

# Ανάλυση Προτιμήσεων για τη Χρήση Συστήματος Κοινόχρηστων Ποδηλάτων στην Αθήνα

Γιώργος Γιαννής, Παναγιώτης Παπαντωνίου,  
Ελεονώρα Παπαδημητρίου, Αθηνά Τσολάκη

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ,  
[geyannis@central.ntua.gr](mailto:geyannis@central.ntua.gr), [ppapant@central.ntua.gr](mailto:ppapant@central.ntua.gr),  
[norapadi@central.ntua.gr](mailto:norapadi@central.ntua.gr), [pidgie\\_@hotmail.com](mailto:pidgie_@hotmail.com)

## Περίληψη

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η ανάλυση των χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την επιλογή ενός συστήματος ενοικίασης ποδηλάτου για τις μετακινήσεις εντός του Δήμου Αθηναίων. Για τη συλλογή στοιχείων, πραγματοποιήθηκε διαδικτυακή έρευνα σε επαρκές δείγμα των μετακινούμενων εντός του Δήμου Αθηναίων και χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης για διάφορα υποθετικά σενάρια κόστους, χρόνου και άνεσης ταξιδιού. Αναπτύχθηκε μαθηματικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης για την αποτύπωση της συμπεριφοράς των μετακινούμενων συναρτήσει των χαρακτηριστικών τόσο των ιδίων όσο και του ταξιδιού, ενώ εφαρμόστηκαν τόσο πολυωνμικά όσο και μικτά λογιστικά πρότυπα. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η πιθανότητα του ποδηλάτου να επιλεγεί εξαρτάται από τον χρόνο μετακίνησης, το κόστος του μεταφορικού μέσου και το επίπεδο άνεσής του, καθώς και από την ηλικία και το φύλο του μετακινούμενου.

**Λέξεις κλειδιά :** Συστήματα ενοικίασης ποδηλάτων, έρευνα δεδηλωμένης προτίμησης, πολυωνμικό λογιστικό μοντέλο, μικτό λογιστικό μοντέλο

## Abstract

The objective of the present research is the analysis of the characteristics influencing the use of a bicycle sharing system in Athens. The necessary data were collected through an on-line survey to a sufficient sample of commuters and residents of the Municipality of Athens and the stated preference method was used for various scenarios of cost, time and comfort. A logistic regression mathematical model was developed describing travellers' behaviour based on the characteristics of the travellers and their journeys. Both multinomial and mixed logit models were developed. From this analysis it was derived that the probability for a traveller using bicycle instead of passenger car or public transport depends on travel time, cost and comfort level, along with the age and the gender of the traveller.

**Key words:** Bicycle sharing systems, stated preference survey, multinomial logit model, mixed logit model

## 1. Εισαγωγή

Μετά το περπάτημα, το ποδήλατο αντιπροσωπεύει τον πιο 'αθώο' και ήπιο τρόπο μετακίνησης. Είναι αθόρυβο, δεν ρυπαίνει, δεν καταναλώνει χώρο και καύσιμα, είναι το λιγότερο επικίνδυνο μέσο απέναντι στον πεζό, αλλά και στον αναβάτη του. Σε μια εποχή που γίνεται μεγάλη προσπάθεια να βελτιωθούν οι συνθήκες περιβάλλοντος στις πόλεις για την υγεία, την ασφάλεια, την ποιότητα ζωής και την οικονομική ανάπτυξη, η χρήση του ποδηλάτου για τις καθημερινές μετακινήσεις είναι κοινά αποδεκτό ότι αποτελεί μια πολύ αποτελεσματική και μοντέρνα λύση (Βλαστός, 2005).

Τα συστήματα ενοικιαζόμενων ποδηλάτων (Σ.Ε.Π.) έχουν τραβήξει την προσοχή τα τελευταία χρόνια, καθώς αποτελούν μέσο συγκοινωνίας για κεντρικούς τομείς μιας πόλης και μπορούν να συνυπάρξουν με τα υπάρχοντα συγκοινωνιακά συστήματα βελτιώνοντας την ποιότητα των δημόσιων συγκοινωνιών. Ένα σύστημα ενοικίασης ποδηλάτων μπορεί να ωφελήσει μία πόλη με πολλούς τρόπους (Bike-share Planning Guide, 2013):

- Μείωση της συμφόρησης και βελτίωση της ποιότητας του αέρα, καθώς προσφέρει έναν εναλλακτικό τρόπο μετακίνησης που αλλιώς μπορεί να γινόταν με το αυτοκίνητο.
- Αύξηση της προσβασιμότητας, σε μέρη που είναι δύσκολα προσβάσιμα με τα πόδια.
- Αύξηση της ευκολίας κάλυψης της απόστασης από τη στάση ή σταθμό μέχρι τον τελικό προορισμό του επιβάτη.
- Βελτίωση της εικόνας του ποδηλάτου, καθώς τα Σ.Ε.Π. προβάλλουν μία μοντέρνα εικόνα και μπορούν να αλλάξουν την ποδηλατική κουλτούρα της πόλης.
- Αποτελεί μία επιπλέον εναλλακτική μετακίνησης για διαδρομές εντός της πόλης, που αλλιώς θα γίνονταν με αυτοκίνητο ή μέσα μαζικής μεταφοράς.
- Βελτίωση της υγείας των κατοίκων, καθώς προσφέρει τόσο σωματικά όσο και πνευματικά οφέλη.

Βέβαια, τα συστήματα ενοικιαζόμενων ποδηλάτων παρουσιάζουν και συγκεκριμένες αδυναμίες. Οι βασικότερες από αυτές είναι ότι οι σταθμοί είναι ευάλωτοι σε φαινόμενα κλοπής και βανδαλισμού των ποδηλάτων, ότι σταθμοί και ποδήλατα χρειάζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα συντήρηση, καθώς επίσης παρατηρείται και μία αδυναμία στην εξισορρόπηση ζήτησης και διαθεσιμότητας (Bike-share Planning Guide, 2013).

Αρκετές έρευνες ασχολούνται με την ιστορία και την εξέλιξη των Σ.Ε.Π. (DeMaio, 2009; Shaheen et.al, 2010), με πολιτικές προώθησης και θέματα ασφαλείας (Martens, 2007; AutmanHall and Kaltenecker, 1999), επανατοποθέτησης των ποδηλάτων ανάμεσα στους σταθμούς (Vogel and Mattfeld, 2010; Nair and Miller-Hooks, 2011) και ανάλυσης μοτίβων χωρικής και χρονικής χρήσης των ποδηλάτων (Kattenbrunner et.al., 2010). Επιπρόσθετα, πολλές έρευνες εξετάζουν το πρόβλημα του δικτύου και των εγκαταστάσεων των Σ.Ε.Π. (Lin and Yang, 2011; Lin et.al., 2011), ενώ κάποιες από αυτές αναφέρονται και στην επιρροή των Σ.Ε.Π. στα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς (Romero et.al., 2012; Jäppinen et.al., 2013).

Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα των Romero et.al. (2012), στο πλαίσιο σχεδιασμού λειτουργικού συστήματος ενοικιαζόμενων ποδηλάτων, διερεύνησε, εκτός των άλλων, την αλληλεπίδραση των Ι.Χ. και του Σ.Ε.Π., ενώ πραγματοποίησε και μία ανάλυση συμπεριφοράς χρήστη, με έμφαση στα χαρακτηριστικά του πιθανού χρήστη ποδηλάτου.

Η έρευνα των Jäppinen et.al., (2013) αφορά στην ανάπτυξη προτύπου για την πιθανή επίδραση των Σ.Ε.Π. στους χρόνους μετακίνησης της δημόσιας συγκοινωνίας στο Ελσίνκι, καταλήγοντας στο ότι η εφαρμογή Σ.Ε.Π. μπορεί να μειώσει το χρόνο μετακίνησης στην εξεταζόμενη περιοχή πάνω από 10%.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η έρευνα των Liu et.l., (2012), που είχε ως στόχο την διερεύνηση των αιτιών της μείωσης χρήσης της πρώτης γενιάς Σ.Ε.Π. στο Πεκίνο και την προσπάθεια επαναφοράς της δημοτικότητάς του.

Εξετάζοντας τις συναφείς έρευνες στις οποίες χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης, αναφέρεται αυτή των Axhausen et.al., (1988), που είναι μία από τις παλαιότερες έρευνες που υπάρχουν με τη μέθοδο αυτή. Η έρευνα παρουσιάζει την αρχική προσπάθεια να υπολογιστεί ένα λογιστικό μοντέλο για την επιλογή του είδους της θέσης στάθμευσης.

Μία ακόμα έρευνα που χρησιμοποιεί τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης είναι αυτή του Δ. Τσαμπούλα (2000), η οποία εξετάζει τα κατώτατα όρια στο κόστους ιδιωτικού χώρου στάθμευσης στην περιοχή του επιχειρησιακού κέντρου της Αθήνας. Μελετώντας τη συμπεριφορά των οδηγών για αλλαγή μίας ήδη επιλεγμένης θέσης στάθμευσης, η έρευνα αυτή αναζητάει τα κατώτατα όρια της αύξησης στις ισχύουσες τιμές των χώρων στάθμευσης που θα έκαναν τους οδηγούς να επιλέξουν κάτι διαφορετικό από το Ι.Χ. που χρησιμοποιούν. Βασικό συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι οι οδηγοί που σταθμεύουν σε περιφερειακές θέσεις στάθμευσης είναι πιο ευαίσθητοι στην αλλαγή κόστους, ενώ παρατηρείται μία τάση αλλαγής τοποθεσίας όταν αντιμετωπίζουν αύξηση κόστους στάθμευσης. Επίσης, για αυξήσεις μέχρι 123% σε δημοτικές θέσεις στάθμευσης, εμφανίστηκε μια συνολική μείωση 72% στον αριθμό των οχημάτων που είναι σταθμευμένα ολόκληρη τη μέρα στις δημοτικές θέσεις, χωρίς να υπάρχει ένδειξη ότι μεταφέρθηκαν σε ανταγωνιστικούς ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης. Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την επιλογή ενός συστήματος ενοικίασης ποδηλάτου για τις μετακινήσεις εντός του Δήμου Αθηναίων αντί των υπόλοιπων εναλλακτικών μετακίνησης (Ι.Χ., Μ.Μ.Μ., άλλο) με τη χρήση μαθηματικού Λογιστικού Μοντέλου. Η δομή της εργασίας είναι ως εξής. Μετά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας μελέτης ακολουθεί η συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων όπου περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου, η εκτέλεση της έρευνας και τα χαρακτηριστικά του δείγματος. Στη συνέχεια καταγράφονται τα στατιστικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Τέλος με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής των μαθηματικών μοντέλων παρουσιάζονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προκύπτουν και τα ερωτήματα προς περαιτέρω συζήτηση.

## **2. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων**

Στην παρούσα μελέτη επιδιώκεται να μελετηθεί η αντίδραση των χρηστών του συγκοινωνιακού δικτύου του Δήμου Αθηναίων με την προσθήκη συστήματος ενοικίασης ποδηλάτων στο δίκτυο αυτό. Στόχος δηλαδή είναι η ανάλυση της ευαισθησίας της δεδηλωμένης προτίμησης των μετακινούμενων απέναντι στις νέες αυτές συγκοινωνιακές συνθήκες και αν προτίθενται ή όχι να χρησιμοποιήσουν το σύστημα ενοικίασης ποδηλάτων για τις καθημερινές τους μετακινήσεις εντός του Δήμου Αθηναίων. Ως κατάλληλη μέθοδος για την καταγραφή αυτή κρίθηκε η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference). Επίσης, ένας πολύ συνηθισμένος τρόπος συλλογής των στοιχείων στο πλαίσιο της συγκεκριμένης μεθόδου, ο οποίος ακολουθήθηκε και στην παρούσα έρευνα, είναι μέσω ειδικά σχεδιασμένου ερωτηματολογίου, το οποίο συμπληρώνεται υπό μορφή διαδικτυακής έρευνας από τα άτομα που αποτελούν το δείγμα της έρευνας αυτής.

### **2.1 Σχεδιασμός ερωτηματολογίου**

Κατά το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο να είναι δομημένο με τέτοιο τρόπο, ώστε αφενός να εξυπηρετεί τις ανάγκες της έρευνας και αφ' ετέρου να στηρίζεται σε ορισμένες βασικές αρχές, διότι μόνο με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από την έρευνα. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 4 μέρη. Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελείται από οχτώ ερωτήσεις οι οποίες αφορούν κυρίως στην οδηγική συμπεριφορά και στις οδηγικές συνήθειες των ερωτώμενων. Πρόκειται περισσότερο για χαρακτηριστικά που έχουν σκοπό να εισάγουν τον ερωτώμενο στη φιλοσοφία του ερωτηματολογίου και στο περιεχόμενο της έρευνας. Η καταγραφή αυτών των χαρακτηριστικών μπορεί να χρησιμεύσει και στην εξαγωγή ποικίλων συμπερασμάτων συνδυαζόμενα με τις απαντήσεις από το τρίτο και το τέταρτο μέρος του ερωτηματολογίου. Οι πληροφορίες που συλλέγονται από το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελείται από τρεις ερωτήσεις που στόχο έχουν να εξοικειωθεί ο ερωτώμενος με την το ποδήλατο και να τον βοηθήσει να σκεφτεί τους λόγους που θα τον απέτρεπαν αλλά και τους λόγους που θα τον παρακινούσαν να το χρησιμοποιήσει για την καθημερινή του μετακίνηση. Η πρώτη ερώτηση καλεί τον ερωτώμενο να σκεφτεί τα

κριτήρια με τα οποία επιλέγει τα μέσα μεταφοράς που χρησιμοποιεί. Η δεύτερη ερώτηση τον κάνει να σκεφτεί τα αρνητικά του ποδηλάτου και να τα αξιολογήσει ενώ στην Τρίτη ερώτηση καλείται να κάνει το ίδιο για τα πλεονεκτήματα του ποδηλάτου που του παρουσιάζονται.

Το τρίτο μέρος περιλαμβάνει τρεις ερωτήσεις πάνω στις οποίες στηρίζεται και το μεγαλύτερο μέρος της ανάλυσης. Στην πρώτη ερώτηση, παρουσιάζεται για πρώτη φορά στον ερωτώμενο το προτεινόμενο σύστημα ενοικίασης ποδηλάτου, μαζί με έναν χάρτη με τους προτεινόμενους σταθμούς του συστήματος, και του ζητείται να πει με τι συχνότητα θα χρησιμοποιούσε το σύστημα αυτό, αιτιολογώντας. Η αιτιολόγηση έχει ως στόχο να βάλει τον ερωτώμενο να σκεφτεί τα θετικά και τα αρνητικά που του αναφέρθηκαν στο δεύτερο μέρος και να τον αποτρέψει από το να απαντήσει προκατειλημμένα ή απερίσκεπτα. Στη δεύτερη ερώτηση, παρουσιάζονται κάποιες προτεινόμενες τιμές για μία ώρα ενοικίασης και καλείται να απαντήσει πόσα λεφτά είναι διατεθειμένος ο ερωτώμενος να δώσει. Η τρίτη ερώτηση του τρίτου μέρους του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει οχτώ εναλλακτικά υποθετικά σενάρια και ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει σε κάθε σενάριο μία από τις τέσσερις επιλογές Α, Β, Γ ή Δ. Δηλαδή καλείται να δηλώσει την προτίμηση του ανάμεσα στις τέσσερις επιλογές (μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης).

Πριν την παρουσίαση των σεναρίων, γίνεται αναλυτική περιγραφή για τις έννοιες που αναφέρονται σε αυτά. Αρχικά, επισημαίνεται ότι τα σενάρια αναφέρονται σε διάρκεια καθαρού χρόνου ταξιδιού 10-30 λεπτά. Στη συνέχεια αναλύονται οι έννοιες του χρόνου, του κόστους και της άνεσης, όπως αυτές υπεισέρχονται στα σενάρια του τρίτου μέρους. Και τέλος, αναφέρονται τα μέσα μεταφοράς που περιλαμβάνει ο όρος Μ.Μ.Μ. για να είναι σαφές όταν ο ερωτώμενος θα κληθεί να επιλέξει. Σε κάθε ένα από τα οχτώ σενάρια, περιγράφονται κάποιες κυκλοφοριακές συνθήκες με δεδομένο χρόνο, κόστος και επίπεδο άνεσης ξεχωριστό για κάθε μέσο και ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει κάποιο ή κανένα από αυτά.

Τέλος, το τέταρτο μέρος περιλαμβάνει επτά ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του ερωτώμενου, τα οποία είναι το φύλο, η ηλικία, η οικογενειακή κατάσταση, το μορφωτικό επίπεδο, το επάγγελμα, το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, καθώς επίσης ρωτάει και για τη φύση του εργασιακού ωραρίου (ελαστικό ή όχι).

Το σημαντικότερο μέρος του ερωτηματολογίου, στο οποίο βασίστηκε αυτή η έρευνα και που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης, είναι τα υποθετικά σενάρια που περιλαμβάνονται στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου. Κατά τον προσδιορισμό των σεναρίων κατέστη σαφές ότι δεν γινόταν να μουν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί. Αυτό γιατί έχουμε τέσσερις βασικές εναλλακτικές (Ι.Χ., Μ.Μ.Μ., ποδήλατο, κανένα) από τις οποίες οι τρεις έχουν από τρία χαρακτηριστικά (χρόνος, κόστος, άνεση), τα οποία χαρακτηριστικά με τη σειρά τους παίρνουν από δύο (κόστος, άνεση) και τρεις τιμές (χρόνος). Δηλαδή δίνουν 1728 διαφορετικά σενάρια. Στην παρούσα έρευνα, ακολουθήθηκε ορθογώνιος σχεδιασμός (orthogonal design) με βάση τον οποίο θεωρείται ότι δεν υπήρχαν συσχετίσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών μας. Η θεώρηση αυτή δεν αποκλίνει από την πραγματικότητα, καθώς, αν θεωρηθεί ως πιο αντιπροσωπευτικό μέσο μαζικής μεταφοράς εντός του Δήμου Αθηναίων το ΜΕΤΡΟ και τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, οι τιμές του χρόνου, του κόστους και της άνεσης του καθενός από τις τρεις εναλλακτικές (Μ.Μ.Μ., Ι.Χ. και ποδήλατο) επηρεάζονται πολύ λίγο από τις τιμές των υπόλοιπων δύο εναλλακτικών, έτσι ώστε να μπορούν να θεωρηθούν ανεξάρτητα. Στις έρευνες δεδηλωμένης προτίμησης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο κλασματικός παραγοντικός σχεδιασμός (fractional factorial design) έναντι του πλήρως παραγοντικού σχεδιασμού (full factorial design). Και οι δύο αυτοί σχεδιασμοί διασφαλίζουν την ορθογωνικότητα, όμως ο πλήρως παραγοντικός σχεδιασμός θα περιλάμβανε και τα 1728 σενάρια, σε αντίθεση με τον κλασματικό που περιλαμβάνει (συνήθως πολύ) λιγότερους συνδυασμούς ενώ εγγυάται την ικανοποίηση ορισμένων επιθυμητών στατιστικών ιδιοτήτων όπως είναι η ταυτοποίηση και η ακρίβεια (Ben-Akiva, 2007).

## **2.2 Υλοποίηση Έρευνας Πεδίου**

Κατά την οριστική έρευνα πεδίου συγκεντρώθηκαν τελικά 252 απαντημένα ερωτηματολόγια από μετακινούμενους που εισέρχονται τουλάχιστον μία φορά ανά εβδομάδα στο Δήμο Αθηναίων. Στην οριστική αυτή μορφή του ερωτηματολογίου, προστέθηκε ένας χάρτης του Δήμου Αθηναίων με προτεινόμενους σταθμούς ενοικίασης. Οι σταθμοί αυτοί ακολουθούν τις κεντρικές αρτηρίες του Δήμου Αθηναίων, ενώ το πλήθος και οι αποστάσεις τους προέκυψαν από μελέτη του συστήματος ενοικίασης ποδηλάτων των Βρυξελλών, το οποίο εξυπηρετεί περίπου τον ίδιο πληθυσμό με αυτόν της παρούσας έρευνας. Ο χάρτης αποσκοπεί καθαρά στην εξοικείωση του ερωτώμενου με τη μορφή του συστήματος, καθώς μπορεί να καταλάβει πως με το ίδιο μέσο (το ποδήλατο) μπορεί να έχει πρόσβαση σε μέρη όπου το αυτοκίνητο αντιμετωπίζει μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση, ακόμα και δυσκολία στην εύρεση χώρου στάθμευσης, καθώς και σε μέρη που η χρήση της συγκοινωνίας θα απαιτούσε δύο ή τρεις μετεπιββάσεις.

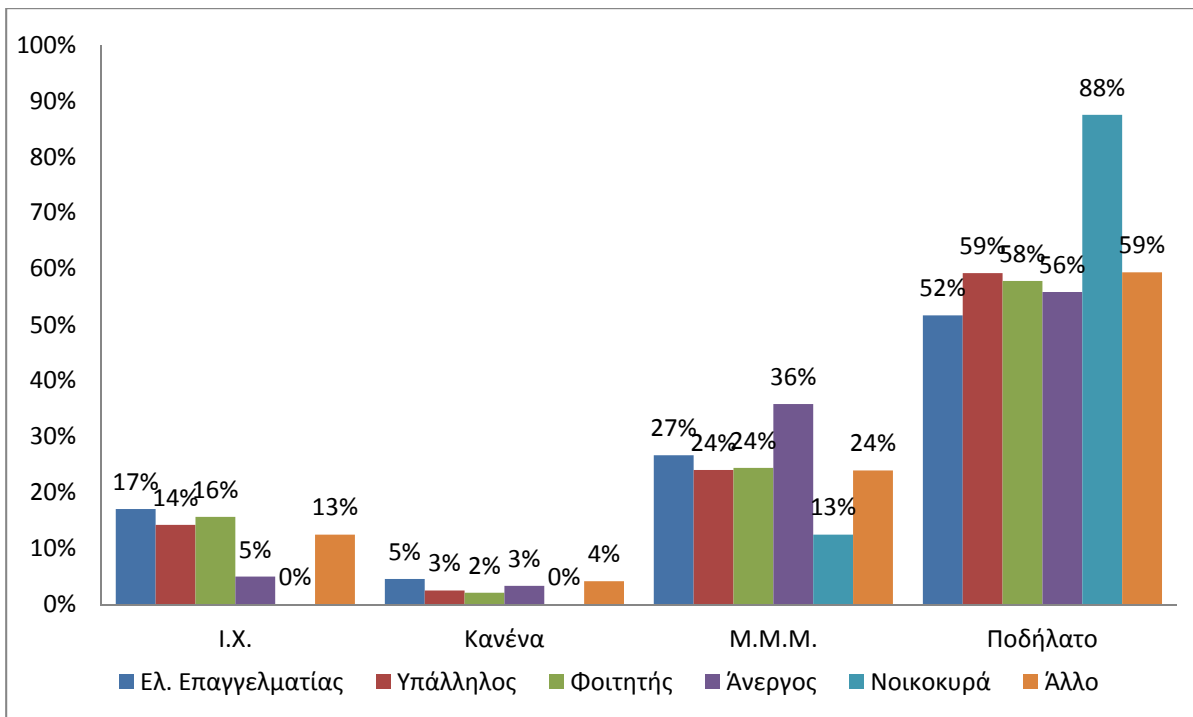
Η ιστοσελίδα διαδόθηκε μέσα από σελίδες κοινωνικής δικτύωσης, προσωπικά e-mail, καθώς και με προσωπική επαφή σε κεντρικές περιοχές του Δήμου Αθηναίων, με σκοπό το δείγμα να αποτελείται από άτομα με ποικίλα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά, για να είναι όσο το δυνατό περισσότερο αμερόληπτο και αντιπροσωπευτικό. Η έρευνα διήρκεσε χρονικό διάστημα περίπου δύο μηνών και οδήγησε στη συγκρότηση της απαραίτητης βάσης δεδομένων για την περαιτέρω στατιστική ανάλυση και την εξαγωγή τελικά του μαθηματικού προτύπου.

## **2.3 Χαρακτηριστικά δείγματος**

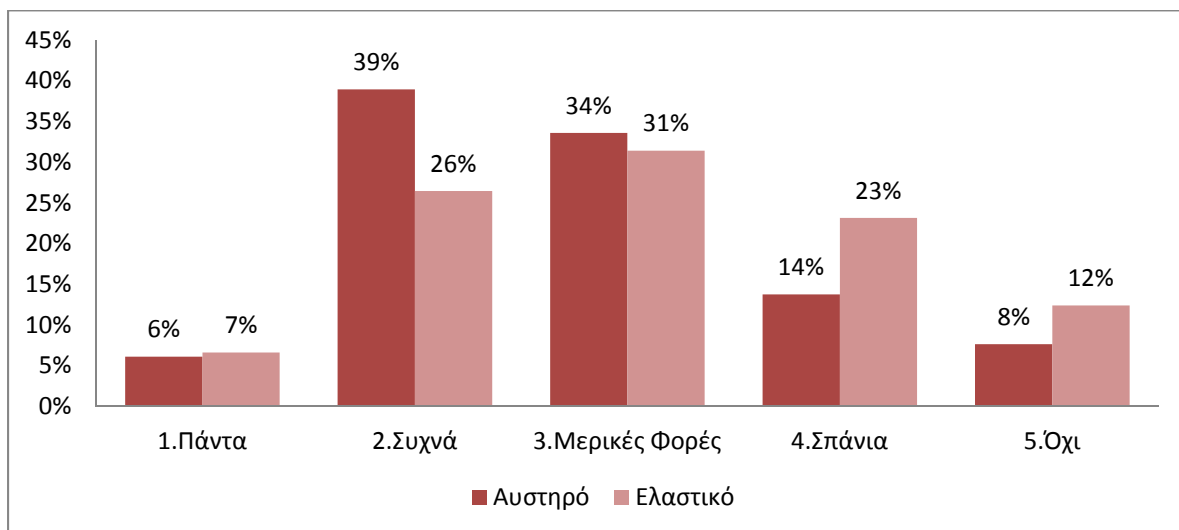
Η καταλληλότητα του δείγματος εξαρτάται από το αν αυτό πληρεί ή όχι κάποιες προϋποθέσεις όπως οι εξής:

- Το δείγμα πρέπει να επιλέγεται κάθε φορά από τον κατάλληλο πληθυσμό. Έτσι για παράδειγμα σε μια έρευνα γύρω από τη χρήση ποδηλάτου ως μέσου μεταφοράς θα πρέπει να επιλεγεί από ένα πληθυσμό μετακινούμενων, που να υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν το ποδήλατο, όταν αυτό τους δοθεί ως εναλλακτική. Ιδιαίτερα στην παρούσα έρευνα που αφορά στην μετακίνηση εντός του Δήμου Αθηναίων πρέπει το δείγμα να επιλεγεί από πληθυσμό χρηστών του συγκοινωνιακού δικτύου που μετακινούνται τουλάχιστον σε εβδομαδιαία βάση εντός του συγκεκριμένου Δήμου.
- Το μέγεθος του δείγματος έχει μεγάλη σημασία και πιο συγκεκριμένα όσο πιο μεγάλο είναι, τόσο πιο αξιόπιστα είναι τα αποτελέσματα της έρευνας. Στο πλαίσιο της έρευνας αυτής συγκεντρώθηκαν 252 απαντημένα ερωτηματολόγια, ικανοποιητικός αριθμός για τη φύση της συγκεκριμένης έρευνας.
- Η επιλογή του πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε το δείγμα να είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού ως προς τα χαρακτηριστικά του. Για παράδειγμα εδώ που ο πληθυσμός ήταν οι μετακινούμενοι εντός του Δήμου Αθηναίων, το δείγμα έπρεπε να αποτελείται από άτομα με ποικίλα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά, κάτι για την επίτευξη του οποίου καταβλήθηκε έντονη προσπάθεια. Έτσι μελετώντας το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου που περιέχει τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση το δείγμα να αποτελείται από άτομα που ανήκουν σε όλες τις αναφερόμενες κατηγορίες με όσο το δυνατό λογικότερες αναλογίες.

Έχοντας υπ' όψιν τις παραπάνω βασικές αρχές επιλογής δείγματος, έγινε προσπάθεια το δείγμα της συγκεκριμένης έρευνας να επιλεγεί σύμφωνα με αυτές, ώστε τα αποτελέσματά της να είναι όσο το δυνατό περισσότερο αντιπροσωπευτικά και έγκυρα. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται ενδεικτικά χαρακτηριστικά του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης έρευνας. Τα στοιχεία παρουσιάζονται με τη μορφή ποσοστιαίας κατανομής.



**Σχήμα 1: Κατανομή ανά επάγγελμα στις απαντήσεις των σεναρίων**



**Σχήμα 2: Κατανομή ανά είδος ωραρίου στην ερώτηση 'πόσο συχνά θα χρησιμοποιούσατε το σύστημα ενοικίασης ποδηλάτων'**

Από την περιγραφική ανάλυση του δείγματος και τα ανωτέρω διαγράμματα προκύπτει ότι οι συμμετέχοντες στην έρευνα φαίνεται να είναι πιο νέοι σε ηλικία (στην πλειοψηφία τους κάτω των 35 ετών), με αποτέλεσμα να είναι μεγαλύτερο το ποσοστό των ανύπαντρων, και κάπως υψηλό το ποσοστό των φοιτητών, αλλά και με μειωμένο ποσοστό κατοχής αυτοκινήτου. Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα ένα υψηλότερο από το αναμενόμενο ενδιαφέρον για το ποδήλατο, γεγονός που αντανακλάται στα αποτελέσματα τόσο της απλής όσο και της σύνθετης στατιστικής επεξεργασίας.

Παράλληλα, παρατηρείται καλή κατανομή όσον αφορά στο φύλο, καθώς και στον αριθμό των εβδομαδιαίων μετακινήσεων εντός του Δήμου Αθηναίων, ενώ παρατηρείται ότι η πλειοψηφία του δείγματος (51%) χρειάζεται μία μέση τιμή χρόνου (περίπου 30 λεπτά) για μια τυπική ημερήσια μετακίνηση.

## 2.4 Μεθοδολογία ανάλυσης

Για τη στατιστική ανάλυση αναπτύχθηκαν μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης. Η λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression) αποτελεί μία στατιστική μέθοδο κατάλληλη για τις περιπτώσεις που επιδιώκεται πρόβλεψη της επιρροής από την παρουσία ή την απουσία κάποιων χαρακτηριστικών στην επιλογή αναφορικά με κάποιο συγκεκριμένο γεγονός. Οδηγεί στην ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου που δίνει τη συνάρτηση χρησιμότητας του συγκεκριμένου γεγονότος, συναρτήσει κάποιων παραγόντων που το επηρεάζουν. Από τη συνάρτηση χρησιμότητας (utility function) υπολογίζεται εύκολα κατόπιν κατάλληλου μετασχηματισμού, η πιθανότητα που υπάρχει το γεγονός αυτό να πραγματοποιηθεί. Το πρότυπο που δίνει τη συνάρτηση χρησιμότητας είναι γραμμικό συναρτήσει των παραμέτρων που επηρεάζουν τη συγκεκριμένη επιλογή. Αντίθετα η σχέση που συνδέει την πιθανότητα με τη συνάρτηση χρησιμότητας είναι μη γραμμική.

Η λογιστική παλινδρόμηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την ανάπτυξη δυαδικού προτύπου πρόβλεψης (binary model) (όπου τα πιθανά ενδεχόμενα είναι δύο), όσο και για την ανάπτυξη προτύπου με περισσότερες εναλλακτικές επιλογές (multinomial model). Η λειτουργία της μεθόδου είναι ίδια και για τις δύο περιπτώσεις. Στην παρούσα έρευνα οι εναλλακτικές επιλογές είναι τέσσερις (επιλογή I.X., επιλογή M.M.M., επιλογή ποδηλάτου, η επιλογή κανενός από τα προηγούμενα), οπότε το πρότυπο που αναμένεται να αναπτυχθεί είναι το multinomial.

$$U_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$$

Όπου :

$U_i$  = συνάρτηση χρησιμότητας (utility function) του γεγονότος  $i$

$x_1 \dots x_n$  = οι μεταβλητές του προβλήματος

$a_0$  = ο σταθερός όρος ο οποίος δείχνει την επίδραση όλων εκείνων των παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή και δεν έχουν συμπεριληφθεί ως μεταβλητές στο μαθηματικό πρότυπο.

$a_1 \dots a_n$  = οι συντελεστές των μεταβλητών

Η πιθανότητα  $P_i$  να συμβεί το συγκεκριμένο γεγονός  $i$  δίνεται από τη σχέση

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

ενώ η πιθανότητα να μη συμβεί το συγκεκριμένο γεγονός, όπως είναι ευνόητο είναι  $1 - P_i$  και στην περίπτωση που το πρότυπο έχει πολλές επιλογές, όπως συμβαίνει και στην παρούσα έρευνα, ισούται με το άθροισμα των πιθανοτήτων των υπόλοιπων μεταβλητών.

Μια διαφορετική σχέση της συνάρτησης χρησιμότητας μιας επιλογής η οποία δείχνει τη σχέση της με την πιθανότητα να γίνει αυτή η επιλογή, προκύπτει από την παρακάτω σχέση μετά τη εκτέλεση κάποιων αριθμητικών πράξεων :

$$(1 + e^U) * P = e^U \Leftrightarrow (1 + e^{-U}) * P = 1 \Leftrightarrow e^{-U} = (1 - P) / P \Leftrightarrow e^U = P / (1 - P) \Leftrightarrow$$

$$U = \ln(P / (1 - P))$$

Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι ο νεπέριος λογάριθμος του λόγου  $(P / (1 - P))$  όπου  $P$  η πιθανότητα να συμβεί κάποιο συγκεκριμένο γεγονός. Ο λόγος των πιθανοτήτων  $(P / (1 - P))$  στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται με τον όρο "odds". Μια σημαντική ιδιότητα του λογιστικού προτύπου είναι ότι μετατρέπει το πρόβλημα της πρόβλεψης πιθανοτήτων σε πρόβλημα πρόβλεψης του λόγου πιθανοτήτων (odds).

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση ενός μοντέλου μετά τη διαμόρφωσή του είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών  $\beta_i$  της εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα, η ποιότητα του μοντέλου και το σφάλμα της εξίσωσης.

Όσον αφορά στους συντελεστές της εξίσωσης, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας των προσημων τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Η τιμή του συντελεστή θα πρέπει και αυτή να ερμηνεύεται λογικά δεδομένου ότι, αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής ( $x_i$ ) κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά  $\beta_i$  μονάδες. Στην

περίπτωση που η αύξηση αυτή εκφράζεται σε ποσοστά τότε αναφερόμαστε στην ελαστικότητα (elasticity).

Η ελαστικότητα αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής  $Y$  στη μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

Η ελαστικότητα, για γραμμικά μοντέλα, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$e_i = (\Delta Y_i / \Delta X_i) * (X_i / Y_i) = \beta_i * (X_i / Y_i)$$

Πληροφορίες σχετικά με το αν πρέπει μια μεταβλητή να συμπεριληφθεί στο πρότυπο ή όχι δίνει ένας άλλος στατιστικός δείκτης που υπολογίζεται κατά τη διαδικασία της επεξεργασίας των δεδομένων, ο t-ratio. Ο t-ratio αναφέρεται σε καθεμιά από τις μεταβλητές ξεχωριστά. Ο δείκτης αυτός είναι στην ουσία το αποτέλεσμα της διαίρεσης της εκτιμώμενης για το συντελεστή τιμής δια της τυπικής απόκλισής της. Η τυπική απόκλιση είναι ένα μέγεθος που παρουσιάζει τη συνέπεια με την οποία έχει υπολογιστεί η τιμή του συγκεκριμένου συντελεστή. Αυτό σημαίνει ότι η πραγματική τιμή του συντελεστή για διάστημα εμπιστοσύνης (επίπεδο σημαντικότητας) 95% βρίσκεται στο διάστημα με κέντρο την υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή και άκρα την τιμή αυτή  $\pm$  την τυπική απόκλιση.

Ο δείκτης t-ratio στην ουσία δείχνει αν η πραγματική τιμή του συγκεκριμένου συντελεστή διαφέρει σημαντικά από το 0 ή όχι. Δείχνει δηλαδή αν η επίδρασή της αντίστοιχης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα είναι σημαντική ή όχι. Αν η επιρροή αυτή είναι σημαντική τότε η συγκεκριμένη μεταβλητή πρέπει να συμπεριληφθεί στην ανάπτυξη του μαθηματικού προτύπου. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να αποκλειστεί. Οι τιμές που μπορεί να πάρει κυμαίνονται από  $-\infty$  έως  $+\infty$ .

### **3. Αποτελέσματα**

Στο πλαίσιο της στατιστικής ανάλυσης αναπτύχθηκαν μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης. Πιο συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν τέσσερα μοντέλα, ένα για κάθε εναλλακτική επιλογή. Αρχικά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για έναν αυξημένο αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών με σκοπό να αποσαφηνιστούν οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις και να βρεθούν εκείνες που τελικά επηρεάζουν της τέσσερις εξαρτημένες μεταβλητές, το ποδήλατο, το I.X. τα M.M.M. και την επιλογή κανενός από τα τρία. Εξετάστηκαν τα αποτελέσματα των μοντέλων με την εφαρμογή του ιεραρχικού λογιστικού προτύπου, που όμως έδειξαν ότι η ιεραρχική επιλογή ανάμεσα σε μηχανοκίνητα και μη μηχανοκίνητα μέσα δεν είναι σημαντική για την παρούσα έρευνα. Στη συνέχεια εξετάστηκε η ύπαρξη δυναμικών διαστρωματικών στοιχείων (panel data), δηλαδή η επιρροή της ετερογένειας των ατόμων στις απαντήσεις που λήφθηκαν. Η επιρροή αυτή βγήκε σημαντική για την ανάλυση των απαντήσεων στα σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης της παρούσας έρευνας, και έτσι εφαρμόστηκε και για τα τελικά μοντέλα.

#### **3.1 Αποτελέσματα Μοντέλου**

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα αποτελέσματα των τελικών μοντέλων.



Πίνακας 1. Αποτελέσματα μοντέλων

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΠΟΔΗΛΑΤΟ			Ι.Χ.			Μ.Μ.Μ.		
	βi	Wald	Σχετική επιρροή	βi	Wald	Σχετική επιρροή	βi	Wald	Σχετική επιρροή
			e <sub>i</sub>			e <sub>i</sub>			e <sub>i</sub>
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ									
Άνεση	0.953	9.44		0.537	6.25		0.537	6.25	
Ηλικία	0.905	5.61					0.600	3.33	
Φύλο	2.48	2.06		2.78	2.30		3.25	2.69	
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ									
Χρόνος	-0.083	-15.99	-0,575	-0.0497	-6.97	-0,774	-0.083	-15.99	-1,328
Κόστος	-0.274	-1.36	-0,025	-0.184	-5.26	-0,870	-0.184	-5.26	-0,176

Από τον παραπάνω πίνακα εξετάζεται η συνάρτηση χρησιμότητας του ποδηλάτου. Παρατηρείται ότι η συνάρτηση αυτή εξαρτάται από το χρόνο, το κόστος, την άνεση, το φύλο αλλά και την ηλικία.

Ο χρόνος στη συνάρτηση χρησιμότητας του ποδηλάτου έχει συντελεστή -0.0830. Αυτό σημαίνει ότι για αύξηση του χρόνου κατά μία μονάδα υπάρχει μείωση της τιμής του U κατά 0.0830. Δηλαδή, όσο αυξάνεται ο χρόνος του ποδηλάτου, μειώνεται η πιθανότητα του να επιλεγεί. Αυτό ως παρατήρηση δεν προκαλεί ιδιαίτερη έκπληξη, καθώς είναι γνωστό ότι ο ελάχιστος χρόνος μετακίνησης αποτελεί ένα από τα βασικά κριτήρια επιλογής μέσου μεταφοράς.

Το κόστος στη συνάρτηση χρησιμότητας του ποδηλάτου έχει συντελεστή -0.274. Δηλαδή, για αύξηση του κόστους κατά μία μονάδα, προκύπτει μείωση της τιμής του U κατά 0.274. Αυτό σημαίνει ότι αυξάνοντας το κόστος, μειώνεται η πιθανότητα να επιλεγεί το ποδήλατο. Και αυτή η παρατήρηση, ομοίως, φαίνεται λογική, καθώς η αύξηση στο κόστος ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας είναι αναμενόμενο να επηρεάσει, και κυρίως να μειώσει, τη ζήτησή του. Αυτό που πρέπει να τονιστεί στο σημείο αυτό, είναι ότι η παράμετρος του κόστους για τη συνάρτηση του ποδηλάτου βγήκε στατιστικά μη σημαντική. Και αυτό διότι ο δείκτης Wald για το κόστος του ποδηλάτου βγήκε -1.41, με απόλυτη τιμή μικρότερη του 1.7. Αυτό δε σημαίνει ότι η παράμετρος του κόστους δεν είναι σημαντική για την πλειοψηφία του δείγματος. Σημαίνει όμως ότι είναι σημαντική σε βαθμό (οριακά) μικρότερο του 95%. Για να εξηγηθεί η οριακή αυτή ανεξαρτησία του ποδηλάτου από το κόστος, παρατηρούνται οι απαντήσεις που λήφθηκαν για την 'είστε διατεθειμένος,-η να πληρώσετε 0€/ώρα; 0.5€/ώρα; 1€/ώρα; 1.5€/ώρα;':

Πίνακας 2. Ποσοστά θετικών απαντήσεων για κάθε προτεινόμενη τιμή

	0.0 ευρώ / ώρα	0.5 ευρώ / ώρα	1.0 ευρώ / ώρα	1.5 ευρώ / ώρα
<b>Ναι</b>	77,8%	89,3%	47,2%	10,3%

Στον πίνακα 2 φαίνονται τα ποσοστά των θετικών απαντήσεων για κάθε προτεινόμενη τιμή. Οι απαντήσεις στο μέρος αυτό του ερωτηματολογίου δεν ταυτίζονται απαραίτητα με τις απαντήσεις που λήφθηκαν για τα εναλλακτικά σενάρια. Παρόλα αυτά, αποτελούν μια πρώτη

και αρκετά αξιόπιστη εικόνα των τελικών αποτελεσμάτων. Έτσι, παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των ερωτώμενων (89.3%) ήταν διατεθειμένη να πληρώσει 0.5€ την ώρα, σε μεγαλύτερο ποσοστό από όλες τις υπόλοιπες προτεινόμενες τιμές. Επίσης, σημειώνεται ότι από μηδενική τιμή μέχρι τα 0.5€ ανά ώρα η μεταβολή του ποσοστού των θετικών απαντήσεων είναι πολύ μικρή. Παρά το ότι αυτές οι τιμές είναι για μία ώρα ενοικίασης ενώ τα σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης αναφέρονται σε τιμές για μισή ώρα ενοικίασης, η μέγιστη διαδρομή στα σενάρια είναι μισής ώρας και έτσι οι ερωτώμενοι έχουν ως μέγιστη τιμή της συνολικής χρήσης του συστήματος τα 0.5€.

Εν συνεχεία, εξετάζεται ο συντελεστής της άνεσης. Παρατηρείται ότι είναι θετικός (0.953), γεγονός που σημαίνει ότι αύξηση της άνεσης κατά μία μονάδα συνεπάγεται αύξηση της συνάρτησης πιθανότητας κατά 0.953. Δηλαδή όσο αυξάνεται η άνεση για το ποδήλατο, αυξάνεται και η πιθανότητά του να επιλεγεί. Αυτό, ενδεχομένως, οφείλεται στο γεγονός ότι στον ορισμό του υψηλού επιπέδου άνεσης για τα ποδήλατα συμπεριλαμβάνεται και η ύπαρξη ποδηλατοδρόμων. Από τις απαντήσεις στην ερώτηση B10 (πόσο σας αποτρέπουν οι παρακάτω παράγοντες από τη χρήση ποδηλάτου), στην έλλειψη ποδηλατοδρόμων απάντησαν 'Πολύ' σε ποσοστό 60.8%, το οποίο αναδεικνύεται πρώτο σε σημαντικότητα, καθώς δεύτερη έρχεται η έλλειψη σεβασμού από τους άλλους οδηγούς με ποσοστό 53.2%, και τρίτη η μειωμένη ασφάλεια σε σύγκριση με τους υπόλοιπους τρόπους μεταφοράς με ποσοστό 44.7%.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι, σε απόλυτη τιμή, ο συντελεστής της άνεσης είναι σημαντικά μεγαλύτερος από τους συντελεστές του χρόνου και του κόστους. Δηλαδή, η μεταβολή στην άνεση επηρεάζει την πιθανότητα επιλογής ποδηλάτου περισσότερο από ότι ο χρόνος και το κόστος. Αυτό ίσως να μπορεί να αιτιολογηθεί με το ότι, με τον τρόπο που είναι ορισμένη, η άνεση εμπεριέχει την έννοια της ασφάλειας όσον αφορά στο ποδήλατο, καθώς περιλαμβάνει (ή όχι) ποδηλατοδρόμους και καλό (ή κακό) κυκλοφοριακό περιβάλλον. Υπό αυτό το πρίσμα, φαίνεται λογικό η ασφάλεια να επηρεάζει περισσότερο από το κόστος και τον χρόνο.

Το φύλο στη συνάρτηση χρησιμότητας του ποδηλάτου έχει επίσης θετικό συντελεστή (2.48). Στη βάση δεδομένων έχει ληφθεί μηδέν για άντρα και μονάδα για γυναίκα. Γίνεται έτσι αντιληπτό ότι για γυναίκα η συνάρτηση χρησιμότητας αυξάνεται κατά 2.48. Αυτό όμως, έρχεται σε αντίθεση με τη μεταβολή της πιθανότητας. Η πιθανότητα να επιλεγεί από γυναίκα το ποδήλατο είναι μικρότερη από ότι να επιλεγεί από άντρα, όπως φαίνεται και στα διαγράμματα που ακολουθούν στο επόμενο υποκεφάλαιο. Αυτό συμβαίνει γιατί η εξίσωση της πιθανότητας του ποδηλάτου να επιλεγεί είναι συνάρτηση και των τριών εξισώσεων χρησιμότητας. Έτσι, ενώ η συνάρτηση χρησιμότητας του ποδηλάτου αυξάνει, οι συναρτήσεις χρησιμότητας των M.M.M. και του I.X. αυξάνουν περισσότερο, με αποτέλεσμα η πιθανότητα του ποδηλάτου να επιλεγεί να μειώνεται. Το ότι το ποδήλατο έχουν περισσότερες πιθανότητες να το επιλέξουν οι άντρες συνάδει με τα ποσοστά των σεναρίων στα οποία επιλέχτηκε το ποδήλατο, τα οποία όμως δεν λαμβάνουν υπόψη την ετερογένεια των ατόμων και επομένως ενδέχεται να αποκλίνουν από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αρκετά λογικό αν αναλογιστεί κανείς ότι οι αθλητικές επιδόσεις και αντοχές των αντρών είναι μεγαλύτερες από αυτές των γυναικών, αλλά και το ότι η χρήση ποδηλάτου απαιτεί συγκεκριμένο ενδυματολογικό τύπο, που δεν συμφωνεί απαραίτητα με την ενδυμασία μιας γυναίκας.

Το θετικό πρόσημο της ηλικίας (0.864) δηλώνει ότι για τιμή της μεταβλητής Age1 ίση με μονάδα η συνάρτηση χρησιμότητας του ποδηλάτου αυξάνεται κατά 0.864. Η Age1 παίρνει τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ανήκει στην ηλικιακή κατηγορία 18-24 χρονών και 0 αν όχι. Δηλαδή, αν ο ερωτώμενος είναι από 18 έως 24 χρονών η πιθανότητα να επιλεγεί το ποδήλατο αυξάνεται. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι το ποδήλατο θέλει καλή φυσική κατάσταση, η οποία συναντάται πιο εύκολα στις νεαρές ηλικίες. Επιπρόσθετοι λόγοι ίσως να είναι το ότι οι πιο νέοι ενδεχομένως είναι πιο εξοικειωμένοι με το ποδήλατο, είτε για μετακίνηση είτε για άσκηση είτε για διασκέδαση, ή ακόμα και το ότι είναι πιο ανοιχτοί σε εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης.

#### 4. Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η ανάλυση των χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την επιλογή ενός συστήματος ενοικίασης ποδηλάτου για τις μετακινήσεις εντός του Δήμου Αθηναίων. Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής των μαθηματικών μοντέλων, τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

Η πιθανότητα επιλογής ενός συστήματος ενοικίασης ποδηλάτων για τις μετακινήσεις εντός του Δήμου Αθηναίων επηρεάζεται από τον χρόνο, το κόστος και την άνεση της μετακίνησης, ενώ από τα χαρακτηριστικά του μετακινούμενου εκείνα που επηρεάζουν είναι το φύλο και η ηλικία. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και με τα ευρήματα της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Η επιρροή αυτή της επιλογής του ποδηλάτου από το χρόνο, και πιο συγκεκριμένα η μείωση της πιθανότητας επιλογής του με αύξηση του χρόνου μετακίνησης, μπορεί να εξηγηθεί αν ληφθεί υπόψη ότι στην παρούσα περίπτωση το ποδήλατο αντιμετωπίζεται ως μεταφορικό μέσο και όχι ως μέσο ψυχαγωγίας ή εκγύμνασης. Έτσι, είναι κατανοητό ότι για κάθε μέσο μεταφοράς ο ελάχιστος δυνατός χρόνος μετακίνησης αποτελεί ισχυρό κίνητρο για την επιλογή του, ενώ ισχύει το αντίστροφο για αυξανόμενο χρόνο.

Βρέθηκε επίσης ότι το κόστος αποτελεί, έστω και οριακά, έναν παράγοντα για την επιλογή του συστήματος ενοικιαζόμενων ποδηλάτων. Η επιρροή αυτή μπορεί εύκολα να εξηγηθεί αν αναλογιστεί κανείς ότι η ενοικίαση ποδηλάτων είναι μια παρεχόμενη επί πληρωμή υπηρεσία και η ζήτηση κάθε υπηρεσίας συνήθως αυξάνεται με την μείωση του κόστους της.

Η συσχέτιση της επιλογής του ποδηλάτου με το επίπεδο άνεσης (στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και η έννοια της ασφάλειας) μπορεί να αιτιολογηθεί με τη χρήση του ποδηλάτου ως μέσο μεταφοράς στην παρούσα έρευνα, αλλά και με τη συσχέτιση του επιπέδου άνεσης με την ύπαρξη ποδηλατοδρόμων. Είναι αναμενόμενο ότι όσο αυξάνεται το επίπεδο άνεσης ενός μέσου μεταφοράς και όσο βελτιώνονται οι παρεχόμενες υπηρεσίες η ζήτηση να αυξάνεται. Παράλληλα, όπως φάνηκε από τα στατιστικά αποτελέσματα του Β' μέρους του ερωτηματολογίου, η πλειοψηφία των μετακινούμενων θεωρεί πολύ αποτρεπτικό παράγοντα την απουσία ποδηλατοδρόμων, κάτι που αυτόματα καθιστά την άνεση αρκετά σημαντικό παράγοντα για τη χρήση του συστήματος.

Παράλληλα, η αυξημένη πιθανότητα επιλογής του ποδηλάτου από άντρες ενδεχομένως να μπορεί να εξηγηθεί από τις καλύτερες αθλητικές επιδόσεις και μεγαλύτερες αντοχές των αντρών, καθώς επίσης και από τον περιορισμό που βάζει το ποδήλατο στην ενδυμασία μιας γυναίκας. Τα άτομα που ανήκουν στην ηλικιακή κατηγορία από 18 έως 24 φαίνεται επίσης να προτιμάνε το ποδήλατο, καθώς για απαντήσεις από αυτές τις ηλικίες η πιθανότητα επιλογής του ποδηλάτου αυξάνεται. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι για το ποδήλατο απαιτείται καλή φυσική κατάσταση, η οποία συναντάται πιο εύκολα στις νεαρές ηλικίες. Επιπρόσθετοι λόγοι ίσως είναι το ότι οι πιο νέοι ενδεχομένως να είναι πιο εξοικειωμένοι με το ποδήλατο, είτε για μετακίνηση είτε για άσκηση είτε για διασκέδαση, ή ακόμα και το ότι είναι πιο ανοιχτοί σε εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης.

Το ιεραρχικό λογιστικό πρότυπο (nested logit model) αποδείχθηκε ότι δεν έχει εφαρμογή για την παρούσα έρευνα. Δηλαδή, προέκυψε ότι η (ιεραρχική) επιλογή ανάμεσα σε μηχανοκίνητα και μη μηχανοκίνητα μέσα μετακίνησης δεν υπήρξε κριτήριο για τις απαντήσεις που λήφθηκαν. Αντίθετα, η διερεύνηση της ύπαρξης δυναμικών διαστρωματικών στοιχείων (panel data) έβγαλε θετικά αποτελέσματα και βοήθησε τόσο στη βελτίωση και ακρίβεια των τελικών μοντέλων όσο και στην ερμηνεία τους. Τα δυναμικά διαστρωματικά στοιχεία λαμβάνουν υπόψη το σφάλμα εκείνο που οφείλεται στην ετερογένεια των ατόμων, και που σε περιπτώσεις πολλαπλών απαντήσεων από ένα άτομο (όπως στην παρούσα έρευνα) είναι δυνατό να υπολογιστεί.

Τέλος, επισημαίνεται ότι το υψηλότερο από το αναμενόμενο ενδιαφέρον για το ποδήλατο λόγω του διαδικτυακού χαρακτήρα της έρευνας έχει άμεση επιρροή στα αποτελέσματα τόσο της απλής όσο και της σύνθετης στατιστικής επεξεργασίας.

Για την περαιτέρω μελέτη του αντικειμένου της παρούσας έρευνας αρκετά ενδιαφέροντα θα ήταν η επέκταση της συγκεκριμένης έρευνας με επιπλέον μεταβλητές, όπως οι καιρικές

συνθήκες, ο λόγος και η συχνότητα μετακίνησης αλλά και η κατοχή αυτοκινήτου. Παράλληλα, εξαιρετικό ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η αλλαγή στις τιμές του χρόνου και κυρίως του κόστους στα σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης η οποία αναμένεται να επιφέρει διαφορετικά αποτελέσματα.

## 5. Βιβλιογραφία

- Axhausen K., Beyerle A., Schumacher H. 1988. Choosing the Type of Parking: A Stated Preference Approach, Paper presented at the UTSG – conference, London.
- Bolduc D. 2007. Discrete Panel Data; Estimation with Stated Preferences Surveys, Département d' économie Université Laval, EPFL.
- Devarasetty P., Burriss M., Shaw D. 2012. The value of travel time and reliability – evidence from a stated preference survey and actual usage, Transport Research Part A, Elsevier Ltd.
- Fearnley N., Flugel S., Ramjerdi F. 2011. Passengers' valuations of universal design measures in public transport, Research in Transport Business & Management, Elsevier Ltd.
- Feo M., Espino R., Garcia L. 2010. A stated preference analysis of Spanish freight forwarders modal choice on the south-west Europe Motorway of the Sea, Transport Policy, Elsevier Ltd, 2010.
- Fowkes A., Wardman M. 1985. The logit model and the consequences of interpersonal taste variations, Paper presented at UTSG annual conference, Birmingham.
- Green P., Srinivasan V. 1978. Conjoint analysis in consumer research: Issues and outlook, Journal of consumer research, Vol. 5, pp 103 – 212.
- ITF-OECD Working Group on Cycling Safety. 2013. Cycling, Health and Safety, International Transport Forum, OECD.
- Jappinen S., Toivonen T., Salonen M. 2013. Modeling the potential effect of shared bicycles on public transport travel times in Greater Helsinki: An open data approach, Applied geography, Elsevier Ltd.
- Jeffrey J. 1987. Μέθοδοι Προβλέψεων για Οικονομικές – Επιχειρηματικές Αποφάσεις, εκδόσεις Gutenberg.
- Kroes E., Sheldon R. 1988. Stated Preference Methods: An Introduction, Journal of Transport, Economics and Policy.
- Kroes E., Sheldon R., Beswick M. 1986, Stated preference microsimulation models from qualitative inputs to estimate market shares in intercity travel., Proceeding of the 1986 ESOMAR congress, Monte Carlo.
- Lin J., Yang T. 2010. Strategic design of public bicycle sharing systems with service level constraints, transport Research Part E, Elsevier Ltd.
- Lin J., Yang T., Chang Y. 2011. A hub location inventory model for bicycle sharing system design: Formulation and solution, Computers & Industrial Engineering, Elsevier Ltd.
- Lin L., Pioche A., Stander P. 1986. Estimating sales volume potential for innovative products with case histories, Proceeding of the 1986 ESOMAR congress, Monte Carlo.
- Liu Z., Jia X., Cheng W. 2012. Solving the last mile problem: Ensure the success of Public Bicycle sharing System in Beijing, 8th International Conference on Traffic and Transport Studies, Procedia, Elsevier Ltd, China.
- Rizzi L., Ortuzar J. 2002. Stated preference in the valuation of interurban road safety, Accident Analysis & prevention, Elsevier Ltd.
- Romero J., Ibeas A., Moura J., Benavente J., Alonso B. 2012. A simulation-optimisation approach to design efficient systems of Bike-sharing, 15th meeting of the EURO Working Group on transportation, Procedia, Elsevier Ltd.
- Sheldom J., Steer J. 1982. The use of conjoint analysis in transport research, Paper presented to the 1982 PTRC Summer Annual Meeting, Warwick..
- Tanriverdi C., Shakibaei S., Tezcan O. 2012. A stated preference study on individuals' transportation decisions, focused on Marmay Project in Istanbul, 15th meeting of the EURO Working Group on Transportation, Elsevier Ltd

- Tsamboulas D. 2001. Parking fare thresholds: a policy tool, Transport policy, Elsevier Ltd, 2001.
- Yannis G. 1999. Stated Preference Methods in Transport research, Journal of Transport, Economics and Policy.
- Βλαστός, Θ., Μπαρμπόπουλος, Ν., Μπαλτάς, Π. 2005. Νομοθεσία και πολιτικές για την προώθηση του ποδηλάτου στην Ευρώπη. Οι παλινωδίες στην Ελλάδα. Περιβάλλον και Δίκαιο: τ. 32: 235-243.