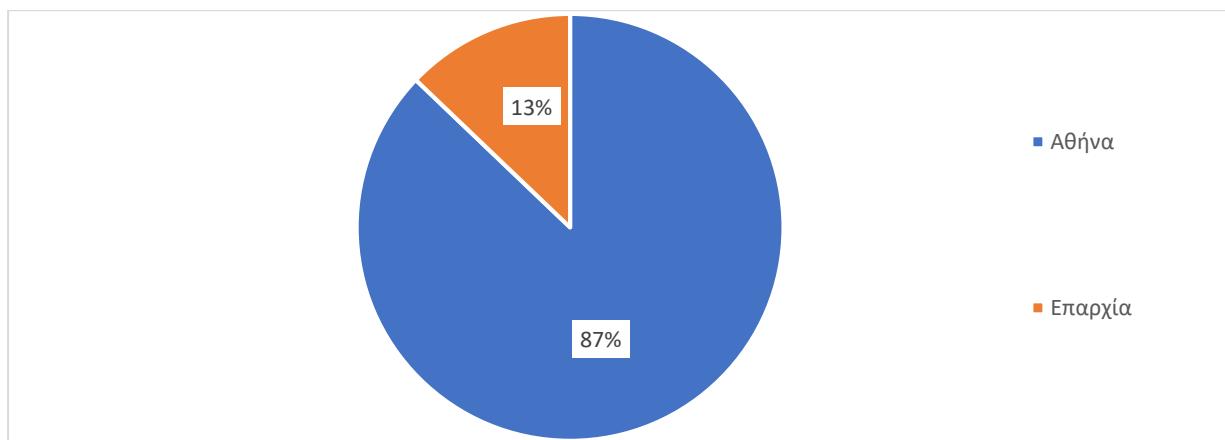
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

με ποσοστό 20% (Σχήμα 5.5). Όλοι οι ερωτηθέντες του δείγματος έχουν λάβει έστω και τη στοιχειώδη εκπαίδευση. Εφόσον τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν σε φοιτητές και τις οικογένειές τους, η συγκέντρωση του μεγαλύτερου μέρους των απαντήσεων – περισσότερες από τις μισές – στην κατηγορία «Τριτοβάθμια εκπαίδευση (δηλ.Πανεπιστήμιο, ΤΕΙ)» είναι απολύτως λογική.



Σχήμα 5.5. Κατανομή εκπαιδευτικού επιπέδου.

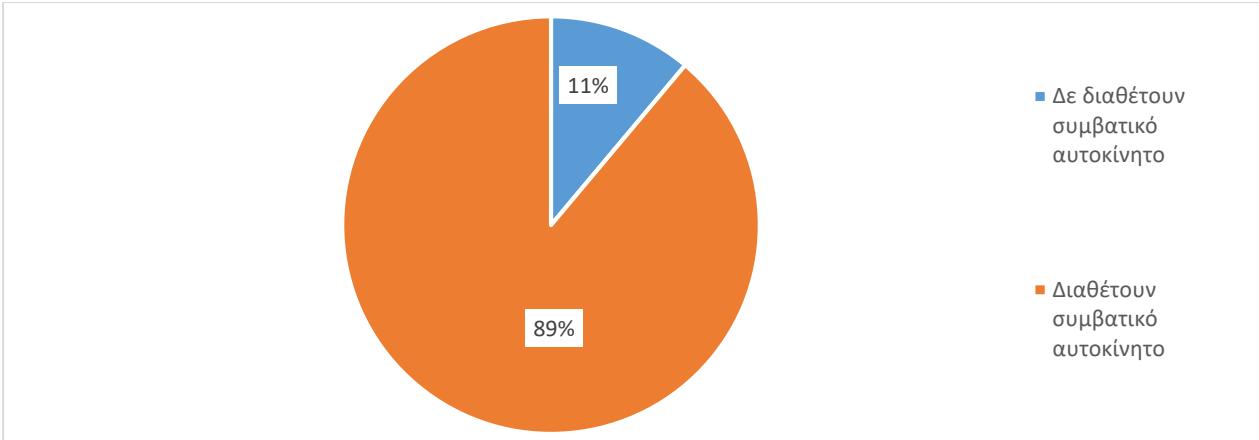
Το 87% των ερωτηθέντων ζει στη μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας, ενώ το 13% προέρχεται από μικρότερες ελληνικές πόλεις. Η τελευταία ομάδα είχε περιορισμένη εμπειρία στη χρήση υπηρεσιών κοινής χρήσης ηλεκτρικών πατινιών, καθώς δεν δραστηριοποιείται σε αυτούς τους τομείς (Σχήμα 5.6).



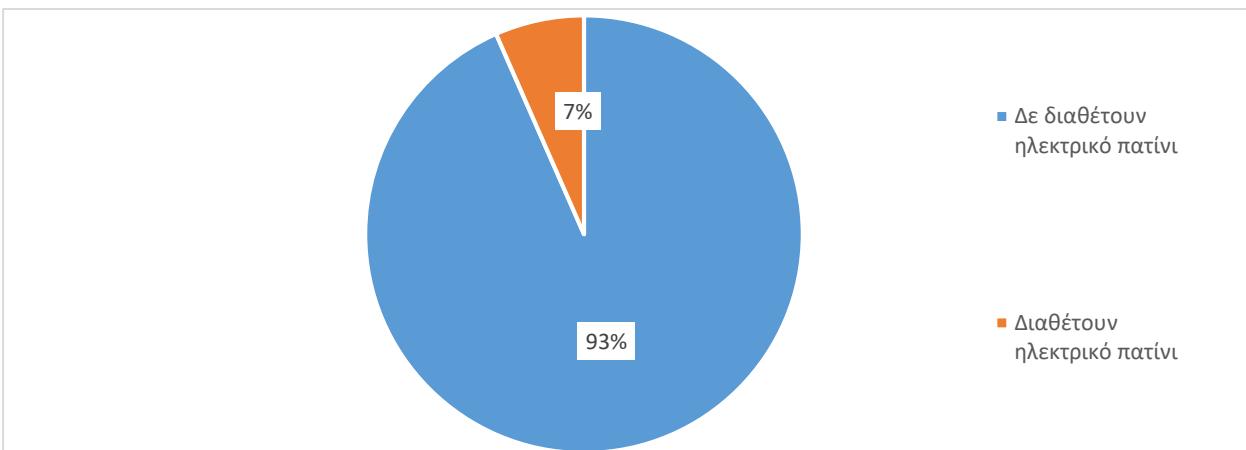
Σχήμα 5.6. Κατανομή τόπου κατοικίας.

Επίσης, είναι αξιοσημείωτο ότι μόνο 16 από τους 243 ερωτηθέντες (7%) διαθέτουν ηλεκτρικό πατίνι (Σχήμα 5.8), ενώ οι κάτοχοι αυτοκινήτων αντιστοιχούν σε μερίδιο 89% του δείγματος (216 άτομα) (Σχήμα 5.7). Αν και οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες είναι νέοι, σίγουρα, πρόκειται για ένα δείγμα με χαμηλή εμπειρία στη χρήση της μικροκινητικότητας για καθημερινά ταξίδια.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

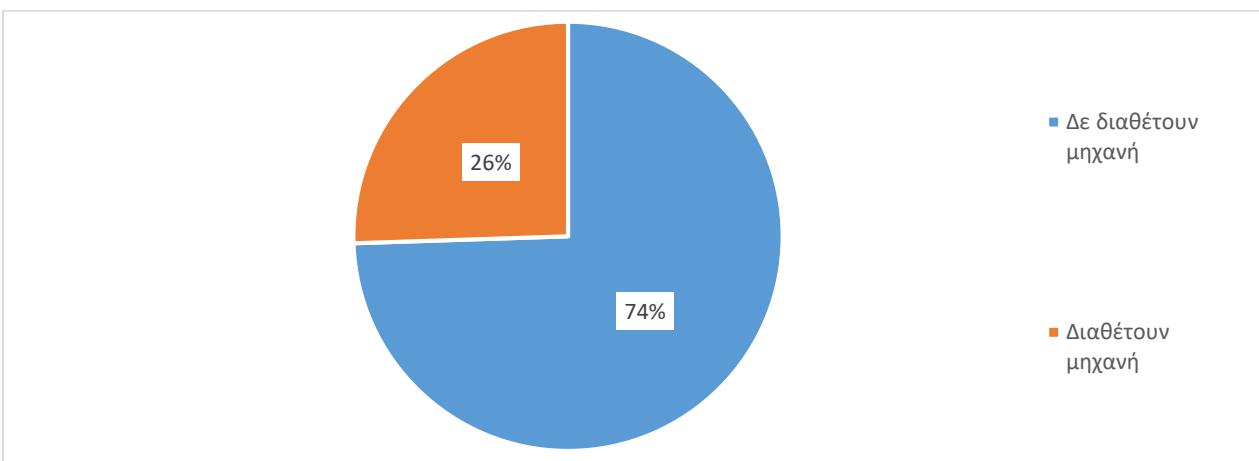


Σχήμα 5.7. Κατανομή συμμετεχόντων που διαθέτουν συμβατικό αυτοκίνητο.



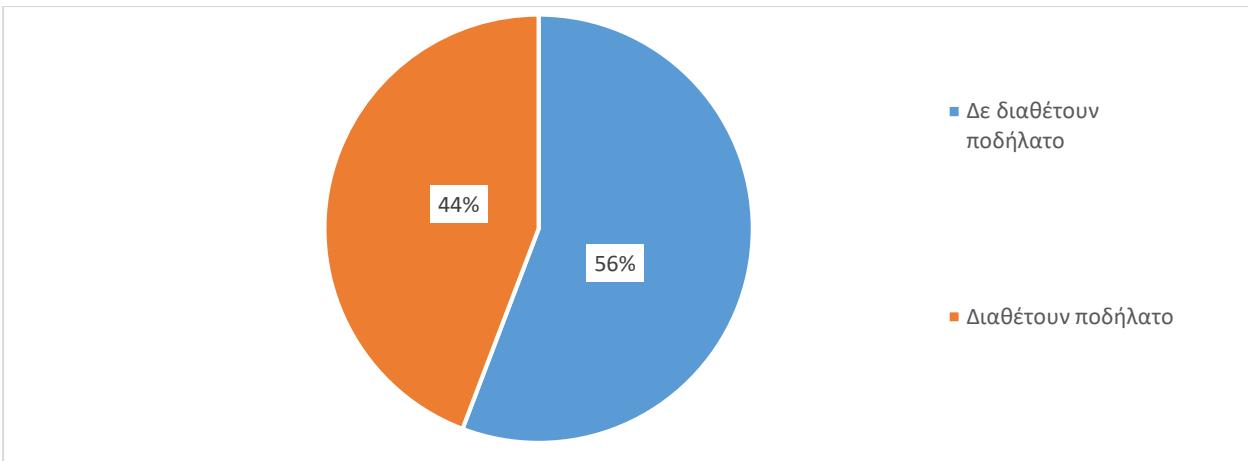
Σχήμα 5.8. Κατανομή συμμετεχόντων που διαθέτουν ηλεκτρικό πατίνι.

Τέλος, από την ανάλυση των απαντήσεων προέκυψαν τα εξής στατιστικά: κάτοχο μηχανής αποτελεί το 26% (62 άτομα) (Σχήμα 5.9), ποδηλάτου 44% (107 άτομα) (Σχήμα 5.10), ενώ ηλεκτρικού αυτοκινήτου μόνο 2% (4 άτομα) (Σχήμα 5.11).

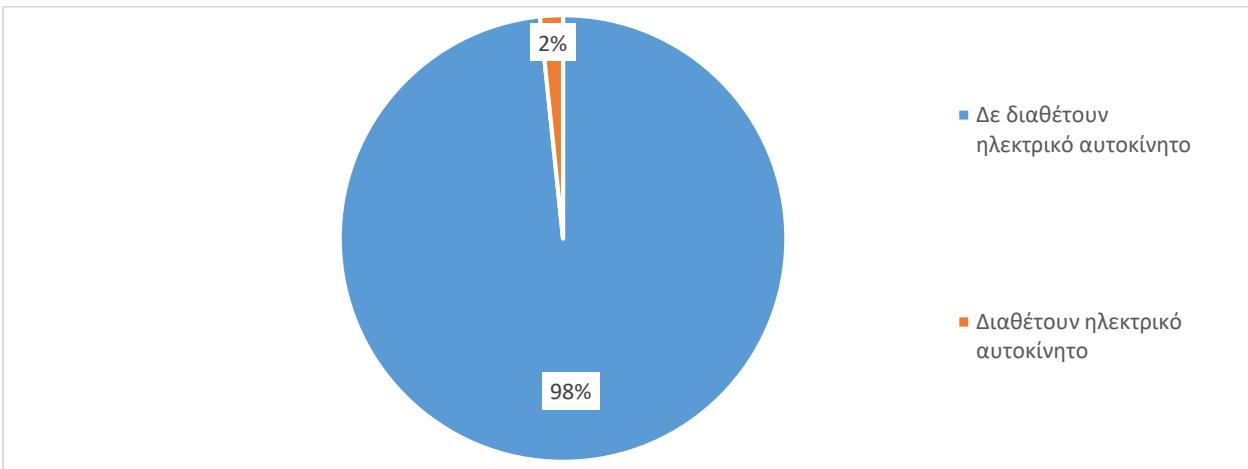


Σχήμα 5.9. Κατανομή συμμετεχόντων που διαθέτουν μηχανή .

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Σχήμα 5.10. Κατανομή συμμετεχόντων που διαθέτουν ποδήλατο .



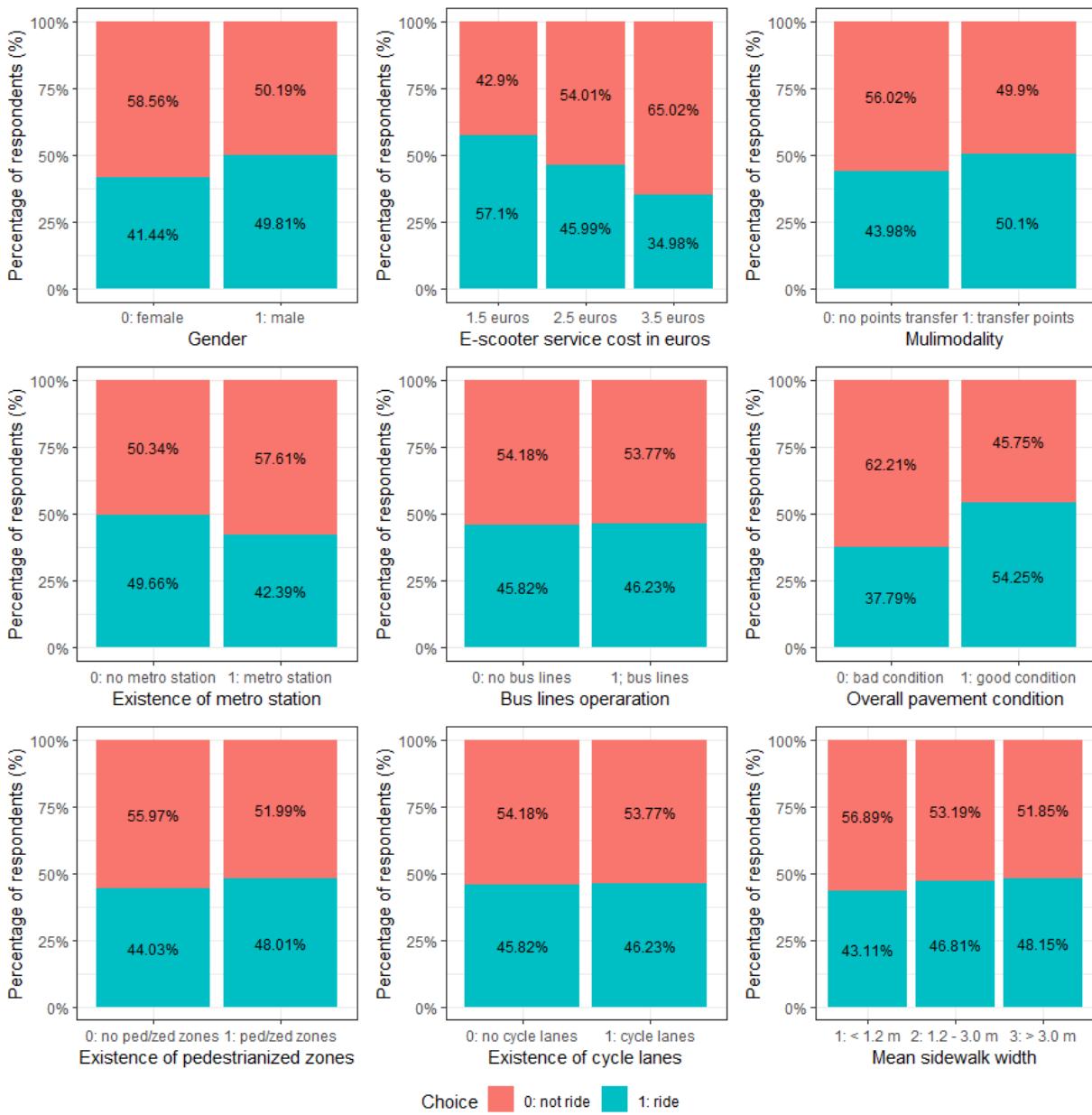
Σχήμα 5.11. Κατανομή συμμετεχόντων που διαθέτουν ηλεκτρικό αυτοκίνητο.

Για να αποκαλυφθούν μερικές από τις κύριες τάσεις που εμφανίζονται στις επιλογές των ερωτηθέντων, σχεδιάστηκαν τα γραφήματα ράβδων του Σχήματος 5.12. Όπως αναφέρθηκε, οι άντρες επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι στο 49,81% των περιπτώσεων, ενώ οι γυναίκες δεν ήταν τόσο θετικές (41,44%).

Προφανώς, το κόστος είναι μια μεταβλητή που επηρέασε τις επιλογές, γεγονός το οποίο δεν είναι απροσδόκητο. Όσο πιο μικρό είναι το κόστος, τόσο περισσότερα άτομα είναι πρόθυμα να χρησιμοποιήσουν ηλεκτρικό πατίνι. Πιο συγκεκριμένα, όταν η διαδρομή κοστολογείται με τη μικρότερη τιμή του πειράματος (1,5 ευρώ), η επιθυμία των χρηστών να χρησιμοποιήσουν το ηλεκτρικό πατίνι φτάνει το 57,1%. Όσο αυξάνεται η τιμολόγηση, τόσο μειώνεται η επιθυμία, με την τιμή των 2,5 ευρώ να έχει θετική ψήφο 45,99% και με των 3,5 ευρώ, που αποτελεί τη μεγαλύτερη τιμή του πειράματος, η αρνητική ψήφος να αγγίζει το 65%.

Δίνοντας τη δυνατότητα μεταφοράς μπόνους πόντων σε υπηρεσίες στάθμευσης, αυξήθηκε ελαφρά η προθυμία των συμμετεχόντων να χρησιμοποιήσουν κοινόχρηστα ηλεκτρικά πατίνια. Στις γυναίκες, η πιθανότητα χρήσης αυξήθηκε από το 41,44% στο

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Σχήμα 5.12. Κύριες παρατηρούμενες τάσεις της μελέτης

43,98% και στους άνδρες από το 49,81% στα 50,1%. Ακόμα και από αυτή την οριακή αύξηση, μπορούμε να εντοπίσουμε πως οι μπόνους πόντοι προσελκύουν θετικά σε μεγαλύτερο βαθμό τις γυναίκες από ότι τους άντρες, με ποσοστό αύξησης 2,54% και 0,29% αντίστοιχα.

Απροσδόκητα, η ύπαρξη σταθμού μετρό στην περιοχή είχε ως αποτέλεσμα οι αρνητικές απαντήσεις της επιλογής χρήσης ηλεκτρικού πατινιού να συγκεντρώσουν ποσοστό 57,61%. Οι υπηρεσίες λεωφορειακών γραμμών φαίνεται να μην παρουσιάζουν αντίκτυπο στις επιλογές των ερωτηθέντων, καθώς οι θετικές απαντήσεις είναι οριακά ίσες με τις αρνητικές.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψη τις μεταβλητές που σχετίζονται με το οδικό περιβάλλον, η επίδραση της κατάστασης του οδοστρώματος στην προθυμία των ερωτηθέντων να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες ηλεκτρικών πατινιών είναι προφανής στο Σχήμα 5.12. Πράγματι, στο 62,21% των καταστάσεων επιλογής που παρουσιάζουν σενάρια με κακές συνθήκες οδοστρώματος, οι συμμετέχοντες επέλεξαν να μην χρησιμοποιήσουν κοινόχρηστο ηλεκτρικό σκούτερ, ενώ σε σενάρια καλής κατάστασης, το ποσοστό αυτό μειώνεται στο 45,75%.

Επιπλέον, από αυτά τα ραβδογράμματα, μπορεί να παρατηρηθεί η επίδραση των πεζοδρομημένων ζωνών και του μέσου πλάτους του πεζοδρομίου στις επιλογές. Όταν υπάρχει πεζόδρομος, το ηλεκτρικό πατίνι εμφανίζεται ως ελκυστικό μέσο συγκεντρώνοντας ποσοστό 51,99%, ενώ στην περίπτωση μη ύπαρξης πεζοδρομημένων οδών οι αρνητικές ψήφοι είναι περισσότερες με ποσοστό 55,97%. Όσον αφορά στο πλάτος του πεζοδρομίου, παρατηρείται μεγαλύτερη συγκέντρωση αρνητικών ψήφων, όσο το πλάτος μειώνεται. Πιο συγκεκριμένα, για πλάτος πεζοδρομίου μικρότερο των 1,2 μέτρων οι αρνητικές ψήφοι συγκεντρώνουν ποσοστό 56,89%, για πλάτος 1,2-3,0 μέτρα το ποσοστό αυτό μειώνεται στα 53,19%, ενώ για πλάτος πεζοδρομίου μεγαλύτερο των 3 μέτρων οι αρνητικές ψήφοι είναι σχεδόν ίσες με τις θετικές. Μεταξύ, λοιπόν, της πρώτης και της τελευταίας συνθήκης πεζοδρομίου, παρατηρείται αύξηση της προθυμίας χρήσης ηλεκτρικού πατινιού κατά 5,04%. Ωστόσο, οι ποδηλατόδρομοι φαίνεται να μην αποτελούν κρίσιμη παράμετρο, όπως αρχικά υποτέθηκε.

5.2. Ανάπτυξη μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης:

Προκειμένου να ποσοτικοποιηθεί και να ελεγχθεί η βαρύτητα των στατιστικών σχέσεων που συζητήθηκαν παραπάνω, πραγματοποιήθηκε το μοντέλο της δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης, τα αποτελέσματα του οποίου δίνονται στον Πίνακα 5.1. Οι μεταβλητές σχετικές με το οδικό περιβάλλον επιλέχθηκαν ως τυχαίες, προκειμένου να περιγραφεί η ετερογένεια στον τρόπο με τον οποίο αντιλήφθηκαν κάθε τύπο υποδομής. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε δεν έχει σταθερή παράμετρο, αφού βρέθηκε στατιστικά ασήμαντο σε όλες τις δοκιμές, γεγονός που πιθανώς οφείλεται στις πολλές κατηγορικές μεταβλητές που εισήχθησαν στο μοντέλο.

Όπως ήταν αναμενόμενο, το φύλο και το κόστος υπηρεσιών είναι δύο στατιστικά σημαντικές μεταβλητές για διάστημα εμπιστοσύνης μεγαλύτερο του 99,99%. Όσον αφορά στο φύλο, πρόκειται για μία δυαδική ανεξάρτητη μεταβλητή που δέχεται τιμές 1, εάν το φύλο του χρήστη είναι άντρας και 0, εάν είναι γυναίκα. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή υποδηλώνει την αναλογική σχέση που δημιουργείται με την εξαρτημένη μεταβλητή γ. Με άλλα λόγια, οι άντρες επιλέγουν με μεγαλύτερη προθυμία το ηλεκτρικό πατίνι από ότι οι γυναίκες. Εάν το πρόσημο ήταν αρνητικό, θα συνέβαινε το αντίθετο. Όσον αφορά στο κόστος υπηρεσιών, το αρνητικό πρόσημο είναι αναμενόμενο, καθώς η συγκεκριμένη μεταβλητή αποτελεί πάντα ανασταλτικό παράγοντα για την επιλογή οποιουδήποτε μέσου μετακίνησης, εκτός κι αν η τιμή της είναι μηδενική. Με τον τρόπο αυτό υποδηλώνεται η αντιστρόφως αναλογική σχέση που δημιουργείται με την εξαρτημένη μεταβλητή γ. Όπως είναι φυσικό, προκύπτει πως όσο αυξάνεται το κόστος, τόσο μειώνεται η επιθυμία χρήσης κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών. Παράλληλα, και στις δύο μεταβλητές, η πιθανότητα

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

$P(>|z|)$ του συντελεστή να είναι μηδέν είναι πάρα πολύ μικρή, γεγονός που δηλώνει την στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων αυτών μεταβλητών.

Ωστόσο, η ευκαιρία που παρουσιάζεται στον χρήστη να έχει τη δυνατότητα να κερδίσει πόντους ή να τους μεταφέρει σε υπηρεσίες στάθμευσης αυξάνει σημαντικά τη χρησιμότητα των κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών. Στην πρώτη περίπτωση, το θετικό πρόσημο, δηλώνει ότι όταν παρέχονται μπόνους πόντοι, οι χρήστες είναι περισσότερο πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι. Παράλληλα, η πιθανότητα ($P(>|z|)$) του συντελεστή να φτάσει στο μηδέν είναι πάρα πολύ μικρή, μικρότερη από 0,0001 και το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι μεγαλύτερο από 99,99%, γεγονός που δηλώνει την στατιστική σημαντικότητα της ανεξάρτητης αυτής μεταβλητής που εισήχθη πρώτη φορά στη συγκεκριμένη έρευνα. Η μεταφορά πόντων σε υπηρεσίες στάθμευσης αναφέρεται σε μια δυαδική ανεξάρτητη μεταβλητή που δέχεται τιμές 1, εάν υπάρχει αυτή η δυνατότητα και 0, εάν δεν παρέχεται. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή υποδηλώνει την αναλογική σχέση που δημιουργείται με την εξαρτημένη μεταβλητή γ. Επομένως, η δυνατότητα μεταφοράς πόντων σε υπηρεσίες στάθμευσης παρουσιάζει υψηλή αποδοχή από τους χρήστες. Οι παραπάνω μεταβλητές είναι και οι δύο στατιστικά σημαντικές για επίπεδο εμπιστοσύνης μεγαλύτερο από 99,99%.

Η ύπαρξη λεωφορειακών γραμμών στην περιοχή έρευνας δεν επηρεάζει τις επιλογές των χρηστών, ενώ ένας σταθμός μετρό μπορεί να μειώσει τη χρήση κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών (αρνητική παράμετρος βήτα). Οι δύο αυτές περιπτώσεις αποτελούν ανεξάρτητες μεταβλητές που η κάθε μία δέχεται τιμές 1, εάν υπάρχουν οι αντίστοιχες υποδομές και 0, εάν απουσιάζουν. Για την περίπτωση των λεωφορειακών γραμμών ο θετικός συντελεστής δηλώνει την αναλογική σχέση μεταξύ αυτής και της αύξησης της ελκυστικότητας χρήσης των ηλεκτρικών πατινιών. Όμως, η πιθανότητα $P(>|z|)$ του συντελεστή να φτάσει στο μηδέν είναι συγκριτικά μεγάλη, $P(>|z|)=0,7195$. Το γεγονός αυτό καθιστά τη μεταβλητή μη στατιστικά σημαντική κι επομένως με μεγάλη πιθανότητα δεν ασκεί σημαντική επιρροή στο τελικό αποτέλεσμα. Για την περίπτωση ύπαρξης σταθμού μετρό, το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει την αντιστρόφως αναλογική σχέση που δημιουργείται με την εξαρτημένη μεταβλητή γ, το οποίο σημαίνει πως, όταν υπάρχει σταθμός μετρό στην περιοχή μελέτης, οι χρήστες δεν επιλέγουν κάποιο κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι, αλλά το αντίστοιχο μεταφορικό μέσο. Στην περίπτωση αυτή, η πιθανότητα $P(>|z|)$ του συντελεστή να φτάσει στο μηδέν είναι πάρα πολύ μικρή και ο συντελεστής εμφανίζει επίπεδο εμπιστοσύνης μεγαλύτερο από 99,99%, γεγονός το οποίο δηλώνει την στατιστική σημαντικότητα της ανεξάρτητης αυτής μεταβλητής.

Η κατάσταση του οδοστρώματος, το μέσο πλάτος του πεζοδρομίου και η ύπαρξη πεζοδρομημένων ζωνών είναι τρεις στατιστικά σημαντικοί παράγοντες που λαμβάνουν υπόψη το ίδιο διάστημα εμπιστοσύνης, δηλαδή άνω του 95%. Όσον αφορά στη συνολική κατάσταση του οδοστρώματος, πρόκειται για μία δυαδική ανεξάρτητη μεταβλητή που δέχεται τιμές 1, εάν η κατάσταση του είναι καλή και 0, εάν είναι κακή. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή υποδηλώνει την αναλογική σχέση που δημιουργείται με την εξαρτημένη μεταβλητή γ. Με άλλα λόγια, όταν το οδόστρωμα βρίσκεται σε καλή κατάσταση, οι χρήστες επιλέγουν με μεγαλύτερη προθυμία το ηλεκτρικό πατίνι. Το διάστημα εμπιστοσύνης είναι

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

μεγαλύτερο του 99,99%, επομένως η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική. Όσον αφορά στο μέσο πλάτος του πεζοδρομίου σε μέτρα, το θετικό πρόσημο φανερώνει την αναλογική σχέση που δημιουργείται με την εξαρτημένη μεταβλητή γ. Όσο μεγαλύτερο είναι το πεζοδρόμιο, τόση μεγαλύτερη προθυμία εμφανίζει ο χρήστης για την χρήση ηλεκτρικού πατινιού. Η πιθανότητα $P(>|z|)=0,0422$ είναι αρκέτα μικρή εντός ορίων αποδεκτότητας, άνω του 95%, άρα η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική και επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα. Όσον αφορά στην ύπαρξη πεζοδρομημένων ζωνών, πρόκειται για μία δυαδική ανεξάρτητη μεταβλητή που δέχεται τιμές 1, εάν υπάρχουν οι αντίστοιχες υποδομές και 0, εάν απουσιάζουν. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή υποδηλώνει την αναλογική σχέση που δημιουργείται με την εξαρτημένη μεταβλητή γ. Δηλαδή, όταν υπάρχουν πεζοδρομημένες ζώνες, το ηλεκτρικό πατίνι παρουσιάζεται στον χρήστη ως μια περισσότερο ελκυστική επιλογή. Η πιθανότητα $P(>|z|)$ του συντελεστή να φτάσει στο μηδέν είναι πάρα πολύ μικρή, $P(>|z|)=0,0110$, και το διάστημα εμπιστοσύνης είναι 99,989%, επομένως η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική.

Οι λωρίδες ποδηλάτου και οι δρόμοι ήπιας κυκλοφορίας εξαιρέθηκαν από την ανάλυση ως ασήμαντοι παράγοντες. Και οι τρεις αυτοί συντελεστές εμφανίζουν πολύ μεγάλη πιθανότητα $P(>|z|)$, επομένως πολύ μικρό επίπεδο εμπιστοσύνης, συγκεκριμένα 28% για τη μεταβλητή των ποδηλατόδρομων, 25% για όριο ταχύτητας 30 km/h - 70% των τοπικών οδών και 88% για τη μεταβλητή για όριο ταχύτητας 30 km/h ή λιγότερο - 100% των τοπικών και συλλεκτήριων οδών. Το επίπεδο εμπιστοσύνης που θεωρείται αποδεκτό για την παρούσα έρευνα είναι άνω του 95%.

Εστιάζοντας στις τυπικές αποκλίσεις, οι τρεις σημαντικές μεταβλητές που σχετίζονται με το οδικό περιβάλλον θεωρήθηκαν σωστά ως τυχαίες. Πράγματι, οι τιμές τυπικών αποκλίσεων είναι σημαντικές για ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Ωστόσο, παρατηρώντας τον Πίνακα 5.1, το μέσο πλάτος του πεζοδρομίου και η ύπαρξη ζωνών πεζών ως τυχαίες μεταβλητές, παρουσιάζουν σχεδόν παρόμοια διακύμανση, αποκαλύπτοντας υψηλότερο επίπεδο συμφωνίας μεταξύ των συμμετεχόντων σχετικά με τον αντίκτυπό τους στις επιλογές των χρηστών, σε σύγκριση με την κατάσταση του οδοστρώματος, που αναφέρει μεγαλύτερη ετερογένεια (Σχήμα 5.13). Στην επόμενη σελίδα, παρουσιάζεται ο Πίνακας 5.1 με τα διαστήματα που κυμαίνεται η εξαρτημένη μεταβλητή γ, τους εκτιμώμενους συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών, τα τυπικά σφάλματα των εκτιμήσεων, καθώς και τις πιθανότητες κάποιος από αυτούς να τείνει στο μηδέν.

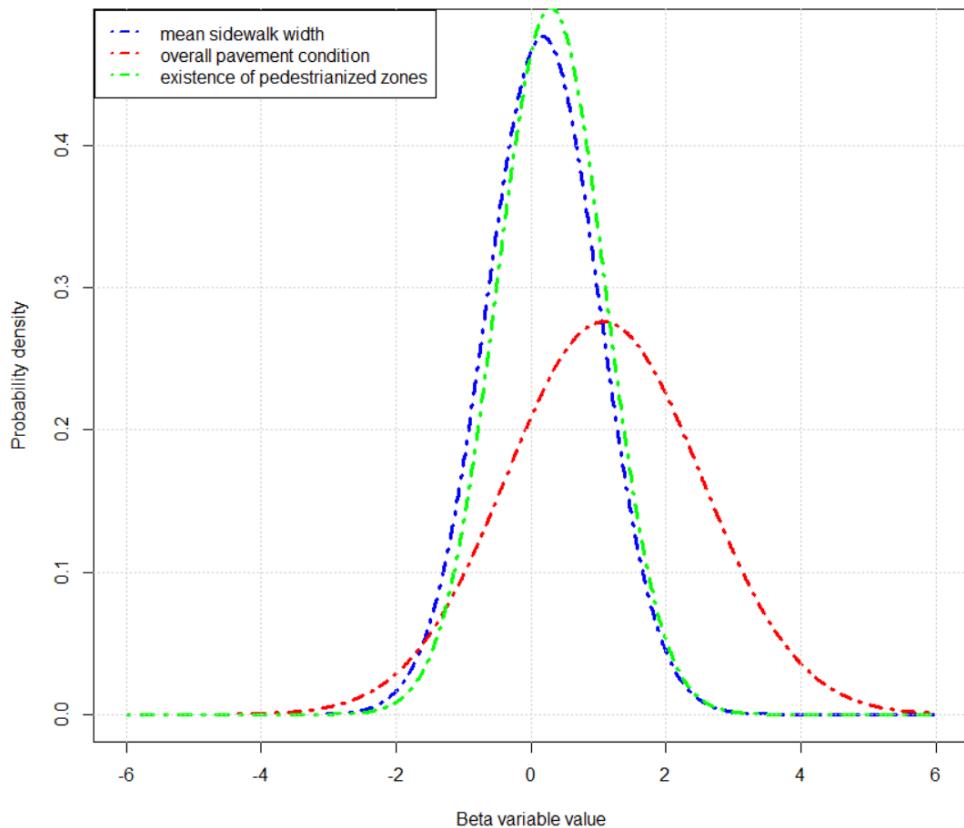
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 5.1. Μοντέλο δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης – παρουσίαση των αποτελεσμάτων του μοντέλου

	Εκτίμηση	Τυπικό σφάλμα	z-value	P(> z)
Κοινωνικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά (μη τυχαίες μεταβλητές)				
Φύλο (1, εάν άντρες)	0.7795	0.1984	3.9280	< 0.0001
Τιμολογιακή πολιτική (μη τυχαίες μεταβλητές)				
Κόστος υπηρεσιών ανά ώρα σε ευρώ	-0.7597	0.0602	-12.6247	< 0.0001
Μπόνους πόντοι σε πόντους	0.2480	0.0622	3.9883	< 0.0001
Μεταφορά πόντων σε υπηρεσίες στάθμευσης (1, εάν ναι)	0.4537	0.1127	4.0277	< 0.0001
Σύστημα μεταφορών (μη τυχαίες μεταβλητές)				
Με σταθμούς μετρό (1, εάν ναι)	-0.5397	0.1001	-5.3935	< 0.0001
Με λεωφορειακές γραμμές (1, εάν ναι)	0.0359	0.1001	0.3592	0.7195
Οδική υποδομή (τυχαίες μεταβλητές)				
<i>Μέσες τιμές</i> (Mean beta values)				
Συνολική κατάσταση οδοστρώματος (1, εάν είναι καλή)	1.0773	0.1457	7.3965	< 0.0001
Μέσο πλάτος πεζοδρομίου σε μέτρα	0.1760	0.0866	2.0317	0.0422
Με ποδηλατόδρομους (1, εάν ναι)	0.0372	0.1023	0.3636	0.7161
Με πεζοδρομημένες ζώνες (1, εάν ναι)	0.2940	0.1157	2.5414	0.0110
Με όριο ταχύτητας 30 km/h - 70% των οδών κατοικίας	-0.0413	0.1282	-0.3222	0.7473
Με όριο ταχύτητας 30 km/h ή λιγότερο - 100% των οδών κατοικίας και συλλεκτήριων οδών	0.1939	0.1231	1.5747	0.1153
<i>Τυπική απόκλιση</i>				
Συνολική κατάσταση οδοστρώματος (1, εάν είναι καλή)	1.4457	0.1726	8.3759	< 0.0001
Μέσο πλάτος πεζοδρομίου σε μέτρα	0.8371	0.0690	12.1286	< 0.0001
Με ποδηλατόδρομους (1, εάν ναι)	0.0087	0.1950	0.0446	0.9624
Με πεζοδρομημένες ζώνες (1, εάν ναι)	0.8026	0.1738	4.6180	< 0.0001
Με όριο ταχύτητας 30 km/h - 70% των οδών κατοικίας	0.5192	0.2830	1.8347	0.0666

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με όριο ταχύτητας 30 km/h ή λιγότερο - 100% των οδών κατοικίας και συλλεκτήριων οδών	0.0056	0.2800	0.0200	0.9841
Σύνολο παρατηρήσεων	2916			
Αριθμός ατόμων	243			
Τιμή μηδενικής πιθανοφάνειας	-2408			
Τιμή πιθανοφάνειας στη σύγκλιση	-1589			
Τυχαίοι αριθμοί Halton	1000			



Σχήμα 5.13. Κανονική κατανομή τυχαίων παραμέτρων βήτα

Στη συνέχεια, εκτιμήθηκαν οι μερικές επιδράσεις (marginal effects) των μοντέλων (Πίνακας 5.2), με σκοπό να γίνει ξεκάθαρη η συμβολή κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στα μοντέλα και να εξαχθούν αντίστοιχα συμπεράσματα.

Στο επόμενο βήμα, υπολογίζονται οι μέρικες επιδράσεις (marginal effects) των μοντέλων με στόχο να προβλεφθεί ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνεται η προθυμία χρήσης κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών και περιγράφονται με αύξηση πιθανότητας (θετικό πρόσημο) ή μείωση (αρνητικό πρόσημο) σε σχέση με διαφορετικές πολιτικές τιμολόγησης σε διαφορετικές αστικές περιοχές (Πίνακας 5.2). Το φύλο προστέθηκε επίσης στην

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ανάλυση. Έτσι, σε μια περιοχή με οδόστρωμα σε κακή κατάσταση, χωρίς πεζοδρομημένες ζώνες και πεζοδρόμια πλάτους μικρότερου των 1,2 m, ένας χειριστής μπορεί να αυξήσει τη χρήση ηλεκτρικού πατινιού έως και 18%, μειώνοντας την τιμή κατά -0,5 ευρώ/ώρα και παρέχοντας μπόνους πόντους που μπορούν να μεταφερθούν στις υπηρεσίες στάθμευσης. Εάν ο χρήστης βρίσκεται σε περιοχή με καλές συνθήκες οδικού περιβάλλοντος, αυτά τα οφέλη δεν θα μετατοπίσουν την προθυμία του/της να χρησιμοποιήσει κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι. Οι γυναίκες χρήστες απαιτούν μεγαλύτερα οφέλη για τη χρήση του συγκεκριμένου μέσου σε σύγκριση με τους άνδρες, όπου οι αναλογικές διαφορές δεν αναφέρονται τόσο υψηλές.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2, η δυσμενέστερη περίπτωση για την αύξηση της ελκυστικότητας είναι αυτή κατά την οποία αυξάνεται το κόστος χρήσης κατά 0,5 ευρώ/ώρα σε μία περιοχή που η κατάσταση του οδοστρώματος είναι κακή, δεν υπάρχουν πεζοδρομημένες ζώνες, το πλάτος του πεζοδρομίου είναι μικρότερο από 1,2 μέτρα και δεν παρέχονται καθόλου μπόνους πόντοι. Εκεί, όταν ο χρήστης είναι γυναίκα η πιθανότητα χρήσης μειώνεται κατά -8,1%, ενώ όταν είναι άντρας κατά -5,3%. Αντιθέτως, η ευνοϊκότερη περίπτωση για την αύξηση της ελκυστικότητας παρατηρείται, όταν το κόστος χρήσης μειώνεται κατά -0,5 ευρώ/ώρα στην ίδια περιοχή, αλλά παρέχονται 2 μπόνους πόντοι και η δυνατότητα μεταφοράς τους σε υπηρεσίες στάθμευσης. Στην περίπτωση που ο χρήστης είναι γυναίκα, η πιθανότητα να προτιμηθεί ηλεκτρικό πατίνι αυξάνεται κατά +18,0% και, όταν ο χρήστης είναι άντρας, εντοπίζεται αύξηση μεγέθους +10,1%. Για τις ίδιες, λοιπόν, συνθήκες οδοστρώματος, η μείωση του κόστους και η παροχή μπόνους πόντων φαίνεται περισσότερο ελκυστική στις γυναίκες από ότι στους άντρες.

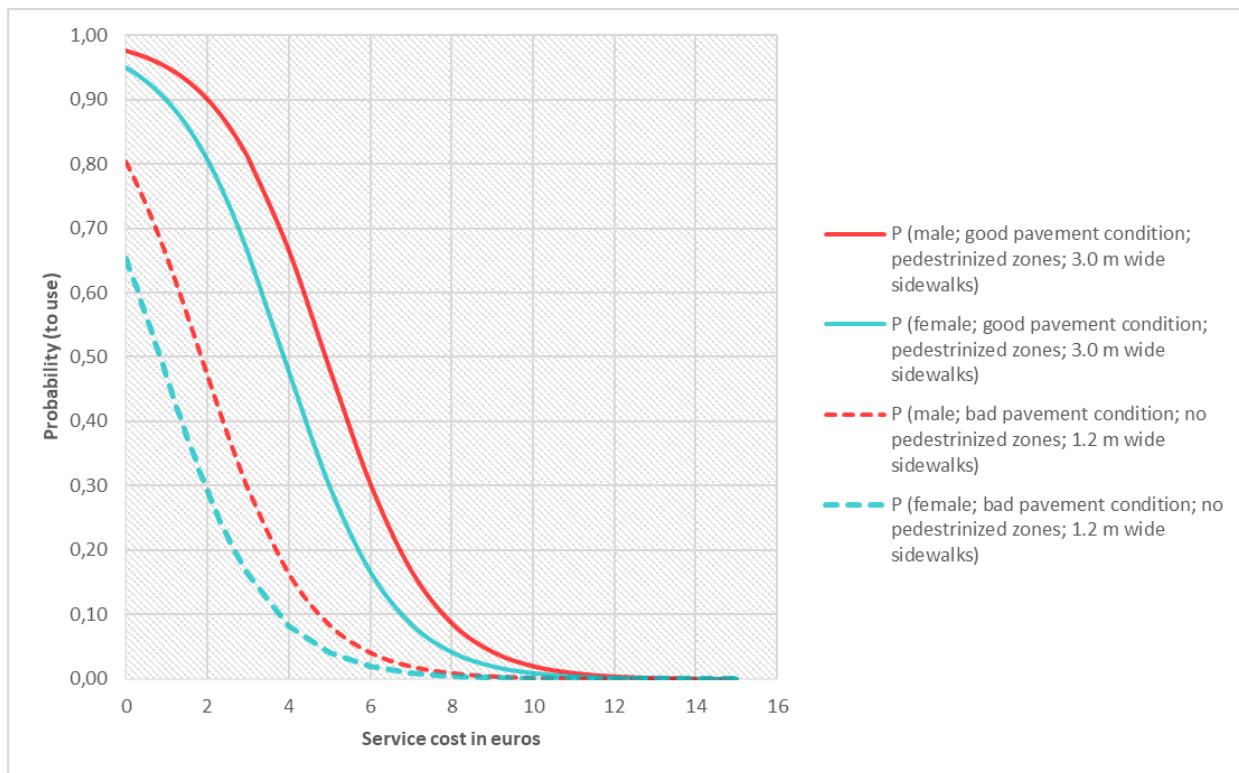
Εάν ο χρήστης είναι γυναίκα, η κατάσταση του οδοστρώματος είναι καλή, υπάρχουν πεζοδρομημένες ζώνες στην περιοχή μελέτης και το πλάτος του πεζοδρομίου είναι μεγαλύτερο από 3 μέτρα, παρέχονται 2 μπόνους πόντοι με δυνατότητα μεταφοράς σε υπηρεσίες στάθμευσης και το κόστος χρήσης μειώνεται κατά 0,5 ευρώ/ώρα, τότε η πιθανότητα να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρικό πατίνι αυξάνεται μόνο κατά 1,5%. Στην περίπτωση, μάλιστα, που ο χρήστης είναι άντρας, η ελκυστικότητα χρήσης αυξάνεται μόνο κατά μόλις 0,7%. Επομένως, προκύπτει το συμπέρασμα πως σε περιοχή με καλές συνθήκες οδικού περιβάλλοντος, τα παρεχόμενα οφέλη δεν φαίνεται να ενισχύουν ιδιαίτερα την προθυμία του χρήστη να χρησιμοποιήσει κοινόχρηστο ηλεκτρικό πατίνι. Στην περίπτωση, όμως, που υπάρχουν οι ίδιες συνθήκες οδικού περιβάλλοντος, αλλά το κόστος χρήσης αυξάνεται κατά 0,5 ευρώ/ώρα και δεν παρέχονται μπόνους πόντοι, τότε η πιθανότητα να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρικό πατίνι μειώνεται κατά πολύ μικρό βαθμό, μόνο κατά 0,9% για τις γυναίκες και 0,4% για τους άντρες. Επομένως, γίνεται εμφανές πως, όταν παρέχονται οι κατάλληλες υποδομές, η μικρή αύξηση του κόστους δεν επηρεάζει ιδιαίτερα την ελκυστικότητα του μέσου.

Στην περίπτωση που ο χρήστης είναι γυναίκα, η κατάσταση του οδοστρώματος, δεν υπάρχουν πεζοδρομημένες ζώνες, το πλάτος του πεζοδρομίου είναι μικρότερο από 1,2 μέτρα, δεν παρέχονται καθόλου μπόνους πόντοι, αλλά μειώνεται το κόστος χρήσης κατά -0,5 ευρώ/ώρα, τότε η πιθανότητα οι χρήστες να χρησιμοποιήσουν ηλεκτρικό πατίνι αυξάνεται κατά 6,8%. Στην περίπτωση, που ο χρήστης είναι άντρας, η ελκυστικότητα χρήσης αυξάνεται κατά 4,1%. Επομένως, παρόλο που δεν παρέχονται πόντοι, η μείωση του κόστους φαίνεται περισσότερο ελκυστική στις γυναίκες από ότι στους άντρες. Παρόλα

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

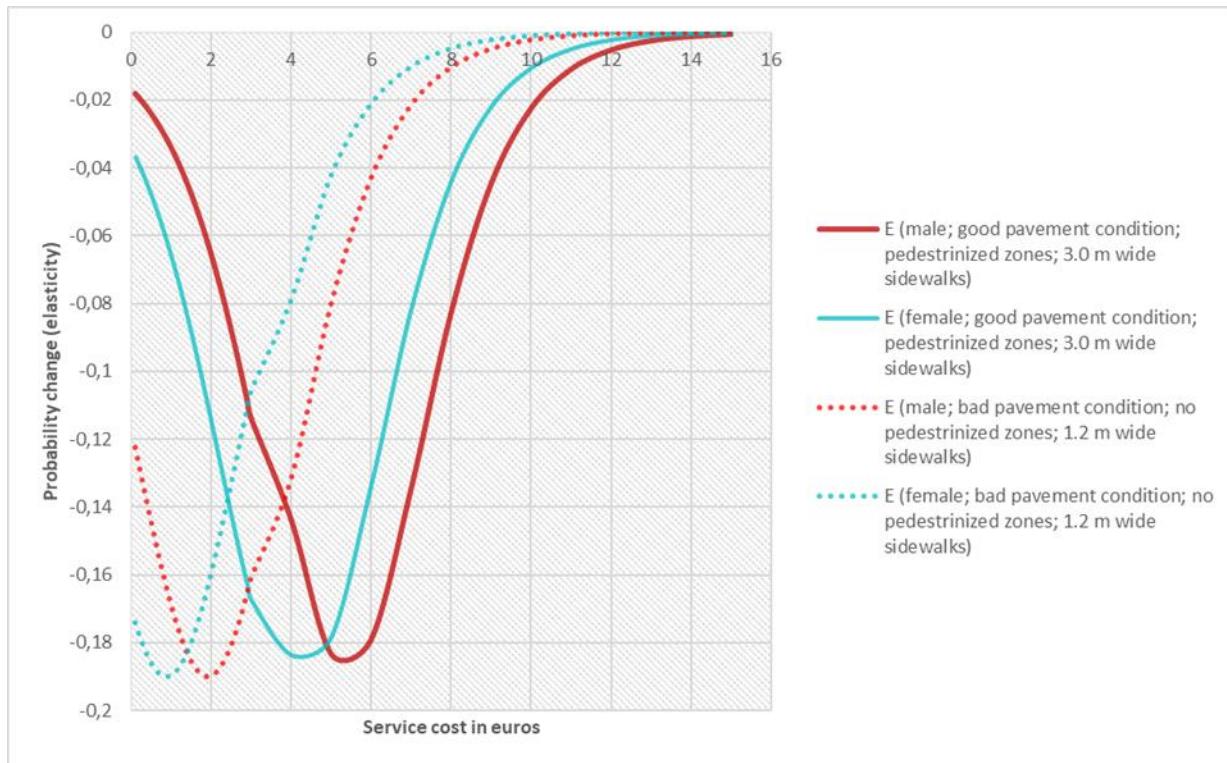
αυτά, όταν προσφέρεται έστω κι ένας πόντος με τη δυνατότητα μεταφοράς σε υπηρεσίες στάθμευσης, η πιθανότητα για τις γυναίκες υπερδιπλασιάζεται και φτάνει στο 15,8%, ενώ για τους άντρες στο 9,0%. Στην περίπτωση, όμως, κατά την οποία παρέχονται δύο πόντοι, αλλά δεν υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς τους, η ελκυστικότητα του μέσου μειώνεται στο 13,6% για τις γυναίκες και στο 7,8% για τους άντρες. Όταν παρέχεται η δυνατότητα αυτή, η αύξηση της ελκυστικότητας εκτοξεύεται στο 18,0% για τις γυναίκες και στο 10,1% για τους άντρες.

Είναι, λοιπόν, εμφανής η καινοτομία της προσέγγισης σχετικά με την εισαγωγή του συστήματος μπόνους πόντων στην προσπάθεια προσέλκυσης των χρηστών στα συστήματα μικροκινητικότητας, όπως τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά πατίνια, σε περιοχές μη ιδιαίτερα φιλικές για τη χρήση του. Η ανάλυση ελαστικότητας αποδεικνύει την επιρροή των κατηγορικών μεταβλητών οδικού περιβάλλοντος στην τελική μορφή της καμπύλης (Σχήματα 5.14, 5.15).



Σχήμα 5.14 Πιθανότητα επιλογής κοινόχρηστου ηλεκτρικου πατινιού ως συνάρτηση του κόστους

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Σχήμα 5.14 Ποσοστό μεταβολής πιθανότητας χρήσης ηλεκτρικού πατινιού ως συνάρτηση του κόστους – Ανάλυση Ελαστικότητας.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 5.2. Εκτίμηση των μερικών επιδράσεων, δηλαδή των μερικών παραγάγων του εκτιμώμενου μοντέλου, χρησιμοποιώντας μέσες τιμές βήτα

			Οδόστρωμα	κακή κατάσταση						καλή κατάσταση						
				όχι			ναι			όχι			ναι			
				Μέσο πλάτος πεζοδρομίου	1.2	2.1 m	3.0 m	1.2 m	2.1 m	3.0 m	1.2 m	2.1 m	3.0 m	1.2 m	2.1 m	3.0 m
Φύλο	Κόστος	Πόντοι	Επιλογές													
γυναίκα	+0.5 ευρώ ανά ώρα	0 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	-8.1%	-5.4%	-3.1%	-7.1%	-4.4%	-2.4%	-4.3%	-2.4%	-1.2%	-3.5%	-1.8%	-0.9%	
		+ 1 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	-2.7%	-1.7%	-1.0%	-2.3%	-1.4%	-0.8%	-1.4%	-0.7%	-0.4%	-1.1%	-0.6%	-0.3%	
		+ 2 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	5.8%	3.6%	2.0%	4.9%	2.9%	1.5%	2.8%	1.5%	0.7%	2.2%	1.1%	0.5%	
		+ μεταφορά πόντων	χωρίς επιλογή	9.6%	5.8%	3.1%	8.1%	4.6%	2.4%	4.5%	2.3%	1.2%	3.5%	1.8%	0.9%	
	-0.5 ευρώ ανά ώρα	0 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	6.8%	4.2%	2.2%	5.7%	3.3%	1.7%	3.2%	1.7%	0.8%	2.5%	1.3%	0.6%	
		+ 1 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	10.5%	6.3%	3.4%	8.7%	5.0%	2.6%	4.8%	2.5%	1.2%	3.8%	1.9%	0.9%	
		+ 2 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	15.8%	9.2%	4.8%	13.0%	7.2%	3.7%	7.0%	3.6%	1.8%	5.4%	2.7%	1.3%	
		+ μεταφορά πόντων	χωρίς επιλογή	18.0%	10.3%	5.4%	14.7%	8.1%	4.1%	7.9%	4.0%	2.0%	6.1%	3.0%	1.5%	
άντρας	+0.5 ευρώ ανά ώρα	0 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	-5.3%	-3.0%	-1.6%	-4.3%	-2.4%	-1.2%	-2.3%	-1.2%	-0.6%	-1.8%	-0.9%	-0.4%	
		+ 1 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	-1.7%	-0.9%	-0.5%	-1.4%	-0.7%	-0.4%	-0.7%	-0.4%	-0.2%	-0.5%	-0.3%	-0.1%	
		+ 2 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	3.5%	1.9%	1.0%	2.8%	1.5%	0.7%	1.4%	0.7%	0.3%	1.1%	0.5%	0.3%	
		+ μεταφορά πόντων	χωρίς επιλογή	5.7%	3.0%	1.5%	4.5%	2.3%	1.2%	2.3%	1.1%	0.5%	1.7%	0.8%	0.4%	
	-0.5 ευρώ ανά ώρα	0 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	4.1%	2.2%	1.1%	3.2%	1.7%	0.8%	1.6%	0.8%	0.4%	1.3%	0.6%	0.3%	
		+ 1 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	6.2%	3.3%	1.6%	4.9%	2.5%	1.2%	2.4%	1.2%	0.6%	1.9%	0.9%	0.4%	
		+ μεταφορά πόντων	χωρίς επιλογή	9.0%	4.7%	2.3%	7.1%	3.6%	1.8%	3.5%	1.7%	0.8%	2.7%	1.3%	0.6%	
		+ 2 bonus πόντοι	χωρίς επιλογή	7.8%	4.1%	2.1%	6.2%	3.2%	1.6%	3.1%	1.5%	0.7%	2.3%	1.1%	0.5%	
		+ μεταφορά πόντων	χωρίς επιλογή	10.1%	5.3%	2.6%	7.9%	4.0%	2.0%	3.9%	1.9%	0.9%	3.0%	1.4%	0.7%	

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συγκεκριμένη μελέτη ανέπτυξε ένα μοντέλο δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης για να εξετάσει την προθυμία χρήσης υπηρεσιών κοινής χρήσης ηλεκτρικών πατινιών, με βάση το κόστος και τα χαρακτηριστικά κάθε αστικής περιοχής. Σε σύγκριση με άλλες μελέτες για τη μικροκινητικότητα, η προσέγγιση που ακολουθήθηκε θεωρεί την οδική υποδομή ως σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει τη χρήση των υπηρεσιών αυτών. Ως εκ τούτου, με βάση αυτό το σκεπτικό, διερευνώνται τιμολογιακές πολιτικές που έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν τη ζήτηση για μια τέτοια υπηρεσία. Οι πολιτικές τιμολόγησης δεν μπορούν να είναι μόνο συγκεκριμένες για κάθε άτομο, αλλά ανά περιοχή, σεβόμενη την ποικιλομορφία του αστικού οδικού περιβάλλοντος στις πόλεις (Tsigdinos, 2022). Φυσικά, στη μελέτη αυτή αναπτύσσεται ένα σύνολο υποθετικών και όχι πραγματικών σεναρίων προκειμένου να διαμορφωθούν και να προταθούν αυτές οι πολιτικές. Γι' αυτό, στις επόμενες παραγράφους, τα κύρια ευρήματα αυτής της μελέτης συγκρίνονται με προηγούμενες μελέτες, οι οποίες χρησιμοποιήσαν κυρίως τροχιές και μετρήσεις κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο.

6.1. Κύρια Ευρήματα και Σχολιασμός:

Ξεκινώντας με τα κύρια ευρήματα που προέκυψαν από το πείραμα των δηλωμένων προτιμήσεων, ήταν ξεκάθαρο ότι οι γυναίκες εξέφρασαν μεγαλύτερη απροθυμία να χρησιμοποιήσουν μια κοινή υπηρεσία ηλεκτρικού πατινιού. Αυτό δεν συνάδει με τα ευρήματα της μελέτης των Eccarius et al. (2020), το οποίο έδειξε ότι οι γυναίκες ενδιαφέρονται περισσότερο να χρησιμοποιούν τρόπους μικροκινητικότητας σε καθημερινή βάση. Επομένως, αυτό αποτελεί ένα σημείο για περαιτέρω έρευνα. Η ενσωμάτωση των μπόνους πόντων, σε συνδυασμό με την επιλογή μεταφοράς τους, μπορεί να θεωρηθεί ως σημαντική συνεισφορά αυτής της μελέτης. Η λογική πίσω από αυτήν την προσέγγιση είναι ότι οι μπόνους πόντοι μπορούν να αντισταθμίσουν ένα μη φιλικό οδικό περιβάλλον για ηλεκτρικά πατίνια. Πράγματι, τα αποτελέσματα του μοντέλου απέδειξαν κάποιες στατιστικά σημαντικές σχέσεις μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και αυτών των πλεονεκτημάτων χρήστη, αυξάνοντας την πιθανότητα χρήσης του μέσου. Φυσικά, η έννοια της μεταφοράς σημείων μπορεί να συνδεθεί με έννοιες όπως η πολυτροπικότητα και η κινητικότητα ως υπηρεσία (Meng et al., 2020; Lämmel 2016). Ωστόσο, με βάση τις απαντήσεις της έρευνας, το ηλεκτρικό πατίνι δε θεωρείται τρόπος πρόσβασης ή εξόδου από και προς σταθμούς του μετρό στην Αθήνα, αλλά περισσότερο ως κύριος τρόπος μετακίνησης σε πυκνοκατοικημένες περιοχές της πόλης. Μια προηγούμενη ανάλυση των διαδρομών των ηλεκτρικών πατινιών από τους Luo et al. (2021) απέδειξε σαφώς ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ταξιδιών μικροκινητικότητας δε συμπληρώνει, αλλά ανταγωνίζεται το υπάρχον σύστημα δημοσίων μεταφορών. Αυτό επιβεβαιώνεται, επίσης, από άλλες σχετικές μελέτες (Ziedan et al., 2021; Reck et al., 2021a; Reck et al., 2021b), καθιστώντας το ηλεκτρικό πατίνι ως μια λιγότερο ελπιδοφόρα λύση για την επίλυση του προβλήματος του πρώτου/τελευταίου μιλίου [30].

Ταυτόχρονα, είναι ενδιαφέρον ότι οι ερωτηθέντες τοποθετούν αυτόν τον τρόπο μικροκινητικότητας σε πεζοδρόμια ή πεζοδρομημένες ζώνες και όχι σε χώρους αφιερωμένους

σε ποδηλάτες, όπως έχει παρατηρηθεί από τη μελέτη των Zhang et al. (2021). Μια εξήγηση σε αυτό είναι το «ασαφές» ρυθμιστικό πλαίσιο που έχει θεσπιστεί στην Ελλάδα που δεν διευκρινίζει αν απαγορεύεται πλήρως η χρήση ηλεκτρικών σκούτερ στα πεζοδρόμια. Αυτό έχει παρατηρηθεί από τη μελέτη των Glenn et al. (2020) που αποκάλυψε ότι οι χρήστες ηλεκτρικών πατινιών δεν γνωρίζουν τους κανόνες οδικής κυκλοφορίας. Άλλοι κυκλοφοριακοί κανονισμοί, όπως τα χαμηλότερα όρια ταχύτητας (δηλαδή, 30 km/h) ή περιοχές ήπιας κυκλοφορίας δεν φαίνεται να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην προθυμία χρήσης ενός κοινόχρηστου ηλεκτρικού πατινιού. Ωστόσο, ένα πεζοδρόμιο σε κακή κατάσταση θα πρέπει να θεωρείται ως πολύ σημαντικό εμπόδιο που καθιστά το ηλεκτρικό πατίνι μη ελκυστικό ως μέσο αστικής μεταφοράς. Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη συχνότητα κραδασμών, που βιώνουν οι χρήστες ηλεκτρικών πατινιών σε σύγκριση με άλλους χρήστες του δρόμου, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται χαμηλότερα επίπεδα άνεσης (Bai et al., 2017). Ωστόσο, στα πεζοδρόμια, οι δονήσεις είναι πιο συχνές σε σύγκριση με τις ασφαλτοστρωμένες επιφάνειες (π.χ. ποδηλατόδρομοι, λωρίδες κυκλοφορίας) (Ma et al., 2021). Αυτή είναι μια αντίφαση που αξίζει να αναφερθεί, η οποία οφείλεται στην περιορισμένη εμπειρία των ερωτηθέντων στη χρήση κοινών ηλεκτρικών πατινιών σε διαφορετικά οδικά περιβάλλοντα.

6.2. Περιορισμοί Έρευνας και Ερευνητικές Προτάσεις:

Οι περιορισμοί της μελέτης αναφέρονται κυρίως στην κατανομή του δείγματος. Το πείραμα των δηλωμένων προτιμήσεων διεξήχθη με συμμετέχοντες, οι οποίοι ζουν κυρίως στην Αθήνα, στην Ελλάδα και χρησιμοποιούν σπάνια μέσα μικροκινητικότητας ή ποδήλατα, δηλαδή τουλάχιστον μία φορά το χρόνο (Tzamourani et al. ,2022) Βέβαια θα πρέπει να συνυπολογιστεί πως οι υπηρεσίες μικροκινητικότητας φιλοδοξούν να προσελκύσουν νέους χρήστες χωρίς μεγάλη εμπειρία, ώστε να αυξήσουν τα κέρδη τους. Άρα, το συγκεκριμένο, από πρακτική άποψη, μπορεί να αποτελεί και πλεονέκτημα του μοντέλου που παρουσιάστηκε. Τα ταξίδια πρόσβασης/εξόδου από/προς τους σταθμούς του μετρό πραγματοποιούνται κυρίως περπατώντας, ενώ μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων είναι ιδιοκτήτες αυτοκινήτων. Είναι άλλωστε αντικείμενο περαιτέρω έρευνας το κατά πόσον το ηλεκτρικό πατίνι μπορεί να λειτουργήσει στην πράξη καταλυτικά στην αύξηση των πολυτροπικών μετακινήσεων.

Ταυτόχρονα, η Αθήνα διαθέτει πολύ περιορισμένη ποδηλατική υποδομή και μεγάλο δίκτυο πεζοδρομημένων ζωνών στο κέντρο της πόλης. Ως εκ τούτου, θα ήταν ενδιαφέρον να πραγματοποιηθούν οι ίδιες εμπειρίες δεδηλωμένων προτιμήσεων σε πόλεις με διαφορετικό συνδυασμό οδικών υποδομών και κουλτούρα κινητικότητας. Αυτό θα οδηγούσε σε διαφορετικά ποσοστά και συνεπώς διαφορετικές τιμολογιακές πολιτικές. Οι τιμολογιακές πολιτικές μπορεί να είναι ακόμα πιο σύνθετες και σε σχέση με μία γενικότερη στρατηγική που εφαρμόζεται σε μία πόλη. Η ιδέα αυτή εμπειριέχεται σε αυτό που ονομάζουμε «κινητικότητα ως υπηρεσία». Είναι γνωστό ότι οι προτιμήσεις των ερωτηθέντων σχετίζονται με τις ταξιδιωτικές αποστάσεις που διανύονται καθημερινά. Σε μια πυκνή πόλη όπως η Αθήνα, αυτές οι αποστάσεις δεν εκτείνονται περισσότερο από 12 km, κατά μέσο όρο, για λόγους εργασίας και 2–5 km για λόγους αναψυχής (Milakis et al.,2008; Kopsidas et al., 2019). Έτσι, σε ορισμένες περιπτώσεις, το ηλεκτρικό πατίνι θεωρείται ως ο κύριος τρόπος ταξιδιού. Τέλος, τα πρότυπα κινητικότητας ποικίλλουν μεταξύ των πόλεων του κόσμου. Για να αναπτυχθεί μια αποτελεσματική τιμολογιακή

πολιτική, αυτά τα πρότυπα κινητικότητας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη με την εκ νέου βαθμονόμηση της συνάρτησης πιθανότητας. Ταυτόχρονα, οι έξοδοι του μοντέλου δεν μπορούν να συγκριθούν με τις τροχιές των ηλεκτρικών πατινιών που επικυρώνουν τα ευρήματα του μοντέλου. Ωστόσο, αυτό απαιτεί την ύπαρξη ενός ετερογενούς αστικού οδικού περιβάλλοντος με ποικιλία στο σχεδιασμό οδών. Το κέντρο της Αθήνας μπορεί να αποτελέσει μίας καλή περίπτωση για μελέτη λόγω αυτής της ποικιλομορφίας.

6.3. Τελικά Συμπεράσματα:

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, τα τελικά συμπεράσματα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι τα εξής:

1. Το κόστος της υπηρεσίας, η ευκαιρία να κερδίσει ο χρήστης μπόνους πόντους και η δύνατότητα να τους μεταφέρει σε άλλη υπηρεσία κινητικότητας, ενισχύουν σημαντικά την προθυμία χρήσης υπηρεσιών κοινής χρήσης ηλεκτρικών πατινιών, ιδιαίτερα σε οδικά περιβάλλοντα που δεν χαρακτηρίζονται ως φιλικά ως προς αυτό το μέσο μετακίνησης.
2. Απροσδόκητα, η πιθανότητα χρήσης υπηρεσίας ηλεκτρικού πατινιού μειώνεται σημαντικά σε αστικές περιοχές ακτίνας 2 km που διαθέτουν σταθμό μετρό, καθώς οι υπηρεσίες μικροκινητικότητας φαίνεται να ανταγωνίζονται τις υπηρεσίες δημοσίων μεταφορών στην πρόσβαση σε πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές.
3. Αντίθετα, οι πεζοδρομημένες ζώνες ή οι δρόμοι με φαρδιά πεζοδρόμια φαίνεται να δημιουργούν το κατάλληλο οδικό περιβάλλον, έτσι ώστε οι ερωτηθέντες να χρησιμοποιούν περισσότερο υπηρεσίες κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών.
4. Η κατάσταση του οδοστρώματος είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την προθυμία των ταξιδιωτών να χρησιμοποιήσουν μια τέτοια υπηρεσία.
5. Οι γυναίκες τείνουν να εκφράζουν μεγαλύτερη απροθυμία να χρησιμοποιήσουν ηλεκτρικό πατίνι σε αστικές περιοχές, στις οποίες η χρήση του εκλαμβάνεται ως μη ασφαλής.
6. Περισσότερα κοινωνικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά, όπως και οι υφιστάμενες προτιμήσεις μετακίνησης, μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτό το πλαίσιο μοντελοποίησης με στόχο την ανάπτυξη πολιτικών τιμολόγησης, τόσο για την περιοχή, όσο και για τους χρήστες που θα αυξήσουν αποτελεσματικά τη ζήτηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Oeschger, G.; Carroll, P.; Caulfield, B. Micromobility and Public Transport Integration: The Current State of Knowledge. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2020**, *89*, doi:10.1016/j.trd.2020.102628.
2. OECD/ITF Safe Micromobility: Corporate Partnership Board Report. **2020**, *98*.
3. Yanocha, D.; Allan, M. *The Electric Assist: Leveraging E-Bikes and E-Scooters for More Livable Cities*; 2019;
4. Gössling, S. Integrating E-Scooters in Urban Transportation: Problems, Policies, and the Prospect of System Change. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2020**, *79*, 102230, doi:10.1016/j.trd.2020.102230.
5. Tuncer, S.; Laurier, E.; Brown, B.; Licoppe, C. Notes on the Practices and Appearances of E-Scooter Users in Public Space. *J. Transp. Geogr.* **2020**, *85*, 102702, doi:10.1016/j.jtrangeo.2020.102702.
6. Bakogiannis, E.; Siti, M.; Tsigdinos, S.; Vassi, A.; Nikitas, A. Monitoring the First Dockless Bike Sharing System in Greece: Understanding User Perceptions, Usage Patterns and Adoption Barriers. *Res. Transp. Bus. Manag.* **2019**, *33*, 100432, doi:10.1016/j.rtbm.2020.100432.
7. Zou, Z.; Younes, H.; Erdoğan, S.; Wu, J. Exploratory Analysis of Real-Time E-Scooter Trip Data in Washington, D.C. *Transp. Res. Rec.* **2020**, *2674*, 285–299, doi:10.1177/0361198120919760.
8. Cao, Z.; Zhang, X.; Chua, K.; Yu, H.; Zhao, J. E-Scooter Sharing to Serve Short-Distance Transit Trips: A Singapore Case. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* **2021**, *147*, 177–196, doi:10.1016/j.tra.2021.03.004.
9. Christoforou, Z.; Gioldasis, C.; de Bortoli, A.; Seidowsky, R. Who Is Using E-Scooters and How? Evidence from Paris. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2021**, *92*, 102708, doi:10.1016/j.trd.2021.102708.
10. Luo, H.; Zhang, Z.; Gkritza, K.; Cai, H. Are Shared Electric Scooters Competing with Buses? A Case Study in Indianapolis. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2021**, *97*, 102877, doi:10.1016/j.trd.2021.102877.
11. Ziedan, A.; Darling, W.; Brakewood, C.; Erhardt, G.; Watkins, K. The Impacts of Shared E-Scooters on Bus Ridership. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* **2021**, *153*, 20–34, doi:10.1016/j.tra.2021.08.019.
12. Reck, D.J.; Axhausen, K.W. Who Uses Shared Micro-Mobility Services? Empirical Evidence from Zurich, Switzerland. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2021**, *94*, doi:10.1016/j.trd.2021.102803.
13. Reck, D.J.; Haitao, H.; Guidon, S.; Axhausen, K.W. Explaining Shared Micromobility Usage, Competition and Mode Choice by Modelling Empirical Data from Zurich, Switzerland. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* **2021**, *124*, 102947, doi:10.1016/j.trc.2020.102947.

14. Almannaa, M.H.; Ashqar, H.I.; Elhenawy, M.; Masoud, M.; Rakotonirainy, A.; Rakha, H. A Comparative Analysis of E-Scooter and e-Bike Usage Patterns: Findings from the City of Austin, TX. *Int. J. Sustain. Transp.* **2021**, *15*, 571–579, doi:10.1080/15568318.2020.1833117.
15. Zuniga-Garcia, N.; Ruiz Juri, N.; Perrine, K.A.; Machemehl, R.B. E-Scooters in Urban Infrastructure: Understanding Sidewalk, Bike Lane, and Roadway Usage from Trajectory Data. *Case Stud. Transp. Policy* **2021**, doi:10.1016/j.cstp.2021.04.004.
16. Zhang, W.; Buehler, R.; Broaddus, A.; Sweeney, T. What Type of Infrastructures Do E-Scooter Riders Prefer? A Route Choice Model. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2021**, *94*, 102761, doi:10.1016/j.trd.2021.102761.
17. Bai, L.; Liu, P.; Chan, C.Y.; Li, Z. Estimating Level of Service of Mid-Block Bicycle Lanes Considering Mixed Traffic Flow. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* **2017**, *101*, 203–217, doi:10.1016/j.tra.2017.04.031.
18. Glenn, J.; Bluth, M.; Christianson, M.; Pressley, J.; Taylor, A.; Macfarlane, G.S.; Chaney, R.A. Considering the Potential Health Impacts of Electric Scooters: An Analysis of User Reported Behaviors in Provo, Utah. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 1–15, doi:10.3390/ijerph17176344.
19. Hosseinzadeh, A.; Algomaiah, M.; Kluger, R.; Li, Z. E-Scooters and Sustainability: Investigating the Relationship between the Density of E-Scooter Trips and Characteristics of Sustainable Urban Development. *Sustain. Cities Soc.* **2021**, *66*, doi:10.1016/j.scs.2020.102624.
20. Nikiforidis, A.; Paschalidis, E.; Stamatiadis, N.; Raptopoulou, A.; Kostareli, A.; Basbas, S. Analysis of Attitudes and Engagement of Shared E-Scooter Users. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2021**, *94*, 102790, doi:10.1016/j.trd.2021.102790.
21. Eccarius, T.; Lu, C.C. Adoption Intentions for Micro-Mobility – Insights from Electric Scooter Sharing in Taiwan. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2020**, *84*, doi:10.1016/j.trd.2020.102327.
22. Hensher, D.A. Stated Preference Analysis of Travel Choices: The State of Practice. *Transportation (Amst).* 1993, *21*, 107–133, doi:<https://doi.org/10.1007/BF01098788>.
23. Kroes, E.P.; Sheldon, R.J. Stated Preference Methods. *J. Transp. Econ. Policy* 1988, *11*–25.
24. Tzouras, P.G.; Farah, H.; Papadimitriou, E.; Oort, N. Van; Hagenzieker, M. Tram Drivers' Perceived Safety and Driving Stress Evaluation. A Stated Preference Experiment. *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.* **2020**, *7*, 100205, doi:10.1016/j.trip.2020.100205.
25. Harell Jr., F.E. Binary Logistic Regression. In *Regression Modeling Strategies*; Springer Science: New York, USA, 2001; pp. 215–265.

26. Tzamourani, E.; Tzouras, P.G.; Tsigdinos, S.; Kepaptsoglou, K. Exploring the Social Acceptance of Transforming Urban Arterials to Multimodal Corridors . The Case of Panepistimiou Avenue in Athens. *Int. J. Sustain. Transp.* 2022, 0, 1–15, doi:10.1080/15568318.2022.2037793.
27. Tsigdinos, S.; Tzouras, P.G.; Bakogiannis, E.; Kepaptsoglou, K.; Nikitas, A. The Future Urban Road : A Systematic Literature Review-Enhanced Q-Method Study with Experts. *Transp. Res. Part D* 2022, 102, 103158, doi:10.1016/j.trd.2021.103158.
28. Meng, L.; Somenahalli, S.; Berry, S. Policy Implementation of Multi-Modal (Shared) Mobility: Review of a Supply-Demand Value Proposition Canvas. *Transp. Rev.* 2020, 40, 670–684, doi:10.1080/01441647.2020.1758237.
29. Lämmel, G.; Chraibi, M.; Wagoum, A.U.K.; Steffen, B. Hybrid Multimodal and Intermodal Transport Simulation: Case Study on Large-Scale Evacuation Planning. *Transp. Res. Rec.* 2016, 2561, 1–8, doi:10.3141/2561-01.
30. Charisis, A.; Iliopoulou, C.; Kepaptsoglou, K. DRT Route Design for the First/Last Mile Problem: Model and Application to Athens, Greece. *Public Transp.* 2018, 10, 499–527, doi:10.1007/s12469-018-0188-0.
31. Ma, Q.; Yang, H.; Mayhue, A.; Sun, Y.; Huang, Z.; Ma, Y. E-Scooter Safety: The Riding Risk Analysis Based on Mobile Sensing Data. *Accid. Anal. Prev.* 2021, 151, 105954, doi:10.1016/j.aap.2020.105954.
32. Milakis, D.; Vlastos, T.; Barbopoulos, N. Relationships between Urban Form and Travel Behaviour in Athens, Greece. A Comparison with Western European and North American Results. *Eur. J. Transp. Infrastruct. Res.* 2008, 8, 201–215, doi:10.18757/ejtir.2008.8.3.3346.
33. Kopsidas, A.; Kepaptsoglou, K.; Vlahogianni, E.; Iliopoulou, C. Modeling Transit User Travel Time Perception in a Post-Economic Recession Era: The Case of Athens, Greece. *Adv. Intell. Syst. Comput.* 2019, 879, 504–511, doi:10.1007/978-3-030-02305-8_61.
34. Statista (2019). In-depth: eMobility 2019. Statista Mobility Market Outlook.
35. Madcharge (December, 2018) Electric Scooter: Origins, History and Evolution.
36. Johngriffin, (2017). Electric Scooter History: The Early story. Best Electric Ride.
37. Heineke K., Kloss, B., Scurtu, D., Weig, F., (2019): Micromobility's 15,000-mile checkup. McKinsey&Company, January 2019.
38. Jogi O. (August, 2018) Are Electric Scooters Awesome or Terrible? A Look at the Pros and Cons Retrieved
39. DuPuis N., Griess J., Klein C., 2019. Micromobility in cities, a history and policy overview. EY, 2020. Micromobility: moving cities into a sustainable future.

40. Hélie Moreau, Loïc de Jamblinne de Meux, Vanessa Zeller, Pierre D'Ans, Coline Ruwet and Wouter M.J. Achten, 2020. Dockless E-Scooter: A Green Solution for mobility? Comparative Case Study between Dockless E-Scooters, Displaced Transport, and Personal E-Scooters. www.mdpi.com/2071-1050/12/5/1803
41. Shaheen S. and Cohen A., 2019. Shared micromobility policy toolkit. escholarship.org/content/qt00k897b5/qt00k897b5.pdf?t=praizo
42. McKinsey. (January 31, 2019). Estimated micro mobility market size in 2030, by key region and scenario [Graph]. In Statista.
43. Cohen K., 2019. Human behavior and new mobility trends in the US, Europe and China.
44. (Hollingsworth et al., 2019) Hollingsworth J., Copeland B., Johnson J.X., 2019. 'Are e-scooters polluters? The environmental impacts of shared dockless electric scooters', Environmental Research Letters, vol. 14, issue 8.
45. Train, K. (2009). Discrete Choice Methods with Simulation. Cambridge University Press.
46. Train, K., and Wilson, W., 2009. Monte Carlo analysis of SP-off-RP data, Journal of Choice Modelling, Vol. 2, Issue 1, pp.101-117.
47. Fawkes, T., Wardman, M., 1988. The design of Stated Preference travel choice experiments-A comparison of revealed preference and Stated Preference models of travel behavior. Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 22, No.1, pp. 27-44
48. Hensher, D.A., 1994. Stated Preference analysis of travel choices: the state of practice. Transportation, Vol. 21, pp. 107-133.
49. Hensher, D.A, Bradley, M., 1993. Using stated choice data to enrich revealed preference discrete choice models, Marketing Letters 4, pp. 139-152
50. Hensher, D.A, Rose, J.M. and Greene, W.H., 2005. Applied Choice Analysis. A Primer. Cambridge University Press. 2005.
51. Sanko, N., 2001. Guidelines for Stated Preference Experiment Design: Master thesis. School of International Management, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

52. Brownstone, D., Bunch, D. S., & Train, K. (2000). Joint mixed logit models of stated and revealed preferences for alternative-fuel vehicles. *Transportation Research Part B: Methodological*, 34(5), 315–338
53. Καραβάς, Μ. (2013). Παράμετροι που επηρεάζουν την απόκριση των οδηγών στην πληροφόρηση των Πινακίδων Μεταβλητών Μηνυμάτων. Διπλωματική Εργασία.
54. Πουλουπούλου, Μ. (2014). Απόκριση των επαγγελματιών οδηγών στα μηνύματα των Πινακίδων Μεταβλητών Μηνυμάτων. Διπλωματική Εργασία
55. Abley, J. (1997). Stated Preference Techniques and Consumer Decision Making: New Challenges to Old Assumptions, Transport, 1–40.
56. Cox D. R. & Snell E. J. (1989). The Analysis of Binary Data, 2nd ed. Chapman and Hall, London, 236 p.
57. Agresti A. (1996). An Introduction to Categorical Data Analysis. John Wiley and Sons, New York, 372 p.
58. Everitt B.S. (1992). The analysis of contingency tables. Chapman & Hall, London, 164 p.
59. Bliemer, Michiel C J, Rose, John Matthew, (2009). Efficiency and Sample Size Requirements for Stated Choice Experiments. Transportation Research Board 88th Annual Meeting
60. Nelson, P., and Towriss, J. (1995) Stated Preference Techniques and the Representation of Attributes, Presented to the PTRC Summer Conference.
61. Bates, J. and Roberts, M. (1986) Values of Time Research:Summary of Methodology and Findings, Presented to the 1986 PTRC Summer Conference.
62. Hosmer, D.W. and Lemeshow, S. (2000) Applied logistic regression. 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York. doi:10.1002/0471722146
63. Long, S. and Freese, J. (2014) Regression Models for Categorical Dependent Variables Using Stata. 3rd Edition, Stata Press, College Station.
64. Cenex, 2020, Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ασφάλειας Μεταφορών, 2020

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ

1. Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, Δικτυακός Τόπος Διαβουλεύσεων, <http://www.opengov.gr/yme/?p=4574>
2. Ηλεκτρικά πατίνια – η νέα μορφή αστικής κινητικότητας και το νομικό της πλαίσιο, <https://www.epitropakislaw.gr/ilektrika-patinia-i-nea-morfi-astikis-kinitikotitas-kai-to-nomiko-tis-plaisio/>
3. Μειονεκτήματα ηλεκτρικών πατινιών, <https://medium.com/>
4. Το πρώτο ηλεκτρικό πατίνι, <https://onlinebicyclemuseum.co.uk/>
5. Ιστορική αναδρομή ηλεκτρικού πατινιού, <https://www.smithsonianmag.com/>
6. Décret n°2019–1082, 2019, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039272656/>
7. Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung–eKFV, 2019, <https://www.gesetze-im-internet.de/ekfv/eKFV.pdf>
8. National Bureau of Statistics, 2017, <http://www.stats.gov.cn/english/InternationalTraining/2017/>