

Ανάλυση Προτιμήσεων για την Κινητικότητα στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Ελένη Βλαχογιάννη, Γιώργος Γιαννής,
Παναγιώτης Παπαντωνίου, Ευανθία Κώτση

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

elenivl@mail.ntua.gr, geyannis@central.ntua.gr,
ppapant@central.ntua.gr, evanthiakotsi@gmail.com

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της διάθεσης των μετακινουμένων προς και από την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου για αλλαγή μέσου προς την κατεύθυνση της βιώσιμης κινητικότητας. Η βιώσιμη κινητικότητα αφορά στην αποφόρτιση του οδικού δικτύου από το αυτοκίνητο και την ενίσχυση ηπιότερων μορφών μετακίνησης, όπως είναι τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς και ο συνεπιβατισμός. Η σχετική έρευνα πραγματοποιήθηκε ηλεκτρονικά και επιτόπια μέσω ερωτηματολογίου που συμπληρώθηκε αποκλειστικά από μέλη της Πολυτεχνειακής κοινότητας. Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν αξιοποιήθηκαν μέσω της μεθόδου λογιστικής παλινδρόμησης για τη δημιουργία προτύπων που προβλέπουν την αποδοχή του συνεπιβατισμού ως μέσο μετακίνησης και την πιθανότητα επιλογής των MMM από τους υφιστάμενους οδηγούς Ι.Χ. αντίστοιχα. Σημαντικές αποδείχθηκαν στην πρώτη περίπτωση παράμετροι όπως ο χρόνος μετακίνησης, η ασφάλεια και η δυνατότητα ευελιξίας, ενώ στη δεύτερη το κόστος, η αξιοπιστία και η άνεση. Ωστόσο, η ακρίβεια των συγκεκριμένων προτύπων προκύπτει μη ικανοποιητική, δεδομένης της φύσεως της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε.

Λέξεις κλειδιά : βιώσιμη σπουδαστική κινητικότητα, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, μέθοδος ανάλυσης προτιμήσεων, λογιστική παλινδρόμηση, συνεπιβατισμός, επιλογή μέσου, αλλαγή μέσου, ερωτηματολόγιο, ΣΒΑΚ.

Abstract

The objective of the present research is to investigate the distribution of commuters travelling to and from NTUA campus for modal change towards sustainable mobility. Sustainable mobility concerns defusing the road network from cars and enhancing milder forms of transportation, such as public transport and carpooling. The research was conducted online and on-site via a questionnaire filled exclusively by members of NTUA community. The data collected were used by logistic regression method for creating mathematical models that explain the acceptance of carpooling as a means of transport and the possibility car drivers starting to commute by public transport respectively. In the first case, parameters such as travel time, security and flexibility, proved significant, while in the second cost, reliability and comfort. However, the accuracy of these models shows unsatisfactory, given the nature of the used method.

Key words: sustainable student mobility, NTUA campus, preference analysis method, logistic regression, carpooling, mode choice, mode change, questionnaire, SUMP.

1. Εισαγωγή

Η βιωσιμότητα στις μετακινήσεις αποτελεί κεντρικό ζητούμενο και αναγκαιότητα για τη σύγχρονη πόλη. Δυναμικοί εκφραστές της σε μικρότερη κλίμακα είναι τα πανεπιστημιακά συγκροτήματα, όπου συγκεντρώνεται πλήθος ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, με κυρίαρχες την εκπαίδευση και την εργασία. Με άξονες την αποφόρτιση του οδικού δικτύου από το αυτοκίνητο, την ισομερή κατανομή των τρόπων μεταφοράς, τη διασφάλιση της προσβασιμότητας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, η διαχείριση κινητικότητας καλείται να εστιάσει στον άνθρωπο και τις παραμέτρους που υπεισέρχονται στις επιλογές μετακίνησής του (Miralles-Guasch and Domene, 2010; Kaufman, 2002;

Οι μετακινήσεις προς και από την Πολυτεχνειούπολη βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στη χρήση του αυτοκινήτου. Μακροπρόθεσμος στόχος της αρμόδιας αρχής του Ε.Μ.Π. είναι να ενθαρρύνει φοιτητές και προσωπικό να αλλάξουν τις καθημερινές τους συνήθειες μετακίνησης στο πλαίσιο της υιοθέτησης μιας πιο βιώσιμης στρατηγικής αστικής κινητικότητας.

Η πολυπλοκότητα των αναγκών του Πολυτεχνείου απαιτούσε και απαιτεί έναν ολοκληρωμένο σχεδιασμό, που θα σέβεται και θα διατηρεί αναλλοίωτα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Η αύξηση της ζήτησης για μετακινήσεις προς εκπαιδευτικά ιδρύματα έχει κινητοποιήσει τους αρμόδιους προς αναζήτηση καινοτόμων λύσεων στο πρόβλημα. Ζητήματα αντικανονικής χρήσης του διατιθέμενου χώρου στάθμευσης εντός του συγκροτήματος, χρήσης χώρων στάθμευσης γύρω από αυτό, κυκλοφοριακά προβλήματα λόγω αυξημένης χρήσης ιδιωτικών αυτοκινήτων, ρύπανση, θόρυβος, υποβάθμιση της ποιότητας του αστικού χώρου κ.ά. είναι μερικά από τα προβλήματα που καλούνται να επιλύσουν (Shanon et.al, 2006; Zhou, 2012; Lavery et.al., 2013; Gonzalo-Orden et.al., 2012). Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα επενδύουν τελευταίως σε μία γκάμα στρατηγικών για τη διαχείριση των μετακινήσεων, σε συνεργασία με κοινωνικούς φορείς αναφορικά με την οργάνωση, χρηματοδότηση και διαχείριση βιώσιμων και περιβαλλοντικά φιλικών πρωτοβουλιών, καινοτόμα συστήματα τιμολόγησης στάθμευσης και προώθηση των εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης, όπως το περπάτημα, συνεπιβατισμός, ποδηλασία, κ.ά. (Krueger και Murray, 2008). Αυτές οι στρατηγικές πολιτικής μεταφορών έχουν καλά τεκμηριωθεί (Miller, 2001, Krueger και Murray, 2008), ωστόσο η μελέτη της συμπεριφοράς μετακίνησης των φοιτητών που επηρεάζονται από αυτές τις πολιτικές, έχει κάπως παραμεληθεί. Η ανάλυση της συμπεριφοράς μετακίνησης των φοιτητών όχι μόνο θα συμβάλλει στην ενημέρωση των πολιτικών αυτών, αλλά θα επιτρέψει επίσης μια πιο εμπειριστατωμένη αξιολόγηση της σχετικής επιτυχίας τους. Σύμφωνα με τη Volosin (2014), όλα τα ιδρύματα που ενδιαφέρονται για τη διαχείριση της ζήτησης μετακινήσεων πρέπει να ενδιαφερθούν για την κατανόηση των χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς μετακινήσεων των φοιτητών. Ένα πρόσφορο μέσο για την καταγραφή των χαρακτηριστικών αυτών είναι οι έρευνες μέσω διαδικτύου που μπορούν να επιτρέψουν την εξαγωγή τυπολογίας μετακινουμένων σπουδαστών για την καλύτερη κατανόησή των επιλογών τους (Bicikova, 2014).

Τα πλεονεκτήματα τα οποία σχετίζονται με τον σχεδιασμό υπέρ της βιώσιμης κινητικότητας περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων (Wefering et.al., 2014):

1. Καλύτερη ποιότητα ζωής: Αυτό μπορεί να εκφραστεί με πολλές μικρότερες ή μεγαλύτερες βελτιώσεις, όπως πιο ελκυστικοί δημόσιοι χώροι, βελτιωμένη (οδική) ασφάλεια, καλύτερη ποιότητα αέρα, λιγότερες εκπομπές ρύπων και λιγότερος θόρυβος. Στον βαθμό αυτό, ο σχεδιασμός της βιώσιμης αστικής κινητικότητας φέρει ένα συναισθηματικό μήνυμα (βελτιωμένοι δημόσιοι χώροι, ασφάλεια των παιδιών), το οποίο θα πρέπει να διαδίδεται συνεχώς.

2. Εξοικονόμηση κόστους: Η κινητικότητα αποτελεί σημαντικό καταλύτη για την τοπική οικονομία. Το υγιέστερο περιβάλλον και η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης συμβάλλει ουσιαστικά στη μείωση του κόστους για την τοπική κοινότητα και στην προσέλκυση νέων επιχειρήσεων. Στον παγκόσμιο και εθνικό ανταγωνισμό των αστικών κέντρων, μια καλά οργανωμένη και βιώσιμη πόλη είναι μια πιο ελκυστική πόλη για τους επενδυτές και αποτελεί μια πολύ καλύτερη «επιχειρηματική ευκαιρία» από μια πόλη χωρίς σαφή μακρόπνοη πολιτική κινητικότητας.

3. Αποτελεσματική χρήση των πόρων: Σε μια εποχή που οι οικονομικοί πόροι είναι περιορισμένοι, είναι πολύ σημαντικό οι λύσεις που θα υιοθετούνται να κάνουν χρήση των διαθέσιμων πόρων με πιο αποδοτικό τρόπο. Ο σχεδιασμός της βιώσιμης αστικής κινητικότητας αλλάζει τις προτεραιότητες από τα μεγάλα οδικά έργα προς ένα ισορροπημένο μίγμα μέτρων συμπεριλαμβανομένων των μέτρων διαχείρισης κινητικότητας με χαμηλό κόστος. Η υιοθέτηση της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει» εισάγει μία πρόσθετη πηγή εσόδων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χρηματοδότηση εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης (Παπαδοπούλου κ.α., 2015).

Η ολοκληρωμένη και διεπιστημονική προσέγγιση στον σχεδιασμό εξασφαλίζει ότι το σχέδιο προωθεί την ισόρροπη ανάπτυξη όλων των σχετικών τρόπων μετακίνησης, ενώ παράλληλα ενθαρρύνει τη στροφή προς πιο βιώσιμους τρόπους μετακίνησης.

2. Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

Η μέθοδος που επιλέχθηκε για τη συγκεκριμένη έρευνα είναι η απλή τυχαία δειγματοληψία κατά στρώματα μέσω ερωτηματολογίου, καθώς ο πληθυσμός είναι αριθμημένος ή κατανομημένος με τέτοιο τρόπο ώστε οι διαδοχικές ομάδες που τον αποτελούν να παρουσιάζουν μια ομοιογένεια ως προς τις στατιστικές μονάδες τους. Η κατάλληλη επεξεργασία των απαντήσεων που θα προκύψουν και τελικώς ο συνδυασμός τους θα συνεισφέρει στην εκτίμηση της πιθανότητας επιλογής μετακίνησης μέσω carpooling, καθώς και της πιθανότητας υφιστάμενοι οδηγοί Ι.Χ. να μεταβούν στα Μ.Μ.Μ. Στην παρούσα έρευνα το ερωτηματολόγιο δομήθηκε κατά βάση σύμφωνα με τη μέθοδο αποκαλυπτόμενης προτίμησης συνδυαζόμενο κατά ένα μικρό τμήμα με ερωτήσεις δεδηλωμένης προτίμησης, όπου ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει και να αιτιολογήσει το μελλοντικό σενάριο ψηφιακής υποστήριξης και λειτουργίας του carpooling.

2.1 Σχεδιασμός ερωτηματολογίου

Κατά τον 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 διαρθρώνεται σε 4 θεματικές ενότητες.

Στο πρώτο μέρος του αναζητούνται τα χαρακτηριστικά μετακίνησης του ερωτώμενου σήμερα (συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο μέσο ή συνδυασμός μέσων μετακίνησης, λόγοι επιλογής του, διάρκεια μετακίνησης, ώρες μετακίνησης, μηνιαίο κόστος μετακίνησης, αριθμός πρόσθετων μετακινήσεων, βαθμός ικανοποίησης). Οι ερωτήσεις είναι κατά πλειοψηφία πολλαπλής επιλογής με εξαίρεση τον χρόνο και το κόστος μετακίνησης, όπου καλούνται να συμπληρώσουν την απάντηση.

Στο δεύτερο μέρος οι ερωτήσεις σχετίζονται με την αξιολόγηση από άποψη σημαντικότητας για τον κάθε χρήστη ορισμένων χαρακτηριστικών μετακίνησης τόσο για τις μετακινήσεις προς/από την Πολυτεχνειούπολη όσο και εντός. Επιπλέον, μέσω μίας ερώτησης ανοιχτού τύπου ζητείται ο προσδιορισμός του ιδανικού για εκείνον μέσου. Οι απαντήσεις μπορούν να αφορούν είτε το ήδη χρησιμοποιούμενο είτε διαφορετικό. Αυτή η ερώτηση λειτουργεί ως έμμεσος δείκτης εκτίμησης της διάθεσης αλλαγής μέσου από τον μετακινούμενο.

Το τρίτο μέρος αποτελεί βασικό κομμάτι της έρευνας όπου ο ερωτώμενος καλείται να εκφράσει την άποψή του σχετικά με το πρόγραμμα carpooling, εάν είναι εξοικειωμένος με την ιδέα του συνεπιβατισμού, τους λόγους που τον αποτρέπουν από την έως σήμερα χρήση του και αν τελικά θα χρησιμοποιούσε μια πιο οργανωμένη ηλεκτρονική υλοποίησή του διατυπώνοντας ελεύθερα και τους λόγους της όποιας επιλογής του.

Στο τελευταίο μέρος ο ερωτώμενος καλείται να δώσει κάποια ατομικά στοιχεία απαντώντας σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που αφορούν το φύλο, την ηλικία, το εισόδημα, την ιδιότητά του, τον

Δήμο κατοικίας και την κατοχή διπλώματος οδήγησης, οχήματος ή έξυπνης συσκευής κινητού τηλεφώνου.

2.2 Υλοποίηση Έρευνας Πεδίου

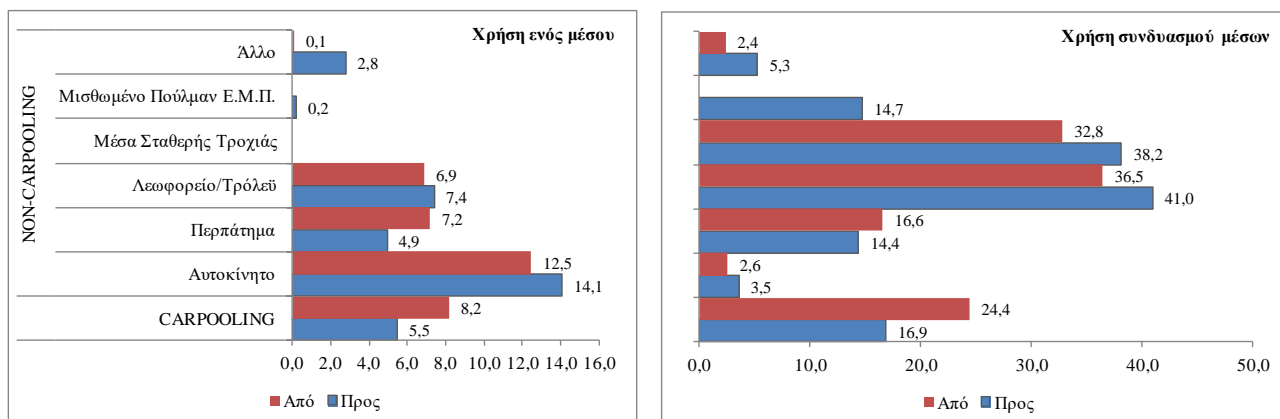
Ο κυριότερος στόχος της έρευνας ήταν να αποτυπώσει την πρόθεση των μελών της Πολυτεχνειούπολης Ε.Μ.Π. για αλλαγή μέσου είτε συμμετέχοντας μέσω μίας ηλεκτρονικής εφαρμογής στο πρόγραμμα car pooling, είτε χρησιμοποιώντας τα Μ.Μ.Μ. αντί του Ι.Χ. αυτοκινήτου. Για τη διαπίστωση της αρτιότητας και του τρόπου αντίληψης των ερωτήσεων από το κοινό πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου από μέλη του Πολυτεχνείου, και ιδίως του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, με γνώμονα οι ερωτώμενοι να είναι χρήστες διαφορετικών μέσων μετακίνησης προς/από την Πολυτεχνειούπολη. Το δείγμα της πιλοτικής έρευνας αφορούσε 15 άτομα και βοήθησε καθοριστικά στη βελτίωση της διάρθρωσης του ερωτηματολογίου. Κατόπιν τούτου, το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε με δύο τρόπους: α) *Ηλεκτρονικά*: Προσαρμόστηκε ως προς τη δομή στις απαιτήσεις της πλατφόρμας Φόρμες Google (Google Forms) και εστάλη ως σύνδεσμος μέσω e-mail σε μέλη του Πολυτεχνείου κατά το διάστημα 1ης Αυγούστου έως 3ης Σεπτεμβρίου. Συμπληρώθηκε από 920 άτομα. Προκειμένου να δημιουργηθεί αίσθημα ασφάλειας και αξιοπιστίας στους υποψήφιους ερωτώμενους δε χρησιμοποιήθηκε κάποιος προσωπικός λογαριασμός e-mail, αλλά δημιουργήθηκε ένας νέος υπό την ονομασία “mobility.survey.ntua@gmail.com”. Επιπλέον, ο σύνδεσμος αναρτήθηκε στην ομάδα “ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ” στο facebook καθώς και στις ιστοσελίδες όλων των φοιτητικών forum. Δεδομένης της περιόδου υλοποίησης της έρευνας ο αριθμός των απαντήσεων κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητικός και δηλώνει το έντονο ενδιαφέρον των χρηστών προς την κατεύθυνση προώθησης μέτρων για την κινητικότητα. β) *Έντυπα*: Συμπληρώθηκαν από 75 άτομα. Επελέγη και αυτός ο τρόπος συλλογής απαντήσεων για σφαιρικότητα του δείγματος. Κατά την έντυπη συμπλήρωση υπήρχε η δυνατότητα παροχής τυχόν διευκρινίσεων, ενώ δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε αυτή να είναι πλήρης και οι απαντήσεις, ειδικά στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, ευανάγνωστες. Η έρευνα πεδίου πραγματοποιήθηκε σε χώρους της Πολυτεχνειούπολης (Γραμματείες Σχολών, Κτήριο Διοίκησης/Οικονομικών Υπηρεσιών, ΚΗΥ, Τομείς) για 7 ημέρες κατά το διάστημα 26 έως 29 Ιουλίου και 31 Αυγούστου έως 2 Σεπτεμβρίου. Επομένως, συγκεντρώθηκαν συνολικά 992 ερωτηματολόγια σε συνολική διάρκεια έρευνας 39 ημερών. Από τον αριθμό αυτών, κατόπιν προσεκτικής επεξεργασίας των απαντήσεων, έγκυρες κρίθηκαν συνολικά 930 απαντήσεις, εκ των οποίων 72 προέρχονται από τα έντυπα ερωτηματολόγια και 861 από την ηλεκτρονική φόρμα.

2.3 Χαρακτηριστικά δείγματος

Το υπό εξέταση δείγμα αποτελείται από 930 άτομα: φοιτητές και προσωπικό (τεχνικό, διοικητικό και διδακτικό προσωπικό). Συγκεκριμένα, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (82,6%) ήταν φοιτητές. Από τις 930 απαντήσεις, οι υπόλοιπες 119 προήλθαν από το προσωπικό του Ιδρύματος. Δεδομένου ότι οι φοιτητές αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό πληθυσμού της Πολυτεχνειούπολης και τείνουν να επηρεαστούν περισσότερο από την εφαρμογή νέων μέτρων για τις μετακινήσεις, το δείγμα μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό. Επιπλέον, το δείγμα ως προς το φύλο είναι ομοιόμορφα δομημένο (κατά 57% αποτελείται από άνδρες και κατά 43% από γυναίκες). Το ίδιο ισχύει και για τις σχολές από τις οποίες προήλθαν οι απαντήσεις, δεδομένου ότι οι σχολές Πολιτικών Μηχανικών και Ηλεκτρολόγων Μηχανικών δέχονται τον μεγαλύτερο αριθμό φοιτητών ετησίως.

Προκειμένου να εξεταστεί ως παράμετρος επιρροής κατά την ανάλυση η απόσταση κατοικίας οριοθετήθηκαν κυκλικά πέντε χωρικές ζώνες διαφορετικής ακτίνας με κέντρο την Πολυτεχνειούπολη. Με βάση αυτές τις ζώνες κατοικίας, η πλειοψηφία των μετακινήσεων (42,4%) παράγεται από περιοχές της Ζώνης Γ', το 26,5% από τη Ζώνη Β', σχεδόν ισομερώς από τις Ζώνες Α' και Δ' (16,1% και 13,2% αντιστοίχως) και ένα 1,8% από την πλέον απομακρυσμένη Ζώνη Ε'. το

31,5% των ερωτηθέντων θα ανταποκρινόταν θετικά στην υλοποίηση ενός ηλεκτρονικού προγράμματος υποστήριξης του carpooling, το 30,9% αρνητικά, ενώ συγκυριακοί παράγοντες και ζητήματα ευελιξίας και ασφάλειας καθιστούν περιστασιακά θετικό το υπόλοιπο 37,6%.

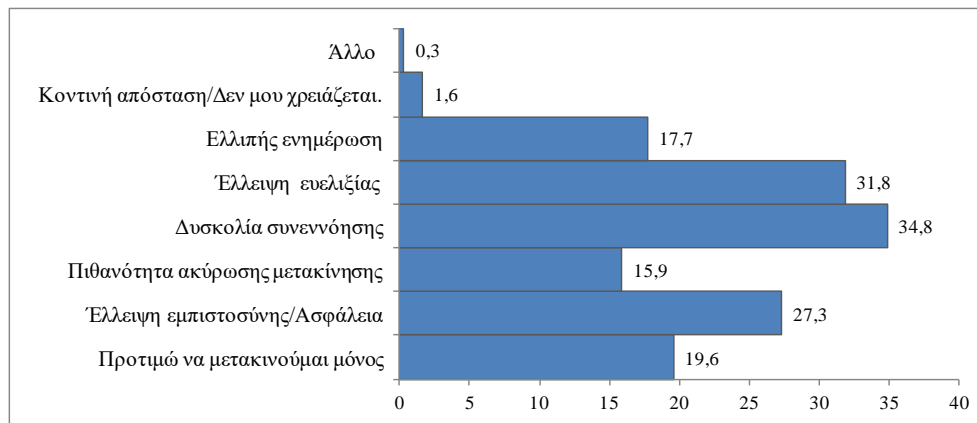


Σχήμα 1: Ποσοστιαία κατανομή μέσων μετακίνησης προς/από την Πολυτεχνειούπολη για το σύνολο των ερωτηθέντων

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση μετακίνησης προς και από την Πολυτεχνειούπολη. Παρατηρούμε ότι εμφανίζεται ποικιλία στους τρόπους με τους οποίους οι χρήστες προσεγγίζουν τον χώρο της Πολυτεχνειούπολης, ενώ παρατηρούνται διαφορές στον τρόπο αναχώρησής τους από αυτήν. Συγκεκριμένα, το 29,5% των ερωτηθέντων χρησιμοποιεί ένα μόνο μέσο για την μετακίνησή του προς την Πολυτεχνειούπολη με επικρατέστερη επιλογή το Ι.Χ. αυτοκίνητο σε ποσοστό 14,1%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για μετακίνηση από την Πολυτεχνειούπολη μειώνεται σε 26,7% με τους χρήστες να στρέφονται στην επιλογή συνδυασμού μέσων. Από τους συνδυασμούς μέσων που πραγματοποιούνται οι επικρατέστεροι αφορούν σε συνδυασμό των εξής: Λεωφορείο-Μέσο σταθερής τροχιάς-Περπάτημα (προς/από Ε.Μ.Π.), Λεωφορείο-Μέσο σταθερής τροχιάς-Carpooling (προς/από Ε.Μ.Π.) και Λεωφορείο-Μέσο σταθερής τροχιάς-Μισθωμένο πούλμαν Ε.Μ.Π. (προς Ε.Μ.Π.).

Κατά μέσο όρο η διάρκεια μετακίνησης προς και από το Ε.Μ.Π. διαμορφώνεται σε 50-60 λεπτά, ενώ δεν πρέπει να παραβλεφθεί ότι κατά την επιστροφή ένα ποσοστό της τάξεως 5,5% πραγματοποιεί μετακίνηση μεγαλύτερη της 1,5 ώρας. Αναφορικά με τον βαθμό ικανοποίησης από τον τρόπο μετακίνησης γύρω στο 35% εμφανίζεται σε μικρό βαθμό έως αρκετό ικανοποιημένο, με το υπόλοιπο ποσοστό να ισομοιράζεται ανάμεσα σε πολύ και καθόλου. Από τα στοιχεία που συνελέγησαν παρατηρείται ότι η διάρκεια μετακίνησης όσων δηλώνουν απόλυτα ικανοποιημένοι ανέρχεται κατά μέγιστο σε 40 λεπτά, ενώ όσοι δηλώνουν απόλυτα δυσαρεστημένοι χρειάζονται κατ' ελάχιστο 50 λεπτά για τον εξεταζόμενο προορισμό.

Σε ό,τι αφορά στην ιδέα εφαρμογής του προγράμματος carpooling, οι απαντήσεις θέτουν στο επίκεντρο θέματα συνεννόησης και ευελιξίας σε ποσοστό 34,8% και 31,8% αντιστοίχως. Θέματα ασφάλειας αξιολογούνται επίσης από τους χρήστες ως σημαντικά σε ποσοστό 27,3%, ενώ το 20% προτιμά να μετακινείται χωρίς συνεπιβάτες. Έμφαση θα πρέπει να δοθεί και στο ελαφρώς χαμηλότερο 17% που δηλώνει μη ενήμερο για τέτοιου είδους πρωτοβουλίες. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τους έως τώρα αποτρεπτικούς παράγοντες μετακίνησης μέσω carpooling, βλέπουμε ότι η ενίσχυση του προγράμματος μέσω μιας διαδικτυακής εφαρμογής που θα παρέχει τη δυνατότητα εξακρίβωσης της ταυτότητας του χρήστη και επιλογής του ή μη ταυτόχρονα, θα γινόταν αποδεκτή σε τακτική βάση από 5% μόλις των ερωτηθέντων, ενώ πιο περιστασιακά θα επέλεγε το carpooling το 27-65%.



Σχήμα 2: Ποσοστιαία κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση «Ποιοι είναι οι λόγοι που σας αποτρέπουν από την χρήση του carpooling για τις μετακινήσεις σας προς/από την Πολυτεχνειούπολη»

2.4 Μεθοδολογία ανάλυσης

Για την 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 (Ben Akiva and Lerman, 1985).

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 Ι.Χ., επιλογή Μ.Μ.Μ., 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 :

$$(1+eU)*P = eU \Leftrightarrow (1+ e-U)*P = 1 \Leftrightarrow e-U = (1-P)/P \Leftrightarrow eU = P/(1-P) \Leftrightarrow$$

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

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 βί 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 πρόσημων 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 βί μονάδες.

3. Αποτελέσματα

Με χρήση της Λογιστικής Παλινδρόμησης κατασκευάστηκαν δύο πρότυπα πρόβλεψης προς την κατεύθυνση βελτίωσης της βιώσιμης κινητικότητας στην Πολυτεχνειούπολη. Το πρώτο πρότυπο αφορά στη διερεύνηση αποδοχής της ψηφιακής λειτουργίας ενός προγράμματος carpooling και περιέχει ως ανεξάρτητες μεταβλητές τον χρόνο μετακίνησης, την κατοχή διπλώματος οδήγησης, την κατοχή έξυπνης συσκευής τηλεφώνου, την παρεχόμενη ασφάλεια και δυνατότητα ευελιξίας, τη δυσκολία συνεννόησης, καθώς και τον βαθμό ικανοποίησης από τον υφιστάμενο τρόπο μετακίνησης. Η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει δύο τιμές: 1, όταν ο χρήστης αποδέχεται τη συμμετοχή του στο πρόγραμμα και 0, όταν δεν την αποδέχεται.

Το δεύτερο πρότυπο εξετάζει τη διάθεση αλλαγής μέσου και συγκεκριμένα την αντικατάσταση του Ι.Χ. αυτοκινήτου από ηπιότερες μορφές μετακίνησης, όπως τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές υπεισέρχονται συγκεκριμένα χαρακτηριστικά μετακίνησης: το κόστος μετακίνησης, η αξιοπιστία του μέσου μετακίνησης και η άνεση, καθώς επίσης η αδυναμία εξυπηρέτησης από Μ.Μ.Μ. και η ηλικία του μετακινούμενου. Και εδώ η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει δύο τιμές: 1 όταν ο χρήστης είναι θετικός στο να στραφεί από το Ι.Χ. αυτοκίνητο στα Μ.Μ.Μ και 0 όταν είναι αντίθετος.

3.1 Αποτελέσματα Μοντέλου

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα αποτελέσματα των τελικών μοντέλων.

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων ανάλυσης προτύπων

Εξαρτημένη		Ανεξάρτητη μεταβλητή		Επιρροή	B	Std. Error	Sig.
Αποδοχή ηλεκτρονικής εφαρμογής υποστήριξης και επέκτασης του carpooling	Y1	Βαθμός ικανοποίησης υφιστάμενου τρόπου μετακίνησης	A14Q1	-	-0,341	0,289	0,017
		Χρόνος μετακίνησης	C6Q2	-	-3,533	0,594	0
		Ασφάλεια	C6Q4	+	1,32	0,198	0
		Δυνατότητα ευελιξίας	C6Q5	+	0,831	0,207	0
		Δυσκολία συνεννόησης	C6Q8	+	0,825	0,283	0,004
		Κατοχή διπλώματος οδήγησης	D11Q	-	-0,662	0,419	0,006
		Κατοχή smartphone	D12Q	+	0,599	0,286	0,036
Αλλαγή μέσου: IX → MMM	Y2	Κόστος μετακίνησης	A11Q	+	0,005	0,002	0,039
		Αξιοπιστία μέσου	B4Q	-	-1,071	0,881	0,025
		Άνεση	B8Q	-	-1,116	0,815	0,036
		Κακή εξυπηρέτηση περιοχής από MMM	A5Q7	-	-0,741	0,412	0,072
		Ηλικία	D2Q	+	0,795	1,111	0,05

Σύμφωνα με το εξαγόμενο πρότυπο θετικά στην αποδοχή του carpooling φαίνεται να επηρεάζουν οι εξής μεταβλητές: η χρήση smartphone από τον μετακινούμενο, η εξασφάλιση γρήγορης και ασφαλούς συνεννόησης μέσω της ψηφιακής υποστήριξης του προγράμματος καθώς και η παροχή ευελιξίας στον χρήστη. Εξίσου σημαντικές προκύπτουν και οι τρεις τελευταίες μεταβλητές που αφορούν στα χαρακτηριστικά της εφαρμογής. Ιδιαίτερα σημαντικός είναι και ο χρόνος μετακίνησης ως παράμετρος επιλογής. Αύξηση του χρόνου μετακίνησης μέσω του carpooling συνεπάγεται χαμηλή αποδοχή του προγράμματος και αντιστρόφως. Επιπλέον, αρνητικά στην αποδοχή ενός ηλεκτρονικά υποστηριζόμενου προγράμματος φαίνεται να επιδρούν η μη κατοχή διπλώματος οδήγησης (επιθυμία χρηστών να συμμετέχουν στο πρόγραμμα περισσότερο ως οδηγοί, παρά ως συνεπιβάτες) και ο μέγιστος βαθμός ικανοποίησης από τον υφιστάμενο τρόπο μετακίνησης.

Όσον αφορά το δεύτερο πρότυπο, προκύπτει ως η πιο σημαντική για την επιλογή της εξεταζόμενης αλλαγής μέσου η παράμετρος της αξιοπιστίας, ενώ η άνεση ως η δεύτερη πιο σημαντική. Παρατηρείται πως και οι δύο μεταβλητές έχουν αρνητική επιρροή, που σημαίνει ότι όσοι θεωρούν την αξιοπιστία των M.M.M. και την άνεση ως βασικό παράγοντα για τις μετακινήσεις τους είναι λιγότερο πιθανό να μεταβούν σε αυτήν την επιλογή. Προς την ίδια κατεύθυνση φαίνεται να επηρεάζει και η μη καλή εξυπηρέτηση μιας περιοχής από τις δημόσιες συγκοινωνίες. Θετική επιρροή φαίνεται να έχουν η ηλικία και το κόστος μετακίνησης. Εάν το κόστος μετακίνησης με I.X. είναι μεγάλο, αυξάνεται και η πιθανότητα επιλογής των M.M.M., ενώ φαίνεται πως άτομα ηλικίας 35-45 ετών είναι περισσότερο δεκτικοί προς αυτήν την αλλαγή, κάτι που θα αναμένετο από άτομα 18-25 ετών.

4. Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της διάθεσης των μετακινούμενων προς και από την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου για αλλαγή μέσου προς την κατεύθυνση της βιώσιμης κινητικότητας. Σε αυτό το πλαίσιο, πραγματοποιήθηκε έρευνα ηλεκτρονικά και επιτόπια μέσω ερωτηματολογίου αποκλειστικά από μέλη της Πολυτεχνειακής κοινότητας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η αποδοχή ή μη ενός συγκοινωνιακού μέτρου ερμηνεύεται από κάθε άνθρωπο βάσει του αν βελτιστοποιεί ή όχι τη μετακίνησή του, είτε αυτό αφορά τακτικές μετακινήσεις είτε περιστασιακές. Η υλοποίηση ενός οργανωμένου, ηλεκτρονικά υποστηριζόμενου προγράμματος carpooling, που θα επιτρέπει την επιλογή του οδηγού/συνεπιβάτη και του κόστους μετακίνησης, συνίσταται στη διασφάλιση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του, ενώ καλείται να λάβει υπ' όψιν την παράμετρο του πώς αισθάνεται ο χρήστης. Πέραν των ανεξάρτητων μεταβλητών του Πίνακα 1, στην περιγραφή της αποδοχής του carpooling θα μπορούσαν να συμμετέχουν μεταβλητές, όπως το κόστος μετακίνησης, η απόσταση μετακίνησης και ο βαθμός διαφοροποίησης των ωρών άφιξης/αναχώρησης προς/από την Πολυτεχνειούπολη αντίστοιχα. Όσον αφορά το ενδεχόμενο επιλογής των M.M.M. αντί του ήδη χρησιμοποιούμενου I.X., παράγοντες όπως το κόστος μετακίνησης, η αξιοπιστία του μέσου και η άνεση αναδεικνύονται ως σημαντικοί σε συνδυασμό με την ηλικία και την κακή εξυπηρέτηση μιας περιοχής από γραμμές του συγκοινωνιακού δικτύου. Παρ' όλα αυτά δεν επαρκούν για τη σαφή πρόβλεψη της πιθανότητας αλλαγής μέσου, καθώς καίριες

μεταβλητές, όπως η διάρκεια μετακίνησης και η καλή συχνότητα των δρομολογίων, δεν συμπεριλαμβάνονται στο πρότυπο.

Συμπερασματικά, αναφορικά και με τα δύο πρότυπα που εξετάστηκαν γίνεται αντιληπτό ότι δεν παρουσιάζουν ικανοποιητική ακρίβεια. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από την επιλογή εφαρμογής της λογιστικής παλινδρόμησης, που δεν αποτελεί τη βέλτιστη μέθοδο ανάλυσης, μη καταδεικνύοντας ως σημαντικές κρίσιμες παραμέτρους του φαινομένου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήχθη εστίασαν στη δυνατότητα αλλαγής μέσου προς την επιλογή του carpooling, καθώς και από το I.X. στα M.M.M. Θα είχε ενδιαφέρον να προσδιοριστεί η διάθεση αλλαγής και προς άλλα μέσα, όπως το ποδήλατο και η πεζή μετακίνηση, συνδυαστικά με συμπεράσματα για τα κίνητρα επιλογής. Κάτι τέτοιο θα ήταν εφικτό με τη διεξαγωγή μιας νέας έρευνας ερωτηματολογίου, στην οποία μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένα σενάρια θα προσδιοριστεί αναλυτικότερα το μοτίβο επιλογής του χρήστη.

Συνολικά, οι ερευνητικές ανάγκες θα μπορούσαν να κατανεμηθούν στους ακόλουθους τομείς: Συμπεριφορά και νοοτροπία: π.χ. ποιες είναι οι πραγματικές επιδράσεις της διαχείρισης ζήτησης και της πληροφόρησης στις επιλογές μετακίνησης, θα μπορούσαν να βρεθούν πιο ευαίσθητοι τρόποι ανάλυσης από τον διαχωρισμό των ανθρώπων σε «επιβάτες», «οδηγούς» κλπ, ποιοι είναι εκείνοι οι παράγοντες που κάνουν τους διάφορους τρόπους μετακίνησης πιο ευχάριστους, τεχνολογικές εξελίξεις, νέες τάσεις και αλληλεπιδράσεις χρήσεων γης - μεταφορών.

5. Βιβλιογραφία

- Ben-Akiva, M., Lerman, S. (1985), *Discrete Choice Analysis*, The MIT Press, Massachusetts
- Bicikova K. (2014). *Understanding Student Travel Behavior: A Segmentation Analysis of British University Students*. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, Volume 31, Issue 7.
- Gonzalo-Orden, H., Rojo, M., Velasco, L., Linares, A. (2012). *Mobility surveys and sustainable policies in universities*, *Proceedings of the ICE - Municipal Engineer*, 165, 4, pp 219 –229.
- Kaufman, S. (2002). *Why people (don't) carpool and change for the better*. *Second International Conference on Sustainable Campuses*, Melbourne, Australia.
- Krueger, T., Murray, G. (2008). *Transit Systems in College and University Communities*. *Transit Cooperative Research Program (TCRP) Synthesis 78*, Transportation Research Board, Washington.
- Lavery, T., Páez, A., Kanaroglou, P. (2013). *Driving out of choices: An investigation of transport modality in a university sample*, *Transportation Research Part A*, 57, pp 37–46.
- Miller, J. (2001). *Transportation on College and University Campuses*. *Transit Cooperative Research Program Synthesis 39*, Transportation Research Board
- Miralles-Guasch, C., Domene, E. (2010). *Sustainable transport challenges in a suburban university: The case of the Autonomous University of Barcelona*. *Transport Policy* 17 (2010), pp. 454-463.
- Shannon, T., Giles-Corti, B., Pikora, T., Bulsara, M., Shilton, T., Bull, F. (2006). *Active commuting in a university setting: assessing commuting habits and potential for modal change*, *Transport Policy* 13, pp 240–253.
- Volosin S. (2014). *A Study of University Student Travel Behavior*, PhD Dissertation, Arizona State University
- Wefering, F., Rupprecht, S., Bührmann, S., Böhler-Baedeker, S. (2014). *Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*. *European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans*, European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport.

Zhou, J. (2012). Sustainable commute in a car-dominant city: factors affecting alternative mode choices among university students, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46, pp 1013-1029.

Παπαδοπούλου, Π., Μίκικη, Παναγιωτόπουλος, Ε. (2015). Βιώσιμη Σπουδαστική Κινητικότητα στην πόλη των Σερρών. 7^ο Διεθνές Συνέδριο για την Έρευνα των Μεταφορών