



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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**ΔΙΑΚΡΙΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΣΟΥ
ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΦΟΙΤΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ
ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Μ. ΚΑΡΛΑΥΤΗΣ, Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ

ΑΓΑΜΠΑΤΙΑΝ ΡΑΖΜΙΚ

ΚΑΜΠΙΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2008

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους προσφέρθηκαν να μας βοηθήσουν στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστούμε:

Τον κ. Ματθαίο Καρλαύτη, Επίκουρο Καθηγητή του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π., για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, για την εποπτεία και την επίβλεψή της. Η συνεργασία μαζί του θα αποτελέσει πολύτιμη εμπειρία για την περαιτέρω πορεία μας.

Τους κ.κ. Αντώνιο Σταθόπουλο και Δημήτριο Τσαμπούλα, Καθηγητές του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π.

Επίσης ευχαριστούμε:

Τον κ. Κωσταντίνο Κεπατσόγλου, Υποψήφιο Διδάκτορα του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π.

Οι μελέτες, η συνδρομή τους και οι συμβουλές που μας παρείχαν, αποτέλεσαν σημαντική βοήθεια για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μας εργασίας.

ΣΥΝΟΨΗ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΔΙΑΚΡΙΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ

ΕΚΠΟΝΗΣΗ: Ρ. ΑΓΑΜΠΙΑΤΙΑΝ, Ι. ΚΑΜΠΙΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Μ. ΚΑΡΛΑΥΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των παραμέτρων και χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την επιλογή μεταφορικού μέσου από τους φοιτητές του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Για την επίτευξη του στόχου διενεργήθηκε Έρευνα Αποκαλυπτόμενης Προτίμησης μέσω χρήσης κατάλληλα διαμορφωμένων ερωτηματολογίων. Συλλέχθηκε αντιπροσωπευτικό δείγμα περισσότερων από 1150 μετακινούμενων με βάση τις αρχές της τυχαίας δειγματοληψίας. Γνωρίζοντας τις περιοχές αφετηρίας και χρησιμοποιώντας το MapInfo μετρήθηκαν οι αποστάσεις, βάσει των οποίων έγινε διάκριση των προτύπων σε Δίτιμο Λογιστικό Πρότυπο και σε Πολυωνυμικό Λογιστικό Πρότυπο. Τελικώς αναπτύχθηκε και υπολογίσθηκε μόνο το δίτιμο πρότυπο, χρησιμοποιώντας το Limdep, με βάση τα στοιχεία αυτής της έρευνας. Τα αποτελέσματα καθορίζουν τις βασικές παραμέτρους της μεταφορικής κίνησης των φοιτητών καθώς και τις βαρύτητές τους. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων καταδεικνύει ότι: 0,25 μονάδες αύξηση της διαθεσιμότητας IX αυξάνει την πιθανότητα επιλογής IX κατά 37,8% για το δίτιμο πρότυπο. Επίσης 1% αύξηση του συνολικού χρόνου μετακίνησης με IX επιφέρει τη μεγαλύτερη μεταβολή (ευαισθησία) κατά -2,62% της πιθανότητας χρήσης MMM στο δίτιμο πρότυπο. Τέλος προκύπτει ότι 1€ αύξηση του κόστους μετακίνησης του IX επιφέρει μείωση στην πιθανότητα επιλογής του IX κατά 24,1%.

Λέξεις κλειδιά: Φοιτητές/τριες, Τυχαία Δειγματοληψία, Πολυτεχνείο, Πρότυπο Επιλογής Μέσου

ABSTRACT

THESIS SUBJECT: DISCRETE TRANSPORT MODE MODELS OF STUDENTS' CHOICES TRAVELLING TO THE NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

BY: R. AGAMPATIAN, I. KAMPITIS

SUPERVISOR: M. KARLAFTIS

The present diploma thesis deals with determining the factors and the characteristics affecting Students' (National Technical University of Athens) transport mode choice. To achieve this, a Revealed Preference Survey was carried out using properly structured questionnaire. A comprehensive dataset from more than 1150 commuters was collected based on the principles of random sampling. The distances were measured using the information concerning the commuters' district and the MapInfo. The above information was used to classify the models into the Binary Logit model and the Multinomial Logit model. Eventually a solely Binary model was developed and estimated via the program Limdep, using the data derived from the research. The results determine the key factors of the students' commuting, as well as the respective elasticities. The results' analysis points out that an increase of 0,25 units in the auto possession index increases the probability of auto choice by 37,8%, as far as the binary model is concerned. At the same time an increase of 1% in the total travel time by car brings about the highest shift by -2,62% in the public transport choice probability. Finally, it is observed a vast decrease (24,1%) of the car choice probability when the car choice cost increases by 1€.

Key words: student, random sampling, Technical University, mode choice model.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία, που εκπονείται κατά τη διάρκεια του 10ου εξαμήνου, έχει στόχο τη διερεύνηση των ιδιαίτερων παραμέτρων και χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την επιλογή μεταφορικού μέσου από τους φοιτητές/τριες του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κατά την μετακίνησή τους προς την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Στόχος της είναι η διαμόρφωση ενός Πολυωνυμικού Λογαριθμικού Προτύπου προκειμένου να καθοριστούν οι βασικές παράμετροι της μεταφορικής κίνησης των φοιτητών/τριών και οι βαρύτητές τους.

Αρχικά έγινε έρευνα πεδίου της περιοχής μελέτης της Πολυτεχνειούπολης (όπως πύλες εισόδου, χώροι στάθμευσης, ποδηλατόδρομοι κ.ά.). Στο κεφάλαιο “**Εισαγωγή**” δόθηκαν με σαφήνεια τα βασικά χωροταξικά χαρακτηριστικά της περιοχής-μελέτης, όσο και τα βασικά χαρακτηριστικά των μετακινούμενων προς αυτήν (π.χ. πολλές περίοδοι αιχμής). Επιπλέον στην εισαγωγή διατυπώθηκαν τα 4 βήματα της προσομοίωσης, ένα από τα οποία είναι η επιλογή μέσου και συζητήθηκε σε γενικές γραμμές η αναγκαιότητα της προτυποποίησης της επιλογής μέσου κάνοντας χρήση εξατομικευμένης ανάλυσης.

Στο κεφάλαιο “**Βιβλιογραφική Ανασκόπηση**” περιγράφονται: η ιστορική εξέλιξη των μοντέλων στοχαστικής χρησιμότητας και των μοντέλων επιλογής μέσου, καθώς και παρόμοιες έρευνες από την διεθνή βιβλιογραφία. Αξιοσημείωτη ήταν η έρευνα του 1983 στο M.I.T. στην οποία συμμετείχε ο Καθηγητής κ. Δ.Τσαμπούλας, ενώ αναφέρονται και πρόσφατες έρευνες που αφορούν μετακινήσεις φοιτητών/τριών προς πανεπιστημιακά campus (Πανεπιστήμιο Texas, Tennessee Technological University κ.ά.)

Ομάδα συγκοινωνιολόγων φοιτητών του ΕΜΠ, σε στενή συνεργασία με τους καθηγητές, που ανέλαβε τη διεξαγωγή της έρευνας προσδιόρισε το μέγεθος του δείγματος και τη χρονική και χωρική κατανομή του. Τα ερωτηματολόγια δομήθηκαν με βάση τις αρχές δόμησης που περιγράφονται στο κεφάλαιο “**Βάση Δεδομένων**” και συλλέχθηκαν με βάση την πολυδιάστατη στρωματοποιημένη δειγματοληψία. Η συμπλήρωση των 1150

ερωτηματολογίων (βλέπε Παράρτημα) έγινε σε επιλεγμένα σημεία, όπως αίθουσες διδασκαλίας, γραμματεία και συμβούλια καθηγητών, αφού πρώτα έγινε στα φυσικά πρόσωπα αναλυτική παρουσίαση του στόχου της έρευνας. Ακολούθησε η κωδικοποίηση των απαντήσεων, που δόθηκαν σε μια σειρά ερωτήσεων, και η κατάχωρησή τους σε φύλλο Excel. Με χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS έγινε περιγραφική ανάλυση των στοιχείων που οδήγησε στα πρώτα συμπεράσματα (διαθεσιμότητα ΙΧ, μέσοι χρόνοι μετακίνησης, λόγοι επιλογής μέσου, μετεπιβιβάσεις κλπ.) για τα χαρακτηριστικά της μετακίνησης που ερευνήθηκε.

Στο κεφάλαιο “**Μεθοδολογία**” ερευνήθηκε σε βάθος το επιστημονικό υπόβαθρο της διπλωματικής εργασίας. Οι κανόνες της ανάλυσης των διακριτών επιλογών, η θεωρία της στοχαστικής χρησιμότητας και η εξατομικευμένη ανάλυση είναι οι βασικοί θεωρητικοί πυλώνες αυτής της έρευνας. Περιγράφεται δε αναλυτικώς η μεθοδολογία προτύπων με ποιοτικές εξαρτημένες μεταβλητές (LPM, Logit, Probit, Nested logit) και προτείνεται σε διάγραμμα ροής η διαδικασία ανάπτυξης των μοντέλων που πρέπει να ακολουθείται προκειμένου να γίνονται οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι. Στο κεφάλαιο αυτό οι έλεγχοι περιγράφονται αναλυτικώς. Επιπλέον δίνονται οι τύποι των ελαστικοτήτων (own και cross) και ο τρόπος που ερμηνεύονται τα αποτελέσματα αυτών.

Στο κεφάλαιο “**Στατιστική Ανάλυση και Επεξεργασία**” τέθηκαν σε εφαρμογή οι απαραίτητες ιδιότητες που πρέπει να έχει το σύνολο εναλλακτικών επιλογών. Με βάση την περιοχή αφετηρίας, τη διαθεσιμότητα ΙΧ και την κατοχή διπλώματος οδήγησης διερευνήθηκε η προτίμηση για δυο μόνο κατηγορίες μετακινούμενων (γέννηση μετακινήσεων από μακρινές ή κοντινές περιοχές της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου). Αρχικά υπολογίστηκαν οι αποστάσεις από τα κεντροειδή των περιοχών με χρήση του προγράμματος Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών MapInfo. Κατόπιν υπολογίστηκαν τα κόστη μετακίνησης με MMM και ΙΧ. Συγκεκριμένα τα κόστη MMM υπολογίστηκαν με βάση τις ισχύουσες τιμές των εισιτηρίων και των καρτών απεριορίστων διαδρομών. Παράλληλα, υπολογίστηκαν και το κόστος του ΙΧ ανά χιλιόμετρο. Τελικά κριτήρια για την κατηγοριοποίηση αποτέλεσαν η μέγιστη απόσταση που βρέθηκε ότι βαδίζουν 3,5 χλμ, η διαθεσιμότητα ΙΧ (>0) και η κατοχή διπλώματος

οδήγησης. Η μία κατηγορία μετακινούμενων διέθετε τη δυνατότητα πεζής μετακίνησης, με ΙΧ και ΜΜΜ, ενώ η άλλη κατηγορία διέθετε τη δυνατότητα με ΙΧ και ΜΜΜ διότι διέμεναν σε απόσταση μεγαλύτερη των 3,5 χλμ. Χωρίστηκε το σύνολο των δεδομένων (data set) σε δυο υποσύνολα, το ένα για αποστάσεις μεγαλύτερες των 3,5 km και το άλλο για μικρότερες. Υπολογίστηκαν επίσης ο χρόνος και το κόστος μετακίνησης για τα μη επιλεχθέντα μέσα. Τελικά προέκυψε η δομή ενός Δίτιμου Λογιστικού Προτύπου και έγιναν οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι. Αντίθετα ο καθορισμός του Πολυωνυμικού Λογιστικού Προτύπου που θα αναφερόταν στις κοντινές περιοχές δεν έγινε εφικτός λόγω μικρής στατιστικής σημαντικότητας των περισσοτέρων μεταβλητών που θα λαμβάνονταν υπόψη και ενδεχομένως λόγω ελλειπών στοιχείων/παραμέτρων.

Τέλος στο κεφάλαιο “**Συμπεράσματα**” προέκυψαν τα εξής:

- Το δίτιμο λογιστικό πρότυπο επιλογής μέσου που αναπτύχθηκε προσαρμόστηκε στα δεδομένα κατά 46,35%.
- Το ΙΧ αυτοκίνητο είναι το προτιμότερο μέσο μετακίνησης σε σχέση με τα ΜΜΜ για την κατηγορία των μετακινούμενων που είναι άνδρες και ηλικίας άνω των 20 χρόνων, για μέσες τιμές των χαρακτηριστικών μετακίνησης και απόσταση μεγαλύτερη των 3,5 χλμ.

Στατιστικώς σημαντικές μεταβλητές για το **δίτιμο** πρότυπο προέκυψαν οι εξής:

- Συνολικός Χρόνος Μετακίνησης με ΙΧ, Κόστος Μετακίνησης ΙΧ
- Δείκτης ιδιοκτησίας ΙΧ.
- Ηλικία
- Φύλο (σε επίπεδο σημαντικότητας 90%).

Όσον αφορά την επιρροή της ζήτησης των μέσων κατόπιν μεταβολών προέκυψε ότι:

- 0,25 μονάδες αύξηση της διαθεσιμότητας ΙΧ αυξάνουν την πιθανότητα επιλογής ΙΧ κατά 37,8%.
- 1 λεπτό αύξηση του χρόνου μετακίνησης με ΙΧ επιφέρει αύξηση της πιθανότητας επιλογής ΙΧ κατά 4%.
- 1€ αύξηση του κόστους ΙΧ επιφέρει μείωση της πιθανότητας επιλογής ΙΧ κατά 24,1%.

Η ποσοστιαία επίδραση κατόπιν μεταβολών κατά 1% των τιμών των παραμέτρων έδειξε για το δύτιμο πρότυπο τελικά ότι:

- Για 1% αύξηση του συνολικού χρόνου μετακίνησης με ΙΧ επέρχεται η μεγαλύτερη μεταβολή (ευαισθησία) κατά -2,62% της πιθανότητας χρήσης MMM.
- Θετική επίδραση +1,51% στην πιθανότητα χρήσης ΙΧ δύναται να επιφέρει η αύξηση κατά 1% της διαθεσιμότητας ΙΧ.
- Τέλος 1% αύξηση του κόστους μετακίνησης με ΙΧ επιφέρει αρνητική επίδραση στην πιθανότητα επιλογής ΙΧ αυτοκινήτου κατά -1,22%.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	σελ. i
ΣΥΝΟΨΗ	σελ. ii
ABSTRACT	σελ. iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	σελ. iv
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 1
1.1. Σύντομη αναδρομή	σελ. 1
1.2. Η φύση του συγκοινωνιακού προβλήματος και μοντέλα μεταφορών.....	σελ. 2
1.2.1. Εισαγωγή.....	σελ. 2
1.2.2. Βήματα διαδικασίας προσομοίωσης.....	σελ. 4
1.2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μέσου.....	σελ. 5
1.3. Οι αστικές συγκοινωνίες της πρωτεύουσας και το σύστημα μετακινήσεων προς την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.....	σελ. 9
1.3.1. Ιστορική αναδρομή των συγκοινωνιών της πρωτεύουσας.....	σελ. 9
1.3.2. Το σύστημα μετακινήσεων προς την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου...σελ.	10
1.4. Στόχος της διπλωματικής εργασίας.....	σελ. 15
1.5. Δομή της εργασίας.....	σελ. 16
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	σελ. 18
2.1. Ιστορική εξέλιξη των μοντέλων επιλογής μέσου.....	σελ. 18
2.2. Αντίστοιχες έρευνες.....	σελ. 24
2.2.1. Διεθνής βιβλιογραφία.....	σελ. 24
2.2.2. Ελληνική βιβλιογραφία.....	σελ. 38
3. ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	σελ. 40
3.1. Περιγραφή της μεθοδολογίας της έρευνας.....	σελ. 40
3.1.1. Ντετερμινιστικά και πιθανοτικά κριτήρια της αντιληπτής αξίας μετακίνησης.....	σελ. 40
3.1.2. Σύνταξη ερωτηματολογίων.....	σελ. 42
3.1.3. Περιγραφή ερωτηματολογίου.....	σελ. 44
3.1.4. Περιοχή μελέτης.....	σελ. 46
3.1.5. Δειγματοληψία.....	σελ. 47

3.1.6. Έρευνα πεδίου.....	σελ 49
3.2. Ανάλυση των στοιχείων της έρευνας.....	σελ. 52
3.2.1. Χαρακτηριστικά έρευνας.....	σελ. 52
3.2.2. Χαρακτηριστικά δείγματος μετακινούμενων προς Πολυτεχνειούπολη.....	σελ. 53
3.2.3. Χαρακτηριστικά μετακίνησης προς Πολυτεχνειούπολη.....	σελ. 62
3.2.4. Λόγοι επιλογής μέσου μετακίνησης και λόγοι μη επιλογής MMM.....	σελ. 72
3.2.5. Χρόνοι μετακίνησης.....	σελ. 86
3.2.6. Συμπεράσματα.....	σελ. 103
3.3. Μεθοδολογία.....	σελ. 107
3.3.1. Εισαγωγή.....	σελ. 107
3.3.2. Πρότυπα επιλογής μέσου και ανάλυση διακριτών επιλογών.....	σελ. 108
3.3.3. Αθροιστικά και εξατομικευμένα πρότυπα επιλογής.....	σελ. 109
3.3.4. Κανόνας λήψης αποφάσεων και χαρακτηριστικά συνόλου εναλλακτικών επιλογών.....	σελ. 111
3.3.5. Θεωρία στοχαστικής χρησιμότητας.....	σελ. 113
3.3.6 Μεθοδολογία προτύπων με ποιοτικές εξαρτημένες μεταβλητές.....	σελ. 118
3.3.6.1. Γενικά.....	σελ. 118
3.3.6.2. Γραμμικό πιθανοτικό μοντέλο (LPM).....	σελ. 119
3.3.6.3. Η σιγμοειδής καμπύλη των μοντέλων Logit και Probit.....	σελ. 122
3.3.6.4. Δυαδικό μοντέλο Logit.....	σελ. 123
3.3.7. Πολυωνυμικό μοντέλο Logit.....	σελ. 126
3.3.7.1. Γενική διατύπωση.....	σελ. 126
3.3.7.2. Η ανεξαρτησία των μη σχετικών επιλογών (IIA).....	σελ. 127
3.3.7.3. Ελαστικότητες των μοντέλων MNL.....	σελ. 131
3.3.7.4. Ερμηνεία συντελεστών του μοντέλου MNL.....	σελ. 132
3.3.8. Το ιεραρχικό μοντέλο Logit (Nested Logit).....	σελ. 134
3.3.9. Το μοντέλο Probit.....	σελ. 137
3.3.10. Προσέγγιση της διαδικασίας ανάπτυξης των Logit, Probit και Nested logit μοντέλων.....	σελ. 139
3.3.11. Στατιστικοί έλεγχοι – Βασικές στατιστικές έννοιες.....	σελ. 143

3.3.12. Σημασία της διαδικασίας επικύρωσης του μοντέλου και επαγωγική στατιστική.....σελ.	154
3.3.13. Τεκμηρίωση και Εφαρμογή Προτύπου.....σελ.	155
4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....σελ.	157
4.1. Υπολογισμός απαραίτητων στοιχείων για την δομή του προτύπου.....σελ.	157
4.1.1 Υπολογισμός κόστους για MMM και IX.....σελ.	157
4.1.2 Υπολογισμός του κόστους και του χρόνου μετακίνησης για τα μη επιλεχθέντα μεταφορικά μέσα.....σελ.	162
4.1.3 Υπολογισμός του χρόνου πεζής μετακίνησης από χώρο τελευταίας αποβίβασης μέχρι τον τελικό προορισμό για τα μη επιλεχθέντα μεταφορικά μέσα.....σελ.	163
4.2. Δομή του προτύπου.....σελ.	164
4.3. Ανάπτυξη του Δύτιμου (MMM, IX) Λογιστικού Προτύπου (>3,5 km).....σελ.	177
4.4. Ανάπτυξη του Πολυωνυμικού Λογιστικού Προτύπου(>3,5km).....σελ.	181
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ.	184
5.1. Συμπεράσματα από το Δύτιμο Πρότυπο επιλογής μέσου μετακίνησης.....σελ.	184
5.2. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....σελ.	189
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.	190
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΣΟΥ.....σελ.	193
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΑΦΕΤΗΡΙΑΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ.....σελ.	200
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ ΑΝΑ ΤΡΟΠΟ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ.....σελ.	201
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....σελ.	202

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πιν.α. Πρόγραμμα Δειγματοληπτικής Έρευνας.....σελ.	51
Πιν.Ε01: Ποσοστό ερωτηματολογίων που απαντήθηκαν ανά ημέρα.....σελ.	53
Πιν.Ε02: Ποσοστό ερωτηματολογίων ανά χώρο και κτήριο.....σελ.	53
Πιν.Χ01: Σχέση ηλικίας με πλήθος μετακινούμενων.....σελ.	54
Πιν.Χ02: Σχέση πλήθους ΙΧ με πλήθος μετακινούμενων.....σελ.	56
Πιν.Χ03: Σχέση δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ με πλήθος μετακινούμενων.....σελ.	56
Πιν.Χ04: Σχέση διπλώματος οδήγησης με πλήθος μετακινούμενων.....σελ.	57
Πιν.Χ05: Σχέση κατοχής διπλώματος οδήγησης με φύλο.....σελ.	57
Πιν.Χ06: Σχέση ηλικιακών ομάδων με κατοχή διπλώματος οδήγησης.....σελ.	58
Πιν.Χ07: Σχέση σχολών με πλήθος μετακινούμενων.....σελ.	58
Πιν.Χ08: Σχέση εξαμήνου σπουδών με πλήθος μετακινούμενων.....σελ.	60
Πιν.Χ09: Σχέση ιδιότητας με πλήθος μετακινούμενων.....σελ.	60
Πιν.Χ10: Περιοχές προέλευσης μετακινούμενων.....σελ.	61
Πιν.Χ11: Μόνιμες κατοικίες – Προσωρινές κατοικίες.....σελ.	61
Πιν.Μ01: Σχέση ηλικιακών ομάδων με πλήθος μετεπιβιβάσεων.....σελ.	63
Πιν.Μ02: Τελευταίο μέσο μετακινούμενων.....σελ.	65
Πιν.Μ03: Σχέση τελευταίου μέσου και πύλης Πολυτεχνειούπολης.....σελ.	66
Πιν.Μ04: Μετεπιβιβάσεις με τελευταίο μέσο το 242/140.....σελ.	66
Πιν.Μ05: Σχέση τρόπου πληρωμής με πλήθος μετακινούμενων.....σελ.	67
Πιν.Μ06: Σχέση μέσων μεταφοράς με πλήθος μετακινούμενων.....σελ.	67
Πιν.Μ07: Σχέση ΜΜΜ-ΙΧ με ομάδες δεικτών ιδιοκτησίας ΙΧ.....σελ.	68
Πιν.Μ08: Σχέση μέσων μεταφοράς με ηλικιακές ομάδες.....σελ.	69
Πιν.Μ09: Συνδυασμοί μέσων για καμία μετεπιβίβαση.....σελ.	69
Πιν.Μ10: Συνδυασμοί μέσων για μία μετεπιβίβαση.....σελ.	70
Πιν.Μ11: Συνδυασμοί για δύο μετεπιβιβάσεις.....σελ.	71
Πιν.Μ12: Συνδυασμοί για τρεις μετεπιβιβάσεις.....σελ.	72
Πιν.ΛΕ01: Λόγοι επιλογής πρώτου μέσου μετακίνησης.....σελ.	73
Πιν.ΛΕ03: Λόγοι επιλογής δεύτερου μέσου μετακίνησης.....σελ.	74
Πιν.ΛΕ05: Λόγοι επιλογής τρίτου μέσου μετακίνησης.....σελ.	75

Πιν.ΛΕ07: Λόγοι επιλογής τέταρτου μέσου μετακίνησης.....σελ.	76
Πιν.ΛΕ09: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των λόγων επιλογής μέσου.....σελ.	77
Πιν.ΛΕ10: IX – Λόγοι επιλογής.....σελ.	77
Πιν.ΛΕ11: Βάδισμα – Λόγοι επιλογής.....σελ.	78
Πιν.ΛΕ12: Λεωφορείο – Λόγοι επιλογής.....σελ.	78
Πιν.ΛΕ13: Δίκυκλο – Λόγοι επιλογής.....σελ.	79
Πιν.ΛΕ14: Λεωφορείο 1/ Λεωφορείο 2 – Λόγοι επιλογής.....σελ.	79
Πιν.ΛΕ15: Μετρό/Λεωφορείο – Λόγοι επιλογής.....σελ.	80
Πιν.ΛΕ16: Λεωφορείο 1/Μετρό/Λεωφορείο 2 – Λόγοι επιλογής.....σελ.	81
Πιν.ΛΕ17: ΗΣΑΠ/Μετρό/Λεωφορείο – Λόγοι επιλογής.....σελ.	81
Πιν.ΛΕ18: Λεωφορείο 1/Μετρό 1/Μετρό 2/Λεωφορείο 2 – Λόγοι επιλογής.....σελ.	82
Πιν.ΛΕ19: Λεωφορείο 1/ΗΣΑΠ/Μετρό/Λεωφορείο 2 – Λόγοι επιλογής.....σελ.	83
Πιν.ΛΕ20: Μοναδικό μέσο – Τάση λόγων επιλογής.....σελ.	84
Πιν. ΛΕ21: Μία μετεπιβίβαση – Τάση λόγων επιλογής.....σελ.	84
Πιν.ΛΕ22: Δύο Μετεπιβάσεις – Τάση λόγων επιλογής.....σελ.	85
Πιν.ΛΕ23: Τρεις μετεπιβιβάσεις – Τάση λόγων επιλογής.....σελ.	85
Πιν.ΛΕ24: Λόγοι μη επιλογής MMM.....σελ.	85
Πιν.XM01: Σχέση χρόνων μετακίνησης με MMM & IX.....σελ.	87
Πιν.XM02: Σχέση χρόνων μετακίνησης με μέσα μετακίνησης.....σελ.	88
Πιν.XM03: Σχέση χρόνων μετακίνησης με πλήθος μετεπιβιβάσεων.....σελ.	94
Πιν.XM04: Σχέση χρόνων μετακίνησης με φύλο.....σελ.	94
Πιν.XM05: Σχέση χρόνου μετακίνησης με κατοχή διπλώματος οδήγησης.....σελ.	95
Πιν.XM06: Σχέση χρόνων μετακίνησης με δείκτη ιδιοκτησίας IX.....σελ.	95
Πιν.XM07: Σχέση χρόνων μετακίνησης με ηλικιακές ομάδες.....σελ.	96
Πιν.XM08: Σχέση περιοχών με χρόνους μετακίνησης.....σελ.	98
Πιν.XM09: Σχέση περιοχών με μέσο μετακίνησης.....σελ.	98
Πιν.XM10: Σχέση περιοχών με πύλη Πολυτεχνειούπολης.....σελ.	100
Πιν.XM11: Σχέση περιοχών με πλήθος μετεπιβιβάσεων.....σελ.	100
Πιν.XM12: Χρόνοι μετακίνησης λεωφορείων 242/140.....σελ.	103
Πιν.β. Υπολογισμός κόστους MMM.....σελ.	158
Πιν. ΠΚ1: Μετακινούμενοι κοντινών περιοχών.....σελ.	167

Πιν. ΠΚ2: Φύλο μετακινούμενων κοντινών περιοχών.....σελ.	167
Πιν. ΠΚ3: Ηλικία μετακινούμενων κοντινών περιοχών.....σελ.	168
Πιν. ΠΚ4: Μετεπιβιβάσεις κοντινών περιοχών.....σελ.	168
Πιν. ΠΚ5: Ομάδες δεικτών ιδιοκτησίας κοντινών περιοχών.....σελ.	169
Πιν. ΠΚ6: Καθυστέρηση ως λόγος μη επιλογής MMM - κοντινές περιοχές.....σελ.	169
Πιν. ΠΚ7: Ελλιπής σύνδεση ως λόγος μη επιλογής MMM - κοντινές περιοχές...σελ.	169
Πιν. ΠΚ8: Ταχύτητα ως λόγος επιλογής IX – κοντινές περιοχές.....σελ.	170
Πιν. ΠΚ9: Άνεση ως λόγος επιλογής IX – κοντινές περιοχές.....σελ.	170
Πιν. ΠΚ10: Σχέση μέσου με φύλο – κοντινές περιοχές.....σελ.	171
Πιν. ΠΚ11: Σχέση μέσου με δείκτη ιδιοκτησίας – κοντινές περιοχές.....σελ.	171
Πιν. ΠΜ1: Μετακινούμενοι μακρινών περιοχών.....σελ.	172
Πιν. ΠΜ2: Φύλο μετακινούμενων μακρινών περιοχών.....σελ.	172
Πιν. ΠΜ3: Ηλικία μετακινούμενων μακρινών περιοχών.....σελ.	172
Πιν. ΠΜ4: Μετεπιβιβάσεις μετακινούμενων μακρινών περιοχών.....σελ.	173
Πιν. ΠΜ5: Ομάδες δεικτών ιδιοκτησίας μακρινών περιοχών.....σελ.	173
Πιν. ΠΜ6: Τρόπος πληρωμής MMM – μακρινές περιοχές.....σελ.	174
Πιν. ΠΜ7: Καθυστέρηση ως λόγος μη επιλογής MMM – μακρινές περιοχές.....σελ.	174
Πιν. ΠΜ8: Ελλιπής σύνδεση ως λόγος μη επιλογής MMM - μακρινές περιοχές...σελ.	174
Πιν. ΠΜ9: Ταχύτητα ως λόγος επιλογής IX – μακρινές περιοχές.....σελ.	175
Πιν. ΠΜ10: Άνεση ως λόγος επιλογής IX – μακρινές περιοχές.....σελ.	175
Πιν. ΠΜ11: Σχέση μέσου με φύλο – μακρινές περιοχές.....σελ.	175
Πιν. ΠΜ12: Σχέση μέσου με δείκτη ιδιοκτησίας – μακρινές περιοχές.....σελ.	176
Πιν.ΒΙΝ1: Προσδιορισμός του Δίτιμου πρότυπου	σελ. 178
Πιν.ΒΙΝ2: Ανακεφαλαιωτική Παρουσίαση του Τελικού Δίτιμου	
Προτύπου (απόσταση >3,5 km)	σελ. 184
Πιν.ΒΙΝ3: Επιρροή μεταβολών στη ζήτηση των μέσων – Δίτιμο πρότυπο.....σελ.	187
Πιν.ΒΙΝ4: Ελαστικότητες δίτιμου προτύπου.....σελ.	188

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

EIK.1: Δορυφορική φωτογραφία της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου.....σελ.	11
EIK.2: Φωτογραφία της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου – Λεπτομέρεια.....σελ.	13
EIK.3: Ποδηλατόδρομος αναψυχής της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου....σελ.	14
ΣΧ1: Μέθοδοι τυχαίας δειγματοληψίας.....σελ.	47
Δ.Ε1: Ποσοστό συμπληρωμένων ερωτηματολογίων ανά ώρα της ημέρας.....σελ.	52
Δ.Χ1: Ποσοστό αντρών – γυναικών.....σελ.	54
Δ.Χ2: Ποσοστό μετακινούμενων ανά μέγεθος νοικοκυριού.....σελ.	55
Δ.Χ3: Ποσοστό μετακινούμενων σε σχέση με την χωρική κατηγοριοποίηση.....σελ.	59
Δ.Μ1: Πλήθος μετακινούμενων ανάλογα με το πλήθος των μετεπιβιβάσεων.....σελ.	62
Δ.Μ2: Πλήθος μετακινούμενων ανάλογα με την πύλη εισόδου στην Πολυτεχνειούπολη.....σελ.	64
Δ.Μ3: Χωρική κατηγοριοποίηση σχολών ανάλογα με την πύλη εισόδου στην Πολυτε-χνειούπολη.....σελ.	64
ΣΧ2: Τοπογραφικό λεωφορειακής γραμμής 242.....σελ.	102
ΣΧ3: Μοντελοποίηση προσέγγισης.....σελ.	107
ΣΧ4: Κατανομή πυκνότητας πιθανότητας σφάλματος.....σελ.	117
ΣΧ5: Γραμμικό πιθανοτικό μοντέλο.....σελ.	122
ΣΧ6: Μοντέλο Logit.....σελ.	123
ΣΧ7: Παράδειγμα ΠΑ.....σελ.	130
ΣΧ8: Πιθανότητες εναλλακτικών επιλογών – $1/\sigma_2$σελ.	136
ΣΧ9: Μεθοδολογία προτύπων Logit, Nested logit και Probit.....σελ.	142
ΣΧ10: Παράδειγμα μέγιστης πιθανοφάνειας.....σελ.	145
ΣΧ11: Σχέση $R^2 - \rho^2$σελ.	148
ΣΧ12: Παράδειγμα παρεκτρεπόμενων τιμών.....σελ.	154
Δ.Κ.1: Ποσοστό μετακινούμενων σε σχέση με το κόστος ΙΧ.....σελ.	183
Δ.Κ.2: Ποσοστό μετακινούμενων σε σχέση με το κόστος ΜΜΜ.....σελ.	184α

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σύντομη Αναδρομή

Οι μετακινήσεις και η μεταφορά αγαθών ήταν από την αρχαιότητα βασική ανάγκη του ανθρώπου και ιδιαίτερα με την ανάπτυξη του εμπορίου έγινε απαραίτητη. Αρχικά οι μετακινήσεις γίνονταν μόνο δια ξηράς, στη συνέχεια αναπτύσσονται και οι θαλάσσιες μεταφορές, για να φτάσουμε στις αεροπορικές μετακινήσεις των νεότερων χρόνων της ανθρώπινης ιστορίας.

Οι μετακινήσεις στην ξηρά συγκεκριμένα είχαν μια σταθερή και ομαλή εξέλιξη. Η απλή πεζή μετακίνηση εξελίχθηκε σε μετακίνηση με τη χρήση αλόγων ή άλλων εξημερωμένων ζώων, για να καταλήξει στην εφεύρεση του αυτοκινήτου, η οποία είναι δίχως αμφιβολία ένα γεγονός που έχει επηρεάσει και συνεχίζει να επηρεάζει την καθημερινότητά μας όσο κανένα άλλο. Η ιστορία της εξέλιξης του αυτοκινήτου ξεκινά το 1335, όταν σύμφωνα με ιστορικές πηγές ο Guido da Vigevano οραματίζεται ένα όχημα που θα κινούταν με τη βοήθεια του ανέμου. Πολύ αργότερα στα τέλη του 18^{ου} αιώνα γίνονται προσπάθειες κατασκευής ατμοκίνητων οχημάτων. Η ασφάλεια και τα γενικότερα προτερήματα όμως της μηχανής εσωτερικής καύσης, κυρίως ύστερα από μερικά ατυχή γεγονότα των ατμοκίνητων έδειξαν που έπρεπε να εστιαστούν οι έρευνες του Αυστριακού Siegfried Marcus. Το 1864 τοποθέτησε μια μηχανή εσωτερικής καύσης πάνω σε μια χειράμαξα με αποτέλεσμα να κατασκευάσει το πρώτο βενζινοκίνητο αυτοκίνητο. Η εξέλιξη και η ανάπτυξη που ακολουθεί είναι ραγδαία. Αν και αρχικά αυτοκίνητα είχαν μόνο οι εύποροι, η βιομηχανική επανάσταση σιγά σιγά δίνει τη δυνατότητα απόκτησής τους σε όλο και περισσότερους. Γρήγορα όμως γίνεται φανερό πως, ειδικά στον αστικό χώρο, οι μετακινήσεις χρίζουν οργανωμένης και επιστημονικής αντιμετώπισης.

Ενώ αρχικά τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς απευθύνονταν στα φτωχότερα στρώματα του αστικού πληθυσμού, καταλήγουν να θεωρούνται πλέον βασικός άξονας των αστικών μετακινήσεων είτε ως λύση στο πρόβλημα των δρόμων που ασφυκτιούν από την υπερβολικά αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση, είτε λόγω της μεγαλύτερης ασφάλειας που

προσφέρουν, είτε λόγω των σαφέστατα μειωμένων ρυπογόνων χαρακτηριστικών τους, είτε κυρίως των οικονομικότερων και αποδοτικότερων χαρακτηριστικών τους.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι παράλληλα με την ανάπτυξη των αυτοκινήτων πραγματοποιείται και η ανάπτυξη του σιδηροδρόμου, του οποίου οι απαρχές προηγούνται χρονικά του αυτοκινήτου κατά έναν αιώνα. Συγκεκριμένα το 1764 ο Nicolas Joseph Cugnot κατασκεύασε έναν αυτοκινούμενο κιλλίβαντα πυροβόλου για λογαριασμό του γαλλικού στρατού. Η συνέχεια είναι ραγδαία. Οι συγγενείς και απόγονοι των αρχικών ατμοκίνητων σιδηροδρόμων πρέπει πλέον να αναζητηθούν – εκτός από τον σύγχρονο ηλεκτρικό σιδηρόδρομο που συνδέει υπεραστικά τις πόλεις – στα μέσα σταθερής τροχιάς που δραστηριοποιούνται στο αστικό δίκτυο. Έτσι προκύπτει το σύστημα Μέσων Μαζικής Μεταφοράς των σύγχρονων μεγαλουπόλεων που συνίσταται συνήθως από ένα βασικό δίκτυο μέσων σταθερής τροχιάς και ένα βοηθητικό που αποτελείται γενικά από τα διάφορων τύπων αστικά λεωφορεία.

1.2 Η Φύση του Συγκοινωνιακού Προβλήματος και Μοντέλα Μεταφορών

1.2.1. Εισαγωγή

Μετά την εφεύρεση του αυτοκινήτου από τον άνθρωπο και με την πάροδο του χρόνου ευνόητο ήταν πως η ανάγκη της διαχείρισης των μετακινήσεών του θα τον έφερνε αντιμέτωπο με το συγκοινωνιακό πρόβλημα. Όμως για να γίνει κατανοητή ακριβώς η φύση του προβλήματος πρέπει να δοθεί ένας ορισμός της συγκοινωνίας. Συγκοινωνία ορίζεται η μετακίνηση αγαθών και ανθρώπων σε τρεις διαστάσεις: του χώρου, του χρόνου και της κατάστασης (state). Οι διαστάσεις του χώρου και του χρόνου έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλούς ορισμούς σε αντίθεση με την κατάσταση η οποία αφορά την αξία αγοράς (ή της χρησιμότητας). Ένα αγαθό, εν προκειμένω μια μετακίνηση, μπορεί να έχει άλλη αξία σε ένα χρόνο και μια τοποθεσία και διαφορετική σε άλλο συνδυασμό χωροχρόνου.

Η παραπάνω συλλογιστική σε συνδυασμό με το ότι οι ανθρώπινες αποφάσεις είναι απόρροια ψυχολογικής και ψυχομετρικής διαδικασίας καθιστά αναγκαία την πολυκλαδική προσέγγιση στο πρόβλημα των μεταφορών. Θεμελιώδης διαφορά μεταξύ της οικονομικής και ψυχολογικής προσέγγισης είναι ότι τα οικονομικά κριτήρια του κάθε μεταφερόμενου αποδίδουν ντετερμινιστικές αποφάσεις μεγιστοποίησης της χρησιμότητας των επιλογών του (επιλογή μέσου, επιλογή διαδρομής κ.α.), ενώ η ψυχολογία του ατόμου αποδίδει στοχαστικές επιλογές βασισμένες σε εκτιμώμενη χρησιμότητα. Ο ανθρώπινος παράγοντας στη διαδικασία των μεταφορών καταδεικνύει πόσο ανοιχτός είναι ο τομέας αυτός για έρευνα.

Η κατανόηση της ταξιδιωτικής συμπεριφοράς αποτελεί ενεργό πεδίο έρευνας για τους συγκοινωνιολόγους μηχανικούς εδώ και πέντε δεκαετίες. Το ενδιαφέρον για την εκτίμηση της συμπεριφοράς του μετακινούμενου προκύπτει από την πολυδιάστατη φύση και την πληθώρα των παραγόντων, ενδογενών και εξωγενών, που επιδρούν σ' αυτήν. Όσο περισσότεροι είναι οι μετακινούμενοι και τα μέσα που χρησιμοποιούν, τόσο πολυπλοκότερη γίνεται η εξέταση των παραγόντων που επηρεάζουν την συμπεριφορά τους. Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η διαθεσιμότητα της επιλογής του μέσου παίζει σημαντικό ρόλο στην ταξιδιωτική συμπεριφορά. Αντιστρόφως η αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού της λειτουργίας των μέσων επηρεάζει άμεσα τη ζήτηση που έχει το κάθε μέσο. Ως εκ τούτου είναι πρόδηλη η ανάγκη ανάπτυξης μοντέλων που μπορούν να εκτιμήσουν τη ζήτηση – χρησιμότητα του κάθε μέσου μεταφοράς, αλλά και να φέρουν συνολικό όφελος στον προγραμματισμό σωστής – λειτουργικής χρήσης του συγκοινωνιακού συστήματος.

Η διατύπωση μαθηματικών μεθοδολογιών με τη βοήθεια της Περιγραφικής Στατιστικής συνέβαλε στη συστηματοποίηση των συγκεντρωμένων από απογραφές και μετρήσεις στοιχείων, καθώς και στην αξιολόγηση αυτών σε βήματα σχεδιασμού με σκοπό την προτιμότερη επιλογή των εκάστοτε εναλλακτικών. Η ανάγκη βελτίωσης της μεταφορικής εξυπηρέτησης με σκοπό να μεγιστοποιούνται οι ωφέλειες από τον τρόπο που έχει επιλεγθεί η εκάστοτε μετακίνηση «γέννησε» την μαθηματική προσομοίωση των μεταφορών, καθώς τα μαθηματικά πρότυπα έχουν τη δυνατότητα ποσοτικής ανάλυσης

του φαινομένου των μεταφορών. Με την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών τη δεκαετία του 1950 δεν άργησαν τα πρώτα ικανοποιητικά αποτελέσματα των σχέσεων αλληλεπίδρασης των παραμέτρων της μεταφορικής εξυπηρέτησης σε βαθμό βελτιστοποίησης.

1.2.2. Βήματα διαδικασίας προσομοίωσης

Υπάρχουν τέσσερα βήματα μοντελοποίησης στο γενικό σχεδιασμό των μεταφορών σε επίπεδο πρόβλεψης της ζήτησης των μετακινήσεων.

- 1. Γέννηση μετακινήσεων (trip generation models)**
- 2. Κατανομή μετακινήσεων (trip distribution models)**
- 3. Επιλογή μέσου μεταφοράς (modal split models)**
- 4. Επιλογή διαδρομής (trip assignment)**

Επιστημονική βάση του θέματος που αναπτύσσεται στην παρούσα διπλωματική εργασία είναι τα **εξατομικευμένα πρότυπα επιλογής μέσου μετακίνησης** και ευρύτερα η ανάλυση διακριτών επιλογών. Η περιληπτική αναφορά και επεξήγηση των υπολοίπων βημάτων κρίνεται αναγκαία καθώς τα αποτελέσματά τους επηρεάζουν άμεσα την επιλογή μέσου.

Μοντέλο γέννησης μετακινήσεων:

Αποτελεί το πρώτο από τα τέσσερα βήματα διαδικασίας προσομοίωσης που εκτιμάει τον αριθμό των μετακινήσεων που παράγονται ή προσελκύονται από το κάθε ένα από τα νοικοκυριά στα οποία έχει διαιρεθεί η περιοχή μελέτης. Στο μοντέλο αυτό λαμβάνεται υπόψη η βάση και ο σκοπός μετακίνησης (π.χ. home-based university campus, home-based work κ.ά.). Καλύτερος βαθμός προσέγγισης θεωρείται το άτομο και γι' αυτό το λόγο έχουν αναπτυχθεί εξατομικευμένα πρότυπα παραγωγής μετακινήσεων (disaggregate demand models). Τα πρότυπα αυτά εξετάζουν το πρόβλημα εστιάζοντας στην πιθανοτική πλευρά της συμπεριφοράς του ατόμου-χρήστη του συστήματος.

Μοντέλο κατανομής μετακινήσεων:

Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των μετακινήσεων που μπορούν να γίνουν από μια ζώνη σε κάθε άλλη με χρήση προτύπων βαρύτητας ή ευκαιρίας. Λαμβάνεται υπόψη μέσω συντελεστών τριβής η δυσκολία για την πραγματοποίηση της μετακίνησης. Τα πρότυπα ευκαιρίας εμπεριέχουν συντελεστές που αφορούν χαρακτηριστικά κοινωνικοοικονομικά και «αποδεκτού προορισμού ή κοντινής ζώνης».

Μοντέλο επιλογής μέσου μεταφοράς:

Το πρότυπο επιλογής μέσου είναι το τρίτο στάδιο προσομοίωσης στο οποίο παραγωγές και προσελκύσεις μετακινήσεων του μοντέλου γέννησης συνδέονται με το μοντέλο κατανομής καθορίζοντας κατ' αυτό τον τρόπο τις μετακινήσεις από ζώνη σε ζώνη. Με χρήση του μοντέλου επιτυγχάνεται η κατάλληλη επιλογή μέσου για την κατ' άτομο μετακίνηση (εξατομικευμένο πρότυπο) εκ των εναλλακτικών διαθέσιμων μέσων.

Μοντέλο επιλογής διαδρομής:

Η επιλογή της διαδρομής είναι το τελικό βήμα (φάση) στη διαδικασία της μαθηματικής προσομοίωσης. Η επιλογή διαδρομής ισοδυναμεί με την προτίμηση του μετακινούμενου μιας ακολουθίας συνδέσμων και αναπόφευκτα κόμβων. Η προτίμηση αυτή συνήθως εκφράζεται με τα παρακάτω κριτήρια: α) τον γενικευμένο χρόνο και μάλιστα τον αντιληπτό β) τη χωρητικότητα των συνδέσμων (και κόμβων) του δικτύου γ) τις υποκειμενικές προτιμήσεις του μετακινούμενου.

1.2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μέσου

Αναφορικά οι παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά του μεταφερόμενου είτε ως προς την επιλογή μέσου είτε ως προς την επιλογή διαδρομής είναι οι εξής:

Ο κοινωνικοοικονομικά/δημογραφικά χαρακτηριστικά όπως φύλο, ηλικία, εθνότητα, εισόδημα, μέγεθος και δομή νοικοκυριού, αριθμός διαθέσιμων ΙΧ ανά νοικοκυριό.

ο **life-style** χαρακτηριστικά όπως μηνιαία έξοδα, οικογενειακή κατάσταση, έτη διαμονής στην ίδια περιοχή, ακίνητη περιουσία κ.ά.

ο **χαρακτηριστικά μετακίνησης** όπως σκοπός μετακίνησης, διάρκεια μετακίνησης, χρόνος μετακίνησης, κόστος μετακίνησης, αφετηρία και προορισμός, συχνότητα των διελεύσεων, άνεση, ασφάλεια που προσφέρει το κάθε διαθέσιμο μέσο μεταφοράς κ.ά.

ο **χαρακτηριστικά χρήσης γης** όπως μοντέλα χρήσεων γης, διαθεσιμότητα πεζοδρομίων, πυκνότητα πληθυσμού και ποσοστό εργαζομένων, διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης και κόστος, συμβατότητα με πεζή μεταφορά κ.ά.

Οι παραπάνω παράγοντες έχουν συμπεριληφθεί σε πολλές μελέτες και είναι ιδιαίτερος χρήσιμοι (ως μεταβλητές προτύπων) στην κατανόηση την ταξιδιωτικής συμπεριφοράς προς μια περιοχή μελέτης η οποία για την εργασία αυτή είναι η **Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου**. Προκειμένου να γίνει κατανοητή η ιδιαιτερότητα της μετακίνησης προς την Πολυτεχνειούπολη πρέπει να αναφερθούν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά που την κάνουν να διαφέρει από μετακινήσεις προς άλλους προορισμούς.

ο Περίοδος αιχμής μετακινήσεων

Συνήθως κατά τη διάρκεια της ημέρας υπάρχουν δυο περίοδοι αιχμής (peak periods) υψηλού φόρτου μετακινήσεων, η πρωινή και η απογευματινή περίοδος. Αντιθέτως στις πανεπιστημιούπολεις το πρότυπο μετακινήσεων βρέθηκε να έχει πολλαπλά peak, τα οποία εμφανίζονται στην αρχή και το τέλος των ωρών διδασκαλίας. Από έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Κάνσας (KSU) προέκυψε γράφημα μετακινήσεων μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας στο οποίο φαίνεται πλήρως η κατανομή σε πολλαπλά peak. Επιπλέον μελέτη προτυποποίησης μεταφορικής ζήτησης μικρού αυτόματου συστήματος μεταφορών στο KSU απέδειξε ότι η περίοδος αιχμής μετακινήσεων στο δίκτυο εντοπίζεται γύρω στα δέκα λεπτά πριν την έναρξη διδασκαλίας των μαθημάτων. Συνεπώς η δειγματοληψία δεν μεροληπτεί αν γίνει οποιαδήποτε ώρα κατά τη διάρκεια της ημέρας και έχει μεγαλύτερη ανταπόκριση δέκα λεπτά πριν την ώρα έναρξης των μαθημάτων.

Ο Πόλος έλξης και γέννησης μετακινήσεων

Η κάθε πανεπιστημιούπολη έχει εκείνα τα χαρακτηριστικά που την καθιστούν ιδιαιτέρως ανταγωνιστική ως πόλο έλξης μετακινήσεων εφόσον με τις υπηρεσίες που προσφέρει (μαθήματα, έρευνα, στέγαση, σίτιση, κ.ά.) συγκεντρώνει ικανοποιητικό πλήθος που εισέρχεται ή εξέρχεται αυτής. Συνεπώς ο σωστός σχεδιασμός της αποφέρει θετικές συνέπειες (κυκλοφορικές και οικονομικές) στις γειτονικές περιοχές.

Ο Αποκέντρωση

Εκείνο που έχει μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην τρόπο με τον οποίο πηγαίνει κάποιος στην Πολυτεχνειούπολη δεν είναι ποια διαδρομή θα ακολουθήσει αλλά ποιο μέσο θα χρησιμοποιήσει καθώς η διαδρομή είναι μια επιλογή που επηρεάζεται από την πολυπλοκότητα και το μέγεθος του συστήματος μεταφορών στην ευρύτερη ζώνη της πόλης. Συνήθως επιλέγεται τα πανεπιστημιακά campus να μη σχεδιάζονται στο κέντρο της πόλης και αυτό πιθανώς για λόγους πολεοδομίας, αποκέντρωσης, κυκλοφοριακής αποφόρτισης αλλά και για πολιτικούς λόγους.

Ο Κατηγοριοποίηση μετακινούμενων

Σε μια αστική περιοχή οι μεταφερόμενοι τις καθημερινές στο κέντρο με σκοπό την εργασία παρουσιάζουν μια ομοιομορφία στα κριτήρια των επιλογών τους καθώς ενδιαφέρονται για μείωση χρόνου, κόστους και πεζής μεταφοράς. Αντιθέτως η πολυμελής πανεπιστημιακή κοινότητα διακρίνεται από ανομοιογένεια στις επιλογές της καθώς κατηγοριοποιείται στις εξής τάξεις: πανεπιστημιακοί, προσωπικό και φοιτητές. Οι εκάστοτε κατηγορίες φαίνεται πως έχουν άλλη σχέση η κάθε μια με τα παραπάνω κριτήρια επιλογών διότι εκτός από το σκοπό της επίσκεψης είναι διαφορετικό το ωράριο της παραμονής τους παρ' όλη την προσωρινότητα που χαρακτηρίζει την παραμονή των περισσότερων (κυρίως) φοιτητών. Συνεπώς είναι απαραίτητη η κατασκευή τριών διαφορετικών προτύπων των παραπάνω τάξεων. Κάθε μια από αυτές φαίνεται πως χαρακτηρίζεται από ομοιογενή κοινωνικοοικονομικά και συμπεριφορικά χαρακτηριστικά απέναντι στα μέσα μεταφοράς, το χρόνο και το κόστος της μετακίνησης.

Ο Πεζή μεταφορά

Καθώς το ίδρυμα φιλοξενεί και εγγράφει ως μέλη του μεγάλο ποσοστό φοιτητών που προέρχονται από την περιφέρεια είναι αναμενόμενο πως δημιουργείται αυτομάτως από αυτούς η ανάγκη διαμονής σε κοντινή ζώνη με ανεκτή για αυτούς πεζή μετακίνηση προς τη σχολή τους. Συνεπώς σε αντίθεση με άλλους προορισμούς η επιλογή πεζή προς την πανεπιστημιούπολη είναι συνυπολογίσιμη με τις άλλες επιλογές μέσου.

Ο Διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης

Η διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα επίδρασης στη μετακίνηση προς την Πανεπιστημιούπολη. Παρόλο που το κόστος στάθμευσης είναι παράγοντας που επηρεάζει το γενικότερο μοντέλο επιλογής μέσου του συστήματος μεταφορών, στη μετακίνηση προς την Πανεπιστημιούπολη (ως ιδιαίτερος σκοπός μετακίνησης) δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο θέμα της στάθμευσης. Από μία έρευνα που έλαβε χώρα στο Πανεπιστήμιο της California στο Los Angeles (UCLA) αποδείχθηκε ότι η μείωση των διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης στο χώρο του UCLA είχε ως αποτέλεσμα την αποστροφή της επιλογής του αυτοκινήτου σε μετακινήσεις των φοιτητών, του προσωπικού και των καθηγητών προς το χώρο αυτό και πως πιθανή αιτία αύξησης της χρήσης του προγράμματος δωρεάν μετακίνησης (Fare-Free Transit Program) που εξυπηρετεί μετακινήσεις από και προς την Πανεπιστημιούπολη είναι η επάρκεια σε θέσεις στάθμευσης. Γι' αυτόν το λόγο πολλές πανεπιστημιούπολεις που έχουν σχεδιαστεί με περιορισμένο χώρο για επέκταση συνάντησαν προβλήματα στάθμευσης που άλλαξαν τη συμπεριφορά επιλογής μέσου των μελών της κοινότητας.

Ο Κτιριακό Περιβάλλον

Οι πανεπιστημιούπολεις στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις σχεδιάζονται δίνοντας έμφαση στη μη μηχανοκίνητη μετακίνηση όπως η ποδηλασία και το περπάτημα. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στην συμβατική ανάπτυξη μεταξύ του κτιριακού περιβάλλοντος και του φιλικού προς το περιβάλλον μη μηχανοκίνητου συστήματος μεταφορών. Ορισμένες μελέτες αποδίδουν την ευθύνη της αποστροφής των μη μηχανοκίνητων μέσων στη δυσανάλογη κτιριακή ανάπτυξη που δυσχεραίνει είτε τη στάθμευση είτε ακόμα και τη μεταφορά. Επίσης, για τα ελληνικά δεδομένα, θα πρέπει να

ληφθεί υπόψιν η λανθασμένη στάση της ελληνικής Πολιτείας όσον αφορά τα μη μηχανοκίνητα μέσα (απαγόρευση εισόδου ποδηλάτων στους χώρους του μετρό). Στα πλαίσια όμως μιας Πανεπιστημιούπολης, στην οποία οι λειτουργικές δραστηριότητές της (διδασκαλία-στέγαση-σίτιση-και ορισμένες φορές εργασίες πεδίου) είναι πολλές, η δυσανάλογη κτιριακή ανάπτυξη καθιστά προβληματική την απαραίτητη δημιουργία κατάλληλης υποδομής όπως ασφαλείς ποδηλατοδρόμους και πεζόδρομους. Από μελέτη που έλαβε χώρα στην πανεπιστημιούπολη του Texas (TAMU) προέκυψε ότι ένα ολοκληρωμένο ασφαλές σύστημα (επαρκή σήμανση, συμβατότητα με τους αυτοκινητόδρομους, θέσεις στάθμευσης ποδηλάτων) ποδηλατοδρόμων στον περιβάλλοντα και στον εσωτερικό χώρο του campus θα μπορούσε να αυξήσει κατά 35% τις μετακινήσεις με ποδήλατο.

Εξαιτίας των παραπάνω ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που έχει η μετακίνηση προς το πανεπιστήμιο η εκτίμηση της μεταφορικής ζήτησης και πιο συγκεκριμένα ο καταμερισμός των μετακινούμενων στα μέσα απαιτεί διαφορετικές προσεγγίσεις, διαφορετικούς παράγοντες-επεξηγηματικές μεταβλητές επίδρασης του προτύπου και διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις της αγοράς (market segments) από αυτές που ενδείκνυνται για προορισμό σε μια οποιαδήποτε αστική περιοχή.

1.3. Οι Αστικές Συγκοινωνίες της Πρωτεύουσας και το Σύστημα Μετακινήσεων προς την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

1.3.1. Ιστορική αναδρομή των συγκοινωνιών της πρωτεύουσας.

Οι Αστικές Συγκοινωνίες της Πρωτεύουσας ξεκινάνε στις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Το 1941 ιδρύεται ο Οργανισμός Ελέγχου Αστικών Συγκοινωνιών (Ο.Ε.Α.Σ.) με σκοπό τον έλεγχο και την εποπτεία της λειτουργίας των Λεωφορείων που τότε ήταν στα χέρια ιδιωτών λεωφορειούχων. Τον Δεκέμβριο του 1939 δρομολογούνται τα πρώτα 10 Τρόλεϊ που μέχρι το 1971 είχαν φτάσει τα 137, οπότε και εξαγοράστηκαν από το ελληνικό Δημόσιο. Ο δε Αστικός Σιδηρόδρομος της γραμμής Πειραιά-Κηφισιάς γνωστός και ως «Ηλεκτρικός» ξεκινά τα πρώτα του βήματα ατμοκίνητος για να αντικαταστήσει

τα Παμφορεία και να γίνει τελικά το 1904 ηλεκτροκίνητος. Τη δε τελευταία δεκαετία αναπτύσσονται τα δίκτυα του Μετρό και του Προαστιακού Σιδηρόδρομου. Ιδιότυπη είναι η ιστορία του Τραμ που ξεκινά το 1882 και κάνει ένα μεγάλο διάλειμμα από το 1972 μέχρι τον Ιούλιο του 2004.

1.3.2. Το σύστημα μετακινήσεων προς την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Το σύστημα των Μαζικών Μέσων Μεταφοράς της Αθήνας αποτελείται από τα εξής μέσα συγκοινωνίας:

- α) Τα Λεωφορεία (εταιρία Ε.Θ.Ε.Λ. Α.Ε.)
- β) Τα Τρόλεϊ (Ηλεκτροκίνητα Λεωφορεία Η.Λ.Π.Α.Π. Α.Ε.)
και τα μέσα σταθερής τροχιάς:
- γ) Το Μετρό (Αττικό Μετρό Α.Ε.)
- δ) Το Τραμ (εταιρία Τραμ Α.Ε.)
- ε) Τον Προαστιακό σιδηρόδρομο (εταιρία Προαστιακός Α.Ε.)

Συμπληρωματικά στο παραπάνω σύστημα λειτουργεί σε αρκετούς δήμους του λεκανοπεδίου δημοτική συγκοινωνία που απαρτίζεται και πάλι από Λεωφορεία.

Οι μετακινούμενοι προς την Πολυτεχνειούπολη είναι προφανές πως ως κάτοικοι του λεκανοπεδίου της Αττικής αξιοποιούν και χρησιμοποιούν ουσιαστικά όλο το σύστημα των Μαζικών Μέσων Μεταφοράς. Τα Λεωφορεία που εξυπηρετούν άμεσα την Πολυτεχνειούπολη είναι τα εξής:

- 1) 140 (Πολύγωνο – Γλυφάδα)
- 2) 242 (Σταθμός Κατεχάκη (Μετρό) – Πολυτεχνειούπολη (ΚΥΚΛΙΚΗ))
- 3) 608 (Γαλάτσι – Ακαδημία – Νεκροταφεία Ζωγράφου)
- 4) 230 (Ακρόπολη - Ζωγράφου)
- 5) 245 (Πολυτεχνειούπολη – Νέος Κόσμος)

Επίσης αρκετοί Δήμοι (Αμαρουσίου, Γλυφάδας, Ηλιούπολης, Πετρούπολης, Καματερού, Πειραιά κ.ο.κ.) διαθέτουν λεωφορεία για τους φοιτητές, που συνδέουν τις περιοχές τους

Προπτυχιακοί και Μεταπτυχιακοί Φοιτητές

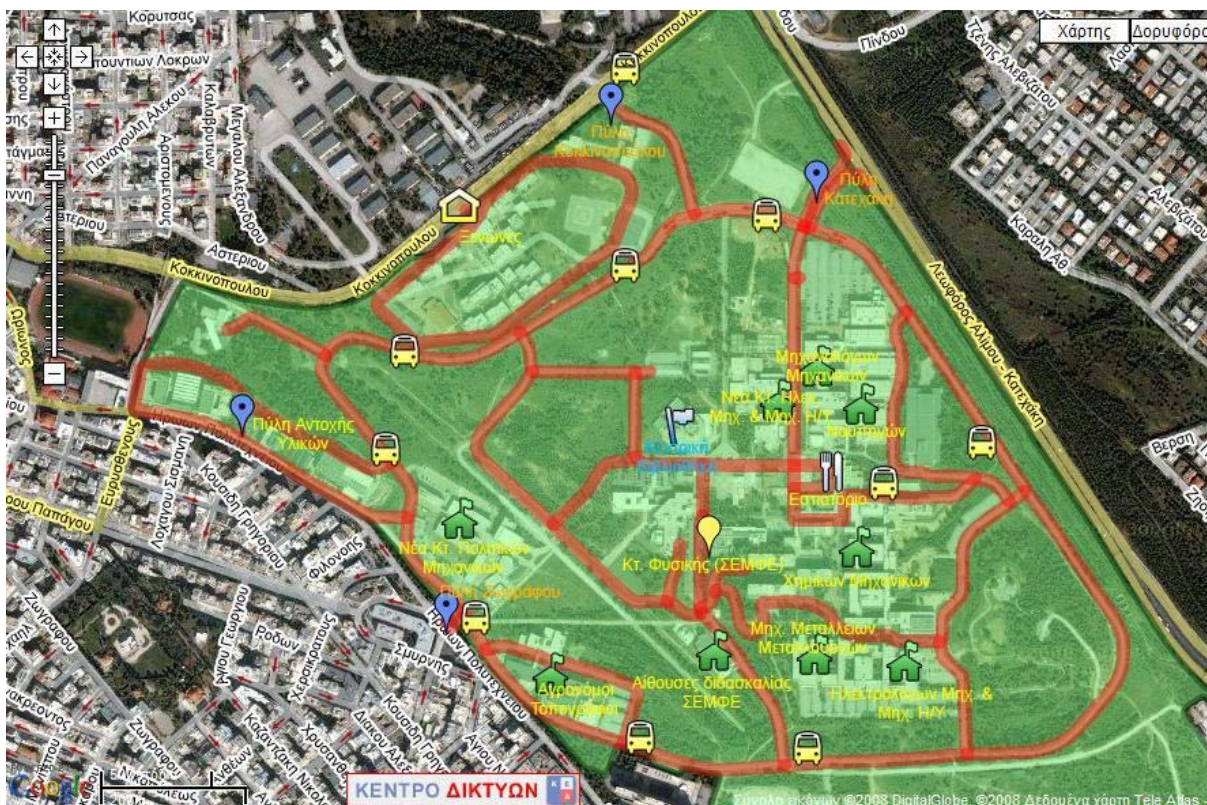
Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλοι οι φοιτητές εκτός της σχολής των Αρχιτεκτόνων Μηχανικών. Σημειώνεται δε πως οι Μεταπτυχιακοί Φοιτητές θεωρείται πως έχουν παρόμοιες ιδιότητες και χαρακτηριστικά με τους προπτυχιακούς, πράγμα που δεν απέχει και πολύ από την πραγματικότητα. Είναι επίσης προφανές πως η πλειονότητα των μετακινήσεων πραγματοποιείται από τους φοιτητές και γι' αυτόν το λόγο δόθηκε ιδιαίτερο βάρος το δείγμα να αποτελείται κατά κύριο λόγο από αυτούς. Τα δε μέσα μεταφοράς που χρησιμοποιούν ποικίλουν, δηλαδή χρησιμοποιούν είτε ΙΧ είτε ΜΜΜ χωρίς να επικρατεί σημαντικά η προτίμηση κάποιου συγκεκριμένου μέσου.

ΔΕΠ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλα τα μέλη του διδακτικού προσωπικού. Μολονότι αποτελούν συνολικά σημαντικό ποσοστό του συνόλου των μετακινούμενων, είναι πασιφανές πως συγκριτικά με τις μετακινήσεις των φοιτητών οι μετακινήσεις των μελών ΔΕΠ είναι το λιγότερο δέκα φορές λιγότερες. Έχει παρατηρηθεί δε πως επικρατεί ως κύρια προτίμηση μέσου μετακίνησης η επιλογή ΙΧ.

Προσωπικό ΕΜΠ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλοι οι εργαζόμενοι του ΕΜΠ εκτός του διδακτικού προσωπικού. Είναι δε ένα σύνολο που δίχως άλλο κατέχει αξιόλογο ποσοστό του συνόλου των μετακινούμενων. Επίσης χαρακτηρίζεται από την καθημερινή και συστηματική μετακίνηση των μελών που το απαρτίζουν. Και τούτο διότι ο σκοπός μετακίνησης των μελών του προσωπικού του ΕΜΠ είναι η εργασία.



Εικόνα 2: Φωτογραφία της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου (λεπτομέρεια)

Οι λειτουργίες του Ιδρύματος εξυπηρετούνται από εξοπλισμένες κτηριακές εγκαταστάσεις συνολικής επιφάνειας 43.160 m^2 στο έκτασης 23.255 m^2 ιστορικό συγκρότημα Πατησίων και 240.000 m^2 στο έκτασης 1000 στρεμμάτων συγκρότημα της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το σύνολο των εγγεγραμμένων ενεργών φοιτητών στο ΕΜΠ είναι της τάξεως των 12.700 , αντιστοιχούν κατά μέσο όρο 28 m^2 κτηριακών εγκαταστάσεων και 100 m^2 περιβάλλοντος χώρου ανά φοιτητή.

Οι κύριοι εκπαιδευτικοί χώροι, αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και σπουδαστήρια είναι συνολικής επιφάνειας 120.000 m^2 , δηλαδή αντιστοιχούν 10 m^2 ανά ενεργό φοιτητή.



Εικόνα 3: Ποδηλατόδρομος αναψυχής της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου

Είναι γεγονός πως η χρήση των ΙΧ αυτοκινήτων είναι διαδεδομένη σε όλη την Αθήνα. Ο μόνος περιορισμός στον οποίο υπόκειται είναι ο κυκλοφοριακός κορεσμός, ο θεσμός του “δακτυλίου” και το πρόβλημα της στάθμευσης. Στην Πολυτεχνειούπολη τα προβλήματα και οι περιορισμοί αυτοί δεν υπάρχουν. Στην πραγματικότητα η σύνδεση της Πολυτεχνειούπολης με το κέντρο της Αθήνας στηρίζεται κυρίως στο ΙΧ αυτοκίνητο. Ταυτόχρονα δε στην εκτεταμένη χρήση του ΙΧ αυτοκινήτου συμβάλουν δύο κύριοι παράγοντες.

- Η Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου βρίσκεται πολύ κοντά σε μεγάλες οδικές αρτηρίες, που την καθιστούν ιδιαίτερα προνομιούχο περιοχή από πλευράς οδικής πρόσβασης.

- Έχουν προβλεφθεί μεγάλοι και εκτεταμένοι χώροι στάθμευσης δίπλα σε όλα σχεδόν τα κτήρια της Πολυτεχνειούπολης.

Παρ' όλ' αυτά έχουν γίνει προσπάθειες να ακολουθηθεί μια πολιτική συμβατή με τον στόχο δημιουργίας ήπιων κυκλοφοριακών συνθηκών και της αναβάθμισης του περιβάλλοντος. Έχουν κατασκευαστεί ήδη 30 πλατφόρμες μείωσης ταχύτητας (σαμαράκια) και έχουν περιοριστεί στο έπακρο οι διαμπερείς ροές ανοίγοντας αυστηρά συγκεκριμένες ώρες την πύλη Ζωγράφου. Τέλος στο πλαίσιο της ίδιας πολιτικής έχει κατασκευαστεί εντός του χώρου της Πολυτεχνειούπολης δίκτυο ποδηλατόδρομου.

1.4. Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Από την παραπάνω ανάλυση εκτιμάται πως είναι απαραίτητη η διερεύνηση και προτυποποίηση της επιλογής μέσου μετακίνησης προς την Πολυτεχνειούπολη με χρήση μαθηματικών προτύπων βασιζόμενα στη θεωρία των διακριτών επιλογών προκειμένου η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων να συνεισφέρει στην προώθηση μέτρων με απώτερο σκοπό είτε τη χρήση-επιλογή των μέσων μαζικής μεταφοράς είτε την ανάπτυξη περιβάλλοντος φιλικού στην επιλογή μη μηχανοκίνητης μετακίνησης όπως το ποδήλατο και η πεζή μετακίνηση.

Πιο συγκεκριμένα η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό την ανάπτυξη εξατομικευμένων προτύπων επιλογής μέσου με προορισμό την Πολυτεχνειούπολη κάνοντας χρήση Πολυωνυμικών Λογιστικών Μοντέλων (multinomial logit model – MNL) και εκτίμηση των παραμέτρων των προτύπων με την μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood method). Η συλλογή των δεδομένων έγινε με ερωτηματολόγια που αναφέρονται στους μετακινούμενους προς την Πολυτεχνειούπολη. Στη συνέχεια η κωδικοποίηση των απαντήσεων θα τροφοδοτήσει το οικονομετρικό λογισμικό πακέτο LIMDEP. Έχει σημασία να σημειωθεί ότι τα ερωτηματολόγια αυτά περιλαμβάνουν ερωτήσεις που αφορούν την επιλογή μέσου, τις μετεπιβιβάσεις των μέσων και τις καθυστερήσεις αυτών, τη διάρκεια της πεζής μετακίνησης μετά την τελευταία αποβίβαση (level of service variable), την πύλη εισόδου, το συνολικό χρόνο

μετακίνησης, τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά (όπως φύλο, ηλικία, αριθμός μελών οικογένειας, την κατοχή ΙΧ και διπλώματος οδήγησης, το τόπο καταγωγής και κατοικίας, τη σχολή και την ιδιότητα), αλλά και τους λόγους επιλογής του μέσου (όπως ασφάλεια, συνήθεια, άνεση κ.α.). Το διακριτό μοντέλο επιλογής θα μπορέσει να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες τόσο για την επίδραση που έχει η κάθε παράμετρος, όσο και για την ελαστικότητα αυτής απέναντι σε μια σειρά από μελλοντικές πολιτικές. Το πρότυπο είναι δυνατόν να παρέχει πληροφορίες για την πολιτική του σχεδιασμού της συγκοινωνιακής υποδομής και των υπηρεσιών που προσφέρονται σήμερα για τη συγκεκριμένη μετακίνηση με κατεύθυνση τη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας.

1.5. Δομή της Εργασίας

Η δομή των κεφαλαίων της παρούσας διπλωματικής εργασίας έχει την παρακάτω μορφή: Το **2^ο κεφάλαιο** αφορά τη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** που περιλαμβάνει εισαγωγή-συνοπτικό ιστορικό της ανάλυσης διακριτών επιλογών (όπως ΙΙΑ, Binary choice model, RUM, conditional logit και probit models, generalized extreme value model, multinomial logit και random parameters ή nested logit models και latent class heterocedastic MNL models). Έπειτα παρουσιάζονται έρευνες που αφορούν μεταβλητές που φαίνεται πως επηρεάζουν την επιλογή μέσου και διατυπώνονται τα σύγχρονα πρότυπα που τις χρησιμοποιούν στη μεθοδολογία τους. Στη συνέχεια αναφέρονται μελέτες εφαρμογής προτύπων επιλογής μέσου για μετακινήσεις προς Πανεπιστημιούπολεις (Texas, Los Angeles, Tennessee, Indiana) και τα αποτελέσματα αυτών. Με βάση τα παραπάνω προέκυψαν τα απαραίτητα συμπεράσματα για τη παρούσα εργασία. Επιπλέον γίνεται αναφορά σε παλαιότερη σχετική μελέτη (1988) που διερευνούσε τη στάθμευση και την επιλογή μέσου μεταφοράς προς την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.

Το **3^ο κεφάλαιο** περιλαμβάνει τη περιγραφή της **βάσης δεδομένων** που χρησιμοποιήθηκε στη στατιστική επεξεργασία και την **παρουσίαση της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε**. Αναλυτικότερα περιγράφεται ο τρόπος που επιλέχθηκε να γίνει η διεξαγωγή της έρευνας, η διαμόρφωση της δομής και του περιεχομένου του

ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των στοιχείων της έρευνας και εντέλει περιγράφονται στατιστικώς οι απαντήσεις που δόθηκαν και ο σχολιασμός τους.

Το **4^ο κεφάλαιο** περιέχει τη στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων που συγκεντρώθηκαν και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας πεδίου. Έγινε χρήση του προγράμματος Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS) MapInfo προκειμένου να κατασκευαστούν συμπληρωματικές μεταβλητές της απόστασης και του κόστους χρήσης ΙΧ αυτοκινήτου. Επίσης στο στάδιο της προτυποποίησης κατασκευάστηκαν δύο πρότυπα επιλογής μέσου με βάση το κριτήριο της απόστασης (κοντινές και μακρινές περιοχές). Αναπτύχθηκε ωστόσο μόνο το Δύτιμο Πρότυπο (MMM, ΙΧ) με τους απαραίτητους στατιστικούς ελέγχους και δίνονται εξηγήσεις για τους λόγους που το Πολυωνυμικό Πρότυπο δεν πληρούσε τις προϋποθέσεις για ασφαλή συμπεράσματα και ερμηνεία.

Το **5^ο κεφάλαιο** περιλαμβάνει την παρουσίαση των τελικών αποτελεσμάτων του Δύτιμου Προτύπου και την ερμηνεία τους. Επιπροσθέτως, διατυπώνονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα και τέλος παρατίθενται σχετικές προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. Ιστορική Εξέλιξη των Μοντέλων Επιλογής Μέσου

Τα εξατομικευμένα πρότυπα συμπεριφοράς στη μορφή που υπάρχουν σήμερα θεμελιώθηκαν γύρω στο 1970. Μέχρι την δεκαετία του 1960 το κύριο εργαλείο για την ανάλυση της ζήτησης των μετακινήσεων ήταν το πρότυπο βαρύτητας, το οποίο ομαδοποιούσε τους μετακινούμενους και ανέλυε την κίνηση σε ζώνες γέννησης των μετακινήσεων και ζώνες προορισμού υπό όρους μεγέθους ζώνης και γενικευμένου κόστους μετακίνησης. Όμως ειδικά τα πρότυπα βαρύτητας αδυνατούσαν να αντιμετωπίσουν το θέμα του καταμερισμού στα μέσα (**mode split**), της γέννησης των μετακινήσεων (**trip generation**) και του χρόνου μετακίνησης (**trip timing**) ύστερα κυρίως κι από την είσοδο στο χώρο των μετακινήσεων νέων μέσων και άλλων κυρίαρχων συστημάτων μετεπιβίβασης. Επίσης δεν μπορούσαν να συλλάβουν τον αντίκτυπο στη συμπεριφορά των μετακινούμενων ύστερα από μικρές αλλαγές στο σύστημα των μετακινήσεων όπως η πυκνότητα των δρομολογίων των λεωφορείων (bus route density) και η εξέλιξη των χωρικών διαχωρισμών των λεωφορείων (bus headways). Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη ανασκόπηση της εξέλιξης των **MTX** (μοντέλα τυχαίας χρησιμότητας) και των **μοντέλων επιλογής μέσου** (Mode Choice Models).

Η πρώτη χρήση πολυωνυμικών λογιστικών μοντέλων πραγματοποιείται στην μελέτη επιλογής μέσου το 1962 από τον Stanley Warner. Εκείνη η χρονιά θεωρείται από πολλούς ως η γεννέθλια χρονολογία των μοντέλων επιλογής. Για να έχει όμως ο αναγνώστης μια ευρύτερη αρχική εικόνα της ανασκόπησης τονίζεται πως, όπως θα αναλυθεί διεξοδικότερα παρακάτω, μεγάλη ήταν η συμβολή των αποτελεσμάτων των ερευνών του Πανεπιστημίου Μπέρκλεϊ της Καλιφόρνιας (University of California, Berkeley) υπό την επίβλεψη κυρίως του νομπελίστα Daniel McFadden και του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (Massachusetts Institute of Technology) υπό την καθοδήγηση του Moshe Ben-Akiva που κατέληξαν σε ότι είναι σήμερα γνωστό ως μοντέλα επιλογής (choice models): δηλαδή κυρίως τα **direct demand models (DDM)**, τα

μοντέλα μεγιστοποίησης της τυχαίας χρησιμότητας (**Random Utility Models (RUM)**) ή την πιο διαδεδομένη μορφή τους τα **πολυωνυμικά λογιστικά μοντέλα (MNL)**.

Η αφετηρία της εξέλιξης των μοντέλων αυτών όμως εντοπίζεται το 1927, όταν ο Thurstone εισάγει το νόμο της συγκριτικής απόφασης (**comparative judgment**), ένα μοντέλο ατελούς διάκρισης στο οποίο λαμβάνεται η μεταβλητή i (όπου στην ανάλυση της επιλογής μέσου αντιπροσωπεύει την εναλλακτική επιλογή i) η ντετερμινιστική χρησιμότητα V_i με ένα φυσικό σφάλμα ε_i οπότε και η συνολική χρησιμότητα παίρνει την μορφή $V_i + \varepsilon_i$. Ο Thurstone αποδεικνύει ότι η πιθανότητα $P_{\{i,j\}}(i)$ στην οποία η μεταβλητή i επιλέγεται και όχι η j έχει τη γνωστή Διωνυμική Μορφή. Την δεκαετία του 50 ο Marschak γενικεύει τον νόμο της σχετικής αντίληψης του Thurstone στη στοχαστική μεγιστοποίηση χρησιμότητας με την χρήση πολυωνυμικών συνόλων εναλλακτικών επιλογών, εισάγει τα γνωστά RUM μοντέλα και αναλύει τη σχέση μεταξύ των συναρτήσεων τυχαίας χρησιμότητας και των πιθανοτήτων επιλογής. Ακολούθως, το 1959 ο Luce προτείνει έναν αξιωματικό νόμο σχετικό με την συμπεριφορά επιλογής ο οποίος προτάσσει ότι ο λόγος των πιθανοτήτων επιλογής για τις μεταβλητές i και j είναι ίδιος για κάθε σύνολο C εναλλακτικών επιλογών το οποίο περιέχει τα i και j και τον ονομάζει «Ανεξαρτησία των μη Σχετικών Επιλογών» (Independence from Irrelevant Alternatives (IIA)). Επίσης ο Luce δείχνει ότι αν ισχύει το αξίωμα αυτό τότε μπορεί κανείς να συσχετίσει κάθε μεταβλητή με μια θετική αυστηρή χρησιμότητα (strict utility) κατά την οποία οι πιθανότητες επιλογής είναι ανάλογες με τις αυστηρές χρησιμότητες. Στη συνέχεια ο Marschak αποδεικνύει πως ένα πεπερασμένο σύνολο μεταβλητών των οποίων οι πιθανότητες επιλογής ικανοποιούν το IIA αξίωμα είναι σύμφωνο με το RUM. Το δε 1965 ο McFadden παραμετροποιεί τις αυστηρές χρησιμότητες στο μοντέλο του Luce σε κατάλληλη μορφή για οικονομετρικές εφαρμογές και το επονομάζει **conditional logit** το οποίο είναι πλέον γνωστό ως πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο (MNL). Τέλος την δεκαετία του 1960 το διωνυμικά και πολυωνυμικά λογιστικά μοντέλα χρησιμοποιούνται από τους Warner, Theil, Nerlove, Wilson, Quarmby και άλλους σε εφαρμογές σχετικές με την ζήτηση των μετακινήσεων.

Συγκεκριμένα τα πολυωνυμικά λογιστικά μοντέλα αναπτύσσονται ανεξάρτητα ως αμιγή στατιστικά μοντέλα από τον Theil το 1969 και από τον A.Wilson 1972 χωρίς να συνδέονται με την έννοια της τυχαίας χρησιμότητας. Σε μια μελέτη για το σχέδιο του Northeast Corridor ο Richard Quandt (1970) εισάγει με σαφήνεια ένα παραμετρικό μοντέλο υπολογισμού ζήτησης για την επιλογή μέσου λαμβάνοντας υπόψιν την τυχαιότητα. Ταυτόχρονα πλήθος εργασιών στα τέλη της δεκαετίας του 1960 πραγματεύεται την ανεπάρκεια του προτύπου βαρύτητας και προτείνει μια προσέγγιση βασισμένη στη συμπεριφορά. Αξιομνημόνευτες είναι αυτές των Stopher & Lisco (1970), Hartgen & Tanner (1970) και Brand (1972). Έτσι την δεκαετία του 1970 πολλά από τα στοιχεία της αποκαλούμενης ανάλυση εξατομικευμένης συμπεριφοράς ζήτησης μετακινήσεων ήταν ουσιαστικά στον αέρα. Το 1970 οι Domencich και McFadden μελετούν ένα σύστημα ζήτησης μετακινήσεων χρησιμοποιώντας διαχωρισμένες χρησιμότητες και πολυσκελή υπολογισμό σε σχέση με τους Diamond και Hall με τη βοήθεια του υποθετικού λογιστικού μοντέλου του McFadden. Υπολογίζονται γενικευμένες τιμές ως πιθανοτικοί σταθμικοί μέσοι όροι (weighted averages) συστημικών στοιχείων χρησιμότητας για να συνδέσουν τα επίπεδα ενός δέντρου λήψης αποφάσεων που προηγούνται, με αυτά που έπονται. Το σύστημα αυτό λαμβάνει υπόψιν τα διαθέσιμα εναλλακτικά μέσα μετακίνησης με σκοπό την εργασία, την γέννηση της ζήτησης, τον προορισμό και το μέσο.

Το 1972 ο Ben-Akiva εξελίσσει μια αθροιστική λογιστική σχέση για τον ακριβή υπολογισμό των περιεκτικών τιμών. Στη συνέχεια το 1977 οι McFadden, Williams, Daly & Zachary και οι Ben-Akiva και Lerman αναπτύσσουν ανεξάρτητα κριτήρια RUM για τα ιεραρχικά (nested) MNL μοντέλα. Η ανάλυση του McFadden καταλήγει στα μοντέλα της οικογένειας των Γενικευμένων Ακραίων Τιμών **GEV (Generalized Extreme Value)**. Η δε ανάλυση προθυμίας πληρωμής (Willingness-to-Pay Analysis) παρέχει το υπόβαθρο για τον διαχωρισμό των συμβατών με το RUM μοντέλων επιλογής από τις συναρτήσεις κοινωνικής υπεραξίας και συνδέει τα βασιζόμενα στο RUM μοντέλα με την προθυμία πληρωμής (WTP). Εν συνεχεία το 1984 οι Ben-Akiva & McFadden αναπτύσσουν τα μοντέλα πολλαπλών δεικτών και πολλαπλών αιτιών για να συνδέσουν την

αποκαλυπτόμενη προτίμηση (revealed preference (RP)) με την δεδηλωμένη (stated preference (SP)).

Το 1989 ο McFadden χρησιμοποιεί μεθόδους προσομοίωσης απεικόνισης, οι οποίες πραγματοποιούν τον υπολογισμό των πολωνυμικών και άλλων ανοιχτής μορφής μοντέλων επιλογής. Ακολούθως τη δεκαετία του 1990 παρατηρείται μια μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη και χρήση των ανοιχτού και κλειστού τύπου μοντέλων επιλογής συμπεριλαμβάνοντας το GEV μοντέλο και συνδέοντας τις παραμέτρους των απλών πολωνυμικών λογιστικών και των ιεραρχικών (nested) MNL μοντέλων. Τέλος τονίζεται πως τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι οικονομολόγοι και ψυχολόγοι ερευνούν την γνωστική θεμελίωση των RUM και τις εναλλακτικές λύσεις του RUM που σχετίζονται με την συμπεριφορά.

Μια διαφορετική προσέγγιση από εντελώς διαφορετική σκοπιά του θέματος της εξέλιξης των RUM και των μοντέλων επιλογής παρέχει η ψυχολογία. Οι τελευταίες τρεις δεκαετίες, κατά τις οποίες τα εξατομικευμένα πρότυπα ζήτησης των μετακινήσεων έχουν αναπτυχθεί, συμπίπτουν με την περίοδο της εξέλιξης της γνωστικής ψυχολογίας, της επανάστασης των υπολογιστών και της μεταστροφής της έρευνας αγοράς σε ποσοτικά θέματα. Συγκεκριμένα η γνωστική ψυχολογία έδωσε την δυνατότητα κατανόησης των μηχανισμών λήψης αποφάσεων και του προσδιορισμού των παραγόντων που τους επηρεάζουν. Επίσης ανέδειξε το θέμα των γνωστικών ανωμαλιών που επηρεάζουν της έρευνες και τα πειραματικά δεδομένα. Ισχυρότεροι υπολογιστές και λογισμικά σε συνδυασμό με τις νέες στατιστικές μεθόδους που αξιοποιούν αποτελεσματικότερα τις υπολογιστικές ικανότητες των Η/Υ ελευθέρωσαν το δρόμο της χρήσης των φυσικών μοντέλων της ταξιδιωτικής συμπεριφοράς. Η έρευνα αγοράς και η εφαρμοσμένη ψυχολογία ανέπτυξαν μεθόδους συλλογής δεδομένων στην συμπεριφορά επιλογής σε υποθετικό επίπεδο και διαφώτισαν της πτυχές της διαδικασίας επιλογής μέσω της βαθμονόμησης της αντίληψης, της συμπεριφοράς και των κινήτρων.

Είναι γεγονός πως η πρωταρχική διατύπωση των RUM ως μοντέλων συμπεριφοράς ακολουθούσε την λογική της οικονομικής θεωρίας της συμπεριφοράς των καταναλωτών,

όπου οι καταναλωτές έχουν προτιμήσεις σε επίπεδα κατανάλωσης αγαθών και αξιοποίησης ελεύθερου χρόνου και αποσκοπούν στην μεγιστοποίηση των υποκειμενικών προτιμήσεων μέσα στα πλαίσια των προϋπολογιζόμενων αναγκών σε χρήμα και χρόνο. Στην πρωταρχική αυτή διατύπωση των RUM σταδιακά προστέθηκε πλήθος στοιχείων. Τα κυριότερα από αυτά είναι πρώτον ότι καθορίστηκε και γενικεύθηκε η σχέση μεταξύ της συναρτησιακής μορφής της έμμεσης (**indirect**) συνάρτησης χρησιμότητας που παρουσιάζεται στην θεωρία των RUM με τις προτιμήσεις των καταναλωτών στα αγαθά και στον ελεύθερο χρόνο (**leisure**) και Δεύτερον ότι αναπτύχθηκαν πρακτικές μέθοδοι για την εφαρμογή των μοντέλων RUM χωρίς να θέτονται περιορισμοί όπως το αξίωμα ΠΑ (Independence from Irrelevant Alternatives) παρά μόνο εάν υποστηρίζονται εμπειρικά. Επίσης η ανάλυση προχώρησε περαιτέρω και έδειξε ότι οι μέθοδοι αυτοί δεν θέτουν αποτελεσματικούς περιορισμούς στην κατηγορία των RUM που σχετίζονται με συμπεριφορές που μοντελοποιούνται. Τρίτον εδραιώθηκε η σχέση μεταξύ των RUM που σχετίζονται με της πιθανότητες επιλογής με τα μοντέλα προθυμίας πληρωμής WTP (Willingness-To-Pay). Τέλος τα RUM που σχετίζονται με την συμπεριφορά τοποθετήθηκαν σε ένα γενικότερο πλαίσιο όπου τα αποτελέσματα της εμπειρίας και των νέων πληροφοριών στην αντίληψη και τη δήλωση προτίμησης μπορούν κυρίως να συμπεριληφθούν στην ανάλυση. Παρόλ' αυτά τονίζεται πως αδυνατούν να εξηγήσουν επαρκώς την γνωστική διαδικασία λήψης αποφάσεων και χρήζουν περαιτέρω έρευνας και ανάπτυξης.

Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη αναφορά μερικών βασικών μοντέλων και της εξέλιξής τους:

1. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε το **Γραμμικό Πιθανοτικό Μοντέλο** (Linear Probability model), το οποίο είχε πολλά προβλήματα όπως: η ετεροσκεδαστικότητα, η απαίτηση πολύ μεγάλου δείγματος, η αδυναμία εφαρμογής του ελέγχου R^2 και η αδυναμία φραγής της καμπύλης κατά την εφαρμογή του σε διχοτομικά προβλήματα.
2. Στη συνέχεια μια πιο ικανοποιητική περιγραφή και αντιμετώπιση διχοτομικών προβλημάτων επετεύχθη με το **λογιστικό διωνυμικό μοντέλο** (Binominal Logit

- Model) και ακολούθως για περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές το Πολυωνυμικό Λογιστικό Μοντέλο (Multinomial Logit Model), των οποίων η καμπύλη είχε τη γνωστή σιγμοειδή μορφή και των οποίων το βασικό πρόβλημα όμως ήταν ότι η εφαρμογή τους περιοριζόταν σε περιπτώσεις όπου ικανοποιούνταν η συνθήκη ΠΑ.
3. Το **Ιεραρχικό Λογιστικό Μοντέλο** (Nested Logit Model) ως εξέλιξη του απλού Λογιστικού Πολυωνυμικού Μοντέλου έδινε την δυνατότητα υπέρβασης του περιορισμού ΠΑ εφαρμόζοντας ουσιαστικά την τεχνική της διχοτόμησης εντός μιας ήδη διχοτομημένης επιλογής (μια άλλη έκφραση θα μπορούσε να ήταν ότι ουσιαστικά στα Ιεραρχικά μοντέλα δημιουργούμε “φωλιές” εντός των εναλλακτικών επιλογών εξού άλλωστε και η δεύτερη ονομασία τους ως εμφωλευμένα). Λόγω της περίπλοκης μορφής τους τα nested μοντέλα αναπαρίστανται πολύ συχνά με τη μορφή ενός δέντρου αποφάσεων και έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να περιγράφουν προβλήματα των οποίων οι εναλλακτικές επιλογές κάθε “φωλιάς” συσχετίζονται μεταξύ τους αλλά δεν συσχετίζονται με τις εναλλακτικές επιλογές διαφορετικής “φωλιάς”. Επομένως όταν δεν μπορεί να γίνει ξεκάθαρος διαχωρισμός των εναλλακτικών επιλογών σε συγκεκριμένες “φωλιές” δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστεί το μοντέλο αυτό.
 4. Μια μετεξέλιξη του Απλού Ιεραρχικού Μοντέλου είναι το **Διασταυρούμενο-Ιεραρχικό Λογιστικό Μοντέλο** (Cross-Nested Logit Model) στο οποίο οι επιλογές μιας “φωλιάς” μπορούν να ανήκουν σε περισσότερες από μια “φωλιά”. Το μοντέλο αυτό πρωτοεισήχθηκε από τον McFadden ως εξειδικευμένη εφαρμογή των GEV μοντέλων.
 5. Μια άλλη κατηγορία μοντέλων που πάει αρκετά βήματα παραπέρα την μοντελοποίηση είναι τα λεγόμενα **Πολυωνυμικά Probit Μοντέλα** (Multinomial Probit Model), τα οποία θα μπορούσαν ενδεχομένως να ονομαστούν επιτυχώς και Normit λόγω της χρήσης της αθροιστικής κανονικής κατανομής που εφαρμόζει κατά την περιγραφή των προβλημάτων. Τα μοντέλα Probit, παρ’ ότι δεν υπόκεινται σε πολλούς από τους περιορισμούς των μοντέλων Logit, δεν περιγράφονται από μια αναλυτική σχέση και είναι πολύ δυσκολότερο να επιλυθούν, ιδίως όταν ο αριθμός των εναλλακτικών επιλογών είναι μεγάλος.

- Καθώς όμως η υπολογιστική δύναμη των Η/Υ αυξάνεται γίνονται όλο και πιο εύχρηστα και επομένως περισσότερο εν δυνάμει χρησιμοποιήσιμα ειδικά αν αναλογιστεί κανείς πως πολλές οικονομετρικές μεταβλητές κατανέμονται κανονικά.
6. Αργότερα προτάθηκε και το **Υβριδικό Logit Μοντέλο** (Hybrid Logit Model) από τους Ben-Akiva και Bolduc (1996), το οποίο είναι ουσιαστικά ένα Πολυωνυμικό Probit Μοντέλο του οποίου ο πυρήνας είναι ένα Logit Μοντέλο ή τουλάχιστον Υβριδικό Logit Μοντέλο, και ουσιαστικά γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ των μοντέλων οικογένειας Logit και των μοντέλων οικογένειας Probit.
 7. Τέλος για καθαρά βιβλιογραφικούς σκοπούς αναφέρονται και η οικογένεια των **“Απροσδιόριστης” Κατάταξης Μοντέλων Επιλογής** (Latent Class Choice Model), τα οποία είναι σχεδιασμένα για να περιγράφουν την μη παρατηρηθείσα ετερογένεια. Η υπόθεση στην οποία βασίζονται είναι ότι η ετερογένεια αναλύεται σε διακριτές μορφές, οι οποίες δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμες και επομένως αναπαρίστανται με απροσδιόριστες κατατάξεις.

2.2. Αντίστοιχες Έρευνες

2.2.1. Διεθνής βιβλιογραφία

Το ζήτημα της επιλογής μέσου από μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας προς το πανεπιστημιακό campus έχει απασχολήσει αρκετά τη διεθνή βιβλιογραφία. Έτσι στη συνέχεια της διπλωματικής εργασίας παρατίθενται ορισμένες από τις πιο πρόσφατες χαρακτηριστικές έρευνες επιλογής μέσου σε πανεπιστημιούπολεις.

“Travel Behavior of University Students in the Weekday Journey to Campus and its Implications for Campus Transport Planning” (Couch K.I ,Badoe D.A. Department of Civil and Environmental Engineering Tennessee Technological University November 2006)

Αντικείμενο της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η διερεύνηση της ταξιδιωτικής συμπεριφοράς των φοιτητών στη μετακίνησή τους προς το campus του Tennessee Technological University (TTU). Μέσω ερωτηματολογίου (έρευνας τύπου mail-back) που στάλθηκε σε 6000 φοιτητές (2/3 του συνόλου των φοιτητών) ζητήθηκαν πληροφορίες:

- Αποκαλυπτόμενης προτίμησης του μέσου μετακίνησης.
- Δεδηλωμένης προτίμησης που αφορούν απόκριση τόσο σε αλλαγές πεζοδρόμησης και υποδομής ποδηλατοδρόμων όσο και σε αλλαγές στη τιμή στάθμευσης.
- Προσωπικών χαρακτηριστικών όπως ύψος, βάρος, συχνότητα άσκησης. Βάσει του ύψους και του βάρους αυτών υπολογίσθηκε ο δείκτης μάζας σώματος για κάθε αποκρινόμενο/η και βάσει της συχνότητας άσκησης ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες.
- Δημογραφικές και κοινωνικοοικονομικές πληροφορίες.

Επιπλέον από διαδυκτιακό μετεωρολογικό δελτίο καιρού λαμβάνονταν καθημερινά τα ύψη θερμοκρασίας και βροχόπτωσης. Οι πληροφορίες αυτές χρησίμευσαν για να καθορίσουν τις καιρικές συνθήκες κάτω από τις οποίες κάθε φοιτητής/τρια μετακινήθηκαν προς το campus του TTU. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν καταχωρήθηκαν σε φύλλο εργασίας Excel.

Η περιοχή έρευνας – γέννησης μετακινήσεων προς το campus περιορίστηκε σε 1,5 μίλια γύρω από αυτό και περιελάμβανε μόνο τις διαδρομές που είχαν περιγράψει οι ανταποκρινόμενοι προς την έρευνα. Οι διαδρομές που ικανοποιούσαν αυτούς τους περιορισμούς χωρίστηκαν σε τμήματα με βάση τους βασικούς κόμβους, τους πεζόδρομους και τους ποδηλατόδρομους. Κάθε ένα από αυτά τα τμήματα είχε ένα συγκεκριμένο κωδικό στο φύλλο εργασίας Excel. Στη συνέχεια οι διαδρομές αυτές χωρίστηκαν σε δύο διευθύνσεις: βορρά-νότο και ανατολή-δύση. Για τις ανάγκες της εργασίας δημιουργήθηκε γραφείο έρευνας από τον τομέα Συγκοινωνιών του Πανεπιστημίου προκειμένου να συλλέγει πληροφορίες για το καθημερινό μέσο

κυκλοφοριακό φόρτο των κύριων διαδρομών, στις οποίες εμπλέκεται καθημερινά ο φοιτητής για τη μετακίνησή του από και προς το campus.

Τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής που προέκυψαν από 379 πλήρως συμπληρωμένα ερωτηματολόγια δείχνουν ότι η άνεση, ο καιρός, και η ανάγκη για πολλές μετακινήσεις μικρής διάρκειας με αφετηρία το πανεπιστήμιο είναι πρωταρχικοί λόγοι επιλογής αυτοκινήτου. Επιπλέον πρωταρχικοί λόγοι επιλογής της πεζής μετακίνησης αναδείχτηκαν η άνεση, η άσκηση, και το κόστος. Ωστόσο για τις φοιτήτριες κυρίως η ασφάλεια και τα ελαττώματα της υποδομής των πεζοδρομίων αποτελούν αποτρεπτικούς παράγοντες για την πεζή μετακίνηση. Όσον αφορά το ποδήλατο, η έλλειψη ποδηλατοδρόμων είναι βασικός λόγος που οι φοιτητές/τριες δεν επιλέγουν το ποδήλατο για τη συγκεκριμένη μετακίνηση. Με τις απαντήσεις που δόθηκαν σε ερωτήσεις δεδηλωμένης προτίμησης έγινε εφικτό να προκύψουν συμπεράσματα για την ανταπόκριση των μετακινούμενων σε ιδιαίτερες αλλαγές στις τιμές (στάθμευσης, εισιτηρίων) ή στην συγκοινωνιακή υποδομή εντός αλλά και γύρω από το campus. Πιο συγκεκριμένα προέκυψε ότι τιμή στάθμευσης πάνω από \$60 θα προκαλούσε σημαντική πτώση στο ποσοστό των φοιτητών/τριών που φθάνουν στο campus οδηγώντας.

Επιπρόσθετα κατασκευάστηκε δείκτης συνδεσιμότητας πεζοδρομίων (sidewalk connectivity index), ο οποίος διαφέρει από το δείκτη του Litman. Ο δείκτης αυτός κατασκευάστηκε για κάθε ανταποκρινόμενο στην έρευνα με βάση τη διαδρομή του και το τμήμα που ανήκει χρησιμοποιώντας τα μήκη των τμημάτων, τα πλάτη των προσβάσεων και τα μήκη των χαμένων πεζοδρομίων.

Στην συγκεκριμένη έρευνα ακολουθήθηκε η μεθοδολογία πολυωνυμικού λογιστικού μοντέλου και χρησιμοποιήθηκε το οικονομετρικό λογισμικό Limdep. Έγιναν πολλές δοκιμές και κατέληξαν σε δύο μοντέλα. Το πρώτο περιλαμβάνει περισσότερες μεταβλητές οι οποίες στη συνέχεια αποδεικνύονται στατιστικά ασήμαντες με αποτέλεσμα το δεύτερο μοντέλο να προσαρμόζεται καλύτερα.

Το μοντέλο που κατασκευάστηκε ήταν τριωνυμικό με το παρακάτω σύνολο ενναλακτικών επιλογών:

- Πεζή
- Οδήγηση αυτοκινήτου
- Ποδήλατο

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν αφού πρώτα εκτιμηθεί το αναμενόμενο πρόσημο τους διακρίνονται στα εξής πεδία επιρροής της επιλογής μέσου:

1^ο Χαρακτηριστικά συγκοινωνιακού συστήματος: Τα σημαντικότερα συμπεράσματα ήταν ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 20% η απόσταση και ο χρόνος μετακίνησης με ποδήλατο είναι στατιστικά σημαντικές μεταβλητές. Το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή της απόστασης δείχνει ότι όταν αυξάνεται η απόσταση μειώνεται η χρησιμότητα του βαδίσματος και η ελκτικότητα του ως μέσου μετακίνησης. Αρνητική επιρροή έχει επίσης ο χρόνος διαδρομής στην επιλογή ποδηλάτου.

2^ο Προσωπικά Χαρακτηριστικά: Η αίσθηση ασφάλειας που νιώθει κάποιος βαδίζοντας έχει θετική επίδραση στην επιλογή της πεζής μετακίνησης συγκριτικά με κάποιον που δε νιώθει ασφάλεια. Το αρνητικό πρόσημο της δύτιμης μεταβλητής “Φύλο” (1 για γυναίκες, 0 για άντρες) δείχνει ότι οι γυναίκες είναι λιγότερο δεκτικές στην πεζή μετακίνηση από ότι οι άντρες. Επιπλέον η άνεση αποδείχθηκε στατιστικώς σημαντική μεταβλητή για όσους επιλέγουν να οδηγήσουν και έχει θετική επιρροή. Η άσκηση (πόσες φορές τη βδομάδα) και ο δείκτης μάζας σώματος έχουν θετική και αρνητική επιρροή αντίστοιχα όσο αυξάνουν οι τιμές τους, Ωστόσο για το μοντέλο η άσκηση αποδείχθηκε στατιστικά ασήμαντη μεταβλητή.

3^ο Περιβαλλοντικοί παράγοντες: Το θετικό πρόσημο του συντελεστή στη μεταβλητή “ONE_WEATH” (1 για αυτούς που θεωρούν τις καιρικές συνθήκες σημαντικό παράγοντα στην επιλογή μέσου, 0 αλλιώς) δείχνει ότι από αυτούς που λαμβάνουν υπόψιν τον καιρό κλίνουν περισσότερο στο να επιλέξουν την οδήγηση από αυτούς που δεν το κάνουν.

Επιπλέον ενώ είναι αδύνατο να συγκρίνει κάποιος συντελεστές μεταβλητών διαφορετικών μονάδων, μπορεί κάποιος να συγκρίνει τους συντελεστές των (dummy) ψευδομεταβλητών. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής προέκυψε ότι η

dymmy μεταβλητή που επηρεάζει περισσότερο την επιλογή μέσου είναι ο καιρός για την οδήγηση. Ακολουθούν η άνεση και στη συνέχεια το φύλο και η αίσθηση ασφάλειας για το περπάτημα. Οι σταθερές για την οδήγηση και το βάδισμα προέκυψαν 1,815 και 0,446 αντίστοιχα. Είναι φανερό επομένως ότι αν όλες οι άλλες μεταβλητές είναι ίσες τότε η οδήγηση είναι μέσο πιο ελκυστικό από την πεζοπορία και το ποδηλατο. Οι χαμηλές τιμές των στατιστικών t που προέκυψαν για τις σταθερές της αυτοκίνησης και της πεζοπορίας (1,087 και 0,311 αντίστοιχα) δείχνει ότι οι εξειδικευμένες μεταβλητές είναι ικανές να προβλέψουν αιτιοκρατικά αρκετά καλά τις επιλογές των φοιτητών του δείγματος. Αυτό εξηγείται και από την υψηλή τιμή του διορθωμένου συντελεστή $\rho^2 (=0,507)$ που δείχνει την καλή συνολική προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα.

“Examination of Student Travel Mode Choice”(Mahlawat Maneesh ,Rayan Selvaraj , Kuchangi Shamanth ,Patil Sunil ,Burris Mark W, Transportation Research Board Annual Meeting 2007 Paper #07-2616).

Στη συγκεκριμένη έρευνα γίνεται διερεύνηση τη ταξιδιωτικής συμπεριφοράς των φοιτητών από την κατοικία προς το **Πανεπιστήμιο του Texas (TAMU)** και αντιστρόφως. Πραγματοποιήθηκε έρευνα αποδοτική ως προς το κόστος και το χρόνο μέσω διαδικτύου προκειμένου να συλλεχθούν πληροφορίες όσον αφορά τους παράγοντες που επηρεάζουν τους φοιτητές στην επιλογή μέσου. Η **διαδικτυακή έρευνα** αποτελούνταν από τρία είδη ερωτήσεων:

- Κοινωνικοοικονομικές και δημογραφικές (εισόδημα, ηλικία, φύλο, εθνότητα, τύπος νοικοκυριού, έτος σπουδών και εθνικότητα)
- **Αποκαλυπτόμενων προτιμήσεων** (revealed preference (RP)) και **δεδηλωμένων προτιμήσεων** (stated preference (SP)) σχετικά με μετακινήσεις που κάνουν οι φοιτητές του TAMU. Οι αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference) ερωτήσεις αποσκοπούσαν στην αποκάλυψη του μέσου που προτιμούν οι φοιτητές που ανταποκρίθηκαν στην έρευνα ενώ οι δεδηλωμένης προτίμησης

stated preference (SP) ερωτήσεις αφορούσαν το πως επηρεάζει την επιλογή τους ένας συνδυασμός κόστους και χρόνου μετακίνησης. Στόχος των SP υποθετικών ερωτήσεων ήταν ο υπολογισμός της αξίας του χρόνου ταξιδιού των φοιτητών (**value of travel time savings - VTTS**). Χρησιμοποιώντας Microsoft Assess και Microsoft Internet Information Server <φιλοξενήθηκε> η έρευνα σε ιστοσελίδες.

Τα αποτελέσματα της έρευνας ταξινομήθηκαν με βάση την εθνότητα και το έτος σπουδών. Μετά τον έλεγχο της βάσης δεδομένων και την ακύρωση όσων είτε είχαν απαντήσει παράλογα είτε ελλιπώς και για την καλύτερη κατανόηση των διάφορων χαρακτηριστικών των φοιτητών ανά μέσο χρησιμοποιήθηκαν περιγραφικά στατιστικά τεστ που καθόρισαν τις μεταβλητές του μοντέλου επιλογής μέσου. Συγκεκριμένα για τα προσωπικά δεδομένα (π.χ. τύπος νοικοκυριού, εθνότητα κ.α.) χρησιμοποιήθηκε το **τεστ χ^2** ενώ για τα βαθμωτά δεδομένα (π.χ. ηλικία, έτος σπουδών κ.α.) χρησιμοποιήθηκε το **Kruskal-Wallis τεστ**. Επιπλέον για τα συνεχή δεδομένα (π.χ. εισόδημα, έξοδα κ.α.) έγινε χρήση της μεθόδου στατιστικής ανάλυσης Ανάλυση Διασποράς (**analysis of variance, ANOVA**).

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε είχε δομή πολυωνυμικού λογιστικού προτύπου και τα εναλλακτικά μέσα μεταφοράς για μετακινήσεις από και προς το πανεπιστήμιο ήταν:

- Αυτοκίνητο οδηγώντας μόνος/η του/της.
- Λεωφορείο.
- Αυτοκίνητο ως επιβάτης (Carpool as a passenger).
- Αυτοκίνητο ως οδηγός (carpool as a driver).
- Ποδήλατο ή πεζή.

Με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας (**maximum likelihood method**) και τη χρήση του στατιστικού προγράμματος **LIMDEP** αναπτύχθηκε πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο επιλογής μέσου. Το συνολικό μοντέλο παρήγαγε μια αποδεκτή τιμή του **συντελεστή προσαρμογής (R^2)** και **ακρίβεια πρόβλεψης** της τάξεως του 40,3%. Διατυπώθηκαν

συναρτήσεις χρησιμότητας του κάθε μέσου και έγινε λογικός έλεγχος των εξαγόμενων αποτελεσμάτων-συντελεστών των παραμέτρων. Αποδείχθηκε ότι οι φοιτητές που κατοικούν σε μια περιμετρική ζώνη απόστασης 1,3 χλμ. από το πανεπιστήμιο προτιμούν να πηγαίνουν με ποδήλατο ή βαδίζοντας. Για όση μεγαλύτερη χρονική διάρκεια παραμείνουν οι φοιτητές στο campus τόσο μικρότερη είναι η πιθανότητα να χρησιμοποιήσουν λεωφορείο ή carpool ενώ η επιλογή οδήγησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ύψος εισοδήματος.

Βρέθηκε επίσης ότι το αυτοκίνητο είναι το πιο αποδοτικό για τους φοιτητές μέσο και πως η επιλογή του εξαρτάται από το ποσό που πληρώνουν για χώρο στάθμευσης. Επιπλέον υπολογίστηκε η αντικειμενική αξία του χρόνου \$2,18/ώρα και ότι το παγκάκι στη στάση των λεωφορείων αυξάνει την πιθανότητα επιλογής του μέσου αυτού έναντι των υπολοίπων. Συμπερασματικά από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι η **διάρκεια και το κόστος μετακίνησης, το εισόδημα, τα έξοδα, η σύνθεση του νοικοκυριού, ο αριθμός των ωρών παραμονής στη σχολή, το φύλο και η εθνότητα** είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μέσου από τους φοιτητές.

“Small Urban University Transit: A Tri-Campus Case Study” (Del Peterson, Jill

Hough,

Gary Hegland, James Miller, Dustin Ulmer, Small Urban & Rural Transit Center, Upper Great Plains Transportation Institute, North Dakota State University, April 2005)

Από **διαδυκτιακή έρευνα** μέσω email που έγινε από τους **Del Peterson et.al (2005)** για τις καθημερινές ανάγκες μετακίνησης των φοιτητών, του προσωπικού και των καθηγητών του Fargo-Moorhead University σε περιοχή ερευνας που περιλαμβάνει τα πανεπιστημιακά συγκροτήματα της North Dakota, της Minnesota και το Concordia College προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα για τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μέσου. Μερικοί από τους οποίους που προέκυψαν ήταν οι εξής:

- **η άνεση**
- **ο χρόνος**

- η διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης
- οι καιρικές συνθήκες
- το κόστος στάθμευσης και το κόστος οχήματος

Πιο συγκεκριμένα αποδείχθηκε στατιστικώς πως παρόλο που το χειμώνα οι φοιτητές που επιλέγουν το αυτοκίνητο δεν αλλάζουν την επιλογή τους λόγω καιρού, ο καιρός επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την απόσταση της πεζοπορίας. Επίσης συντριπτικά στατιστικώς επικρατέστερες επιλογές βρέθηκαν πως είναι το αυτοκίνητο και η πεζή μετακίνηση.

“School Transportation Mode Choice and Potential Impacts of Automated Vehicle Location Technology” (by Rhoulac, Tori Danielle, Advisor: Nagui M. Roupail in June 2003).

Ο Rhoulac Tordi Danielle στη διατριβή του που εκπόνησε τον Ιούλιο του 2003 για λογαριασμό του τμήματος των Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Raleigh, της Βόρειας California διερεύνησε την επιλογή μέσου μετακίνησης των μαθητών και την πιθανή επίδραση της τεχνολογίας των AVL (Automated Vehicle Location σε ελεύθερη μετάφραση αυτοκινούμενα οχήματα περιοχών). Ο κύριος στόχος της εργασίας του ήταν να προσδιορίσει την σημαντικότητα των χαρακτηριστικών των νοικοκυριών και να κατανοήσει την συμπεριφορά που επηρεάζει την επιλογή μέσου μετακίνησης από και προς τα σχολεία, με σκοπό να εντοπιστούν τα πιθανά προβλήματα και να προτείνει πιθανές λύσεις τους λαμβάνοντας υπόψιν την βελτίωση της λειτουργίας των σχολικών λεωφορείων μέσω της χρήσης AVL.

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τη βοήθεια του διαδικτύου και συγκεκριμένα μέσω της χρήσης του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Για λόγους οικονομίας και ευκολίας προτιμήθηκε η μέθοδος αυτή αντί της έρευνας μέσω τηλεφώνου. Η συλλογή των στοιχείων είχε τρεις βασικούς στόχους: 1) να συλλεχθούν εξατομικευμένα δεδομένα τα οποία σχετίζονταν με την επιλογή μέσου του κάθε μαθητή και με τα

κοινωνικοοικονομικά-οικογενειακά χαρακτηριστικά του κάθε μαθητή 2) να διερευνηθεί η άποψη των γονέων και κηδεμόνων για τα προβλήματα που σχετίζονται με την εξυπηρέτηση των σχολικών λεωφορείων και 3) να καθοριστεί η προθυμία πληρωμής (Willingness-to-Pay) των γονέων για το σύστημα AVL, το οποίο είναι εν δυνάμει καλύτερο από το σύστημα των σχολικών λεωφορείων.

Τα δεδομένα αφού ταξινομήθηκαν ελέγχθηκαν για την επάρκειά τους. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε το Wilcoxon two-sample test για δύο ομαδοποιημένες κατηγορίες του δείγματος με βάση το μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα. Η πρώτη ομάδα είχε μέσο οικογενειακό ετήσιο εισόδημα κάτω των 36.500\$ και η δεύτερη άνω του ορίου αυτού. Συγκεκριμένα ο στατιστικός έλεγχος Z score έπρεπε για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% να μην ξεπερνάει την τιμή 1,96 και ακολούθως φυσικά το χ^2 να μην ξεπερνάει την τιμή 3,84. Ο έλεγχος έδειξε αρχικά ότι το δείγμα δεν ήταν αντιπροσωπευτικό αφού η δεύτερη ομάδα ξεπερνούσε την πρώτη κατά 18%. Στη συνέχεια έγινε χρήση του t-test για να διερευνηθεί η πραγματική ποσόστωση των ομάδων εισοδήματος. Το t-test έδειξε ότι το δείγμα περιέγραφε τελικά ικανοποιητικά τις πραγματικές συνθήκες και ο λόγος που φαινόταν ότι το δείγμα ήταν ανεπαρκές ήταν τελικά το όριο των 36.500\$ το οποίο έπρεπε να ανέβει στα 50000\$ αφού το μέσο οικογενειακό εισόδημα της περιοχής ξεπερνούσε το όριο αυτό.

Κατά την μοντελοποίηση χρησιμοποιήθηκαν αρχικά και γραμμικά και λογιστικά πολυωνυμικά μοντέλα. Προτιμήθηκαν τα γραμμικά λόγω της επαρκούς αποτελεσματικότητάς τους και της απλότητάς τους στην περιγραφή των συνθηκών. Επίσης για την ικανοποιητικότερη περιγραφή και ανάλυση των συνθηκών διατυπώθηκαν δύο διαφορετικά μοντέλα: ένα για τις πρωινές μετακινήσεις (με $R^2=0,51$) κι ένα για τις απογευματινές (με $R^2=0,44$). Οι ανεξάρτητες μεταβλητές στις οποίες κατέληξε ήταν ο συνολικός αριθμός παιδιών ανά βαθμίδα, η μαθητική βαθμίδα (ή αλλιώς έτος σχολικής τάξης), το μεταφορικό μέσο που οι γονείς αντιλαμβάνονται ως ασφαλέστερο, η αποτελεσματική εξυπηρέτηση των αυτοκινήτων του προγράμματος AVL με βασικότερη όμως αυτή των σχολικών λεωφορείων.

Τα βασικά συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η έρευνα ήταν ότι η πιθανότητα χρήσης αυτοκινήτων AVL μειώνεται όσο βελτιώνεται η λειτουργία και η εξυπηρέτηση των σχολικών λεωφορείων. Επίσης οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μέσου των μαθητών διαφέρουν από αυτούς που προτείνει η διεθνής βιβλιογραφία για κλασικές περιπτώσεις ανάλυσης της επιλογής μέσου. Η δε σωστή λειτουργία των μεταφορικών μέσων είναι κρίσιμότερη τις πρωινές ώρες.

“Analysis Of The Mode Choice Behavior Of Students In Exclusive Schools In Metro Manila: The Case Of Ateneo De Manila University & Miriam College” (Assistant Professors: Mark P. De Guzman & Crispin Emmanuel Diaz)

Το 2005 πραγματοποιήθηκε μια έρευνα στην περιοχή Metro Manila που αναλύει την συμπεριφορά ως προς την επιλογή μέσου μετακίνησης των φοιτητών του πανεπιστημίου Manila University και του κολεγίου Miriam College υπό την εποπτεία των καθηγητών Mark P. De Guzman και Crispin Emmanuel Diaz. Συγκεκριμένα η έρευνα εστίαζε την προσοχή της και διερευνούσε την σχέση μεταξύ του τύπου μετακίνησης και της πρόθεσης υιοθέτησης διαφορετικών μέσων μετακίνησης. Επίσης διερευνήθηκε η οικονομική πλευρά του carpooling λαμβάνοντας υπόψιν την ενδεχόμενη συμμετοχή του πληθυσμού έρευνας.

Για την πραγματοποίηση και επίτευξη της έρευνας αναλύθηκαν οι συνήθειες και οι επιλογές μετακίνησης των φοιτητών της περιοχής έρευνας. Συγκεκριμένα ερωτήθηκαν και αναλύθηκαν τα παρακάτω στοιχεία: α) η ώρα αναχώρησης από το σπίτι των φοιτητών και η ώρα άφιξής τους στις αίθουσες διδασκαλίας, β) η προτίμηση της ώρας και του χώρου που γευματίζουν κατά τις μεσημεριανές ώρες η οποία ενδεχομένως θα μπορούσε να συμβάλει και να επηρεάσει τον μεσημεριανό μέγιστο κυκλοφοριακό φόρτο στο οδικό δίκτυο γενικά και ειδικά στις περιοχές πλησίον των εγκαταστάσεων των σχολών, γ) οι δρόμοι πρόσβασης προς τους χώρους διδασκαλίας που προτιμώνται, δ) οι προτιμήσεις στάθμευσης, ε) οι ώρες αναχώρησης κατά τις οποίες οι φοιτητές σχολάνε στ) οι πραγματικοί χρόνοι μετακίνησης και χρόνοι αναμονής, και το κόστος

μετακίνησης, στ) οι μετεπιβιβάσεις που απαιτούνται από τον κάθε φοιτητή κατά την μετακίνησή του, ζ) οι περιοχές γέννησης των μετακινήσεων με σκοπό να συσχετιστεί ο χρόνος μετακίνησης με την εγγύτητα των περιοχών αυτών με την περιοχή προορισμού. Τέλος σημειώνεται πως εκτός των χαρακτηριστικών μετακίνησης που προαναφέρθηκαν οι φοιτητές κατηγοριοποιήθηκαν και με βάση τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά τους.

Η έρευνα αποκάλυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές (κατοπινοί φοιτητές) επιλέγουν σχολεία κοντά στην περιοχή κατοικίας τους. Επίσης υπέδειξε ότι τα Μ.Μ.Μ. επιδέχονται βελτίωσης και συγκεκριμένα χρίζουν επαναχάραξης δρομολογίων και γενικότερα παρατηρήθηκαν ενδείξεις που υποδήλωναν την ύπαρξη κυκλοφοριακών προβλημάτων τις μεσημβρινές ώρες. Η προβληματική λειτουργία των Μ.Μ.Μ. επίσης ωθούσε ένα μεγάλο ποσοστό των φοιτητών (45% των ερωτηθέντων) να καταφεύγουν στη λύση των ΙΧ.

Στο κεφάλαιο της μοντελοποίησης χρησιμοποιήθηκαν δύο μοντέλα. Ένα γραμμικό κι ένα πολυωνυμικό MNL logit μοντέλο. Το MNL logit μοντέλο είχε ως ανεξάρτητες μεταβλητές τη δυνατότητα στάθμευσης εντός του campus, την αποτελεσματικότητα του ενοποιημένου προγράμματος μείωσης των αυτοκινήτων και την ιδιοκτησία ΙΧ ενώ είχε $\chi^2 = 251,677$. Στο δε γραμμικό μοντέλο λήφθηκαν υπόψιν ο συνολικός χρόνος ως ανεξάρτητη μεταβλητή και προέκυψε $R^2 = 0,474$. Τέλος σημειώνεται πως οι υπολογισμοί έγιναν με την βοήθεια του προγράμματος Limdep.

Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η έρευνα αυτή ήταν ότι όσο αυξάνεται ο χώρος στάθμευσης εντός του campus τόσο αυξάνεται η χρήση των ΙΧ. Επίσης η αύξηση του ποσοστού των κατόχων ΙΧ αύξανε και την χρήση των ΙΧ για μετακίνηση. Η δε αποτελεσματικότητα του προγράμματος μείωσης των αυτοκινήτων είχε αντιστρόφως ανάλογη σχέση με τη χρήση ΙΧ. Συν τοις άλλοις οι μεταβλητές του εισοδήματος των νοικοκυριών και της μετακίνησης κρίθηκαν αμελητέες λόγω του ότι η πλειονότητα του πληθυσμού ανήκε σε υψηλή εισοδηματική τάξη και λόγω των υψηλών ποσοστών

ιδιοκτητών IX. Τέλος συμπερασματικά υπολογίστηκε ότι όσο αυξανόταν ο χρόνος μετακίνησης τόσο αυξανόταν η πιθανότητα χρήσης IX.

**“School Location And Student Travel: Analysis Of Factors Affecting Mode Choice”
(Reid Edwing, William Schroeer and William Greene)**

Οι Reid Ewing, Willian Schroeer και William Greene ανέλυσαν τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μέσου μετακίνησης των μαθητών προς σχολικές περιοχές. Η έρευνα τους βασίστηκε σε δεδομένα και στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από το Gainesville και την Florida. Τα δεδομένα τους περιλάμβαναν τα παρακάτω κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά: α) Πλήθος μελών οικογενείας, β) Πλήθος κατοχής αυτοκινήτων οικογενείας, γ) Οικογενειακό εισόδημα, δ) Κατοχή ή μη διπλώματος οδήγησης. Επίσης ζητήθηκαν και συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία που σχετίζονταν με το χρόνο μετακίνησης και την απόσταση που διένυε ο κάθε μαθητής. Τα σχολεία κατατάχθηκαν με βάση το πλήθος των εγγεγραμμένων μαθητών και την βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία ανήκαν. Τέλος ελήφθησαν υπόψιν και τα πολεοδομικά, ρυμοτομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής.

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν Πολυωνυμικά Λογιστικά Μοντέλα (MNL) και Ιεραρχικά Πολυωνυμικά Λογιστικά Μοντέλα (nested-MNL) και διαχειρίστηκαν τα δεδομένα τους με την βοήθεια του λογισμικού LIMDEP/NLOGIT, η δε τιμή του συντελεστή προσαρμογής ήταν της τάξεως του $R^2 = 0,14$. Τέλος σημειώνεται πως λήφθηκαν υπόψιν τέσσερις τρόποι μετακίνησης: το IX, το σχολικό λεωφορείο, η πεζή και το ποδήλατο.

Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η έρευνα ήταν ότι όταν ο χρόνος πεζής μετακίνησης ή ο χρόνος μετακίνησης με την χρήση ποδηλάτου ήταν μικρός τότε ήταν και πιο πιθανό οι μαθητές να χρησιμοποιήσουν ποδήλατα ή απλά να πάνε στον προορισμό τους περπατώντας. Επίσης αν η περιοχή είχε εκτεταμένο και ασφαλές δίκτυο πεζόδρομων και πεζοδρομίων τότε και πάλι ήταν πιο πιθανό οι μαθητές να πάνε στον

προορισμό τους περπατώντας. Τα δε μεγάλα σχολεία αποδείχτηκε ότι ήταν πιο πιθανό να προσελκύσουν μαθητές από σχετικά απομακρυσμένες περιοχές χωρίς όμως να επηρεάζουν σημαντικά το σύστημα των μετακινήσεων. Μη σημαντική κρίθηκε και η χρήση γης (πυκνότητα δόμησης και ρυμοτομία) που σε άλλες περιπτώσεις μοντελοποίησης επιλογών μέσου μετακίνησης η βιβλιογραφία κρίνει ως σημαίνοντα παράγοντα. Επειδή όμως οι σχολικές μετακινήσεις είναι υποχρεωτικού χαρακτήρα είναι προφανές ότι οι συνθήκες αυτές δεν τις επηρεάζουν. Σχετικά με τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά η έρευνα κατέληξε ότι οι μαθητές που προέρχονται από οικογένειες που ανήκουν σε υψηλή εισοδηματική τάξη είναι λιγότερο πιθανό να πάνε στον προορισμό τους περπατώντας. Όπως επίσης λιγότερο πιθανό ήταν και για την κατηγορία των μαθητών που έχουν δίπλωμα οδήγησης. Τέλος λιγότερο πιθανό ήταν η πεζή μετακίνηση σε περιοχές όπου η χρήση αυτοκινήτων ήταν εξαιρετικά διαδεδομένη.

Dimitrios A. Tsamboulas, John Collura, Paul W. Shuldiner. January 1983. “A Methodology to Model Travel – Mode Choice in a University Town”. Civil Engineering Department, University of Massachusetts.

Στην αρχή της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας μελετήθηκε το διδακτορικό του Καθηγητή κ. Δ. Τσαμπούλα και ιδιαιτέρως η 62η ετήσια συνάντηση (annual meeting) του Ιανουαρίου 1983 που αναφέρει ότι μαζί με τους Collura και Shuldiner ασχολήθηκαν με το επιστημονικό υπόβαθρο και την προτυποποίηση της επιλογής μέσου μετακίνησης προς μια πανεπιστημιακή πόλη στο Amherst της Μασσαχουσέτης, στην οποία εισέρχονται φοιτητές/τριες, εργαζόμενοι και μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας κατά τη διάρκεια της πρωινής ώρας αιχμής (7πμ-10πμ). Το θεωρητικό υπόβαθρο της έρευνας αυτής περιελάμβανε σημασιολογικές έννοιες, κανόνες, προτάσεις μεθοδολογίας, που συνέβαλαν σημαντικά στην κατανόηση του τρόπου μελέτης ενός τέτοιου θέματος και στην ανάπτυξή του. Ορισμένοι σημαντικοί «άξονες» της έρευνας που διεξήχθη ήταν οι εξής:

- Αξιολογήθηκαν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που περιγράφουν το σκοπό της μετακίνησης προς μια πανεπιστημιακή πόλη. Τα χαρακτηριστικά αυτά διακρίνουν τη μετακίνηση αυτή από κάθε άλλη μέσα στην πόλη.
- Βιβλιογραφική ανασκόπηση της 10χρονης μέχρι τότε διερεύνησης των εξατομικευμένων μοντέλων μεταφορικής ζήτησης. Από την ανασκόπηση προέκυψαν συμπεράσματα για την προτιμώμενη μεθοδολογία (logit προτιμότερη από probit), για την προτιμώμενη ανάλυση (εξατομικευμένη προτιμότερη της αθροιστικής), για την προτιμώμενη μέθοδο συλλογής δεδομένων (choice-based έναντι τυχαίου δείγματος) και για τη βελτίωση προσαρμογής του προτύπου από τις life-style μεταβλητές.
- Το προτεινόμενο για την έρευνα μοντέλο ήταν εξατομικευμένο με πολυωνμική λογιστική μορφή και προτεινόμενη μέθοδο εκτίμησης των παραμέτρων ήταν η εκτίμηση της μέγιστης πιθανοφάνειας.
- Το σύνολο των διαθέσιμων εναλλακτικών επιλογών αποτελείτο από τα εξής μέσα: ΙΧ αυτοκίνητο (μόνο οδηγός), ΙΧ αυτοκίνητο (μαζί με συνεπιβάτες), πεζή και λεωφορείο. Τα άτομα του δείγματος διακρίθηκαν στις εξής ομάδες με βάση τα κοινωνικοοικονομικά τους χαρακτηριστικά: προπτυχιακοί φοιτητές/τριες, απόφοιτοι, πανεπιστημιακοί, εργαζόμενοι στο πανεπιστήμιο, λοιποί επισκέπτες της περιοχής. Με βάση αυτή την κατηγοριοποίηση αναπτύχθηκαν πέντε διαφορετικά μοντέλα που θα αναπαριστούσαν τη χρησιμότητα του μέσου για την κάθε ομάδα..
- Οι μεταβλητές που εισήχθησαν στο μοντέλο ήταν οι εξής: **επίπεδο εξυπηρέτησης** (χρόνος εντός οχήματος, χρόνος εκτός οχήματος, λεωφορειολωρίδες, διαθεσιμότητα μέσου), **κοινωνικοοικονομικές μεταβλητές** (κατηγορία μετακινούμενων, ετήσιο εισόδημα, πλήθος διαθέσιμων αυτοκινήτων, κατοχή διπλώματος οδήγησης, ηλικία, φύλο), **life-style μεταβλητές** (μηνιαία έξοδα, οικογενειακή κατάσταση, πλήθος παιδιών, χρόνια διαμονής στην ίδια διεύθυνση, ιδιοκτησία κατοικιών, αξία κατοικίας, διανυθείσα χιλιομετρική απόσταση με ΙΧ αυτοκίνητο).

Τέλος, προτάθηκαν σε μορφή διαγραμμάτων ροής μεθοδολογίες που αφορούν:

- Τη διαδικασία ανάπτυξης εξατομικευμένου μοντέλου επιλογής μέσου από τη φάση της ανάλυσης και κατανόησης του περιβάλλοντος που το μοντέλο αναφέρεται μέχρι την παρουσίαση του τελικού προτύπου και των εκτιμώμενων παραμέτρων του.
- Την εκτίμηση της επιλογής μέσου για το συνολικό πλήθος των μετακινήσεων από και προς το πανεπιστημιακό campus.
- Την εφαρμογή του εξατομικευμένου μοντέλου σε πρόβλεψη επιλογής μέσου αναφορικά με σενάρια αλλαγών στην πολιτική των μεταφορών.

2.2.2. Ελληνική βιβλιογραφία

“Στάθμευση και Επιλογή Μέσου Μεταφοράς Σε Πανεπιστήμια – Εφαρμογή στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου” (Διπλωματική Εργασία των Φοιτητών: Α. Δοντά και Γ. Παπαθεοδωράκη υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση του αναπληρωτή καθηγητή Ι.Μ. Φρατζεσκάκη και του λέκτορα Δ.Α. Τσαμπούλα (1988))

Το 1988 πραγματοποιήθηκε από τους φοιτητές Α. Δοντά και Γ. Παπαθεοδωράκη διπλωματική εργασία που ως στόχο είχε τον καθορισμό των μέσων μετακίνησης των μετακινούμενων που είχαν ως προορισμό την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Επιχειρήθηκε δε η εξαγωγή συμπερασμάτων για τον καθορισμό κατάλληλων συντελεστών, που θα υπολογίζουν τις απαιτούμενες θέσεις στάθμευσης τόσο για το σύνολο μιας Πανεπιστημιούπολης όσο και για κάθε κτήριο σ’ αυτήν χωριστά.

Στη ρευνα αυτή δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον υπολογισμό των απαιτούμενων θέσεων στάθμευσης. Παράλληλα όμως εξάχθηκαν συμπεράσματα για τις επιλογές μέσου των μετακινούμενων. Συγκεκριμένα ύστερα από την ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν μέσω ερωτηματολογίων προέκυψαν όπως ήταν αναμενόμενο διαφορετικά συμπεράσματα για τους εργαζόμενους και για τους φοιτητές.

Για τους εργαζόμενους ευρέθη πως στην πλειοψηφία τους 64,50% χρησιμοποιούσαν για την μετακίνησή τους από και προς την Πολυτεχνειούπολη Ι.Χ. οχήματα. Τα δε μαζικά μέσα μεταφοράς ερχόντουσαν δεύτερα στις προτιμήσεις τους με 11,00% και ακολουθούσαν οι μετακινήσεις με άλλα μέσα όπως το ταξί 10,00%, την πεζή μετακίνηση και το δίκυκλο 5,50% και το carpooling 3,50%. Επίσης ευρέθη πως οι άνδρες έδειχναν υψηλότερη προτίμηση στα Ι.Χ. σε σχέση με τις γυναίκες που μετακινούνταν είτε ως συνοδηγοί, είτε χρησιμοποιούσαν ΜΜΜ. Όσον αφορά τον τρόπο μετακίνησης σε συνάρτηση με τη χιλιομετρική απόσταση της κατοικίας από την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου παρατηρήθηκε ότι η πλειοψηφία των οδηγών και συνοδηγών Ι.Χ., των χρηστών ΜΜΜ καθώς και άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς κατοικούσε σε μια κυκλική ζώνη ακτίνας μεταξύ 5 και 10 χιλιομέτρων με κέντρο το κεντροειδές της Πολυτεχνειούπολης, ενώ οι πεζοί εντός μιας κυκλικής ζώνης έως 1,5 χιλιόμετρο.

Στους φοιτητές οι συνήθειες ήταν τελείως διαφορετικές. Ειδικότερα στους φοιτητές ως κύριο μέσο μετακίνησης πλειοψηφούσαν τα ΜΜΜ. Δεύτερο μέσο κατά σειρά προτίμησης ερχόταν το Ι.Χ., έπονταν η πεζή μετακίνηση και ακολουθούσε το carpooling. Επίσης παρατηρήθηκε πως οι φοιτητές μικρότερων ετών κατέφευγαν στη επιλογή των ΜΜΜ ενώ οι φοιτητές των μεγαλύτερων ετών προτιμούσαν τα Ι.Χ. οχήματα ή το δίκυκλο. Τέλος όμοια με τους εργαζόμενους παρατηρήθηκε ότι και οι φοιτητές που κατέφευγαν στη χρήση μέσου μετακίνησης προέρχονταν από μια κυκλική ζώνη κατά μέσο όρο ακτίνας και πάλι 5 με 10 χιλιομέτρων με κέντρο το κεντροειδές της Πολυτεχνειούπολης, ενώ οι φοιτητές που βάδιζαν από και προς την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου διέμεναν σε μια ζώνη ακτίνας μικρότερης του 1,5 χιλιόμετρο.

3. ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Περιγραφή της Μεθοδολογίας της Έρευνας

3.1.1. Ντετερμινιστικά και πιθανοτικά κριτήρια της αντιληπτής αξίας μετακίνησης

Τόσο η επιλογή του μεταφορικού μέσου όσο και της διαδρομής αποτελούν συνιστώσες της διαδικασίας λήψης απόφασης του μετακινούμενου μέσα από ένα σύνολο (choice set) των διαθέσιμων εναλλακτικών επιλογών του. Η αντίληψη που έχει ο κάθε ένας για την χρησιμότητα που θα εισπράξει από την επιλογή του προκύπτει από μια πολυκριτηριακή ανάλυση. Τα κριτήρια αυτά δεν είναι δυνατόν να ομαδοποιηθούν σε μια κοινωνική ομάδα-ζώνη καθώς μια τέτοια ανάλυση δε θα λάμβανε υπόψιν την ετερογένεια των προτιμήσεων με άμεση συνέπεια την αύξηση της αβεβαιότητας. Συνεπώς η εξατομικευμένη συλλογή και ανάλυση των στοιχείων είναι η μόνη δυνατή για την προτυποποίηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς σε πολλούς επιστημονικούς τομείς όπως και στις μεταφορές. Στις μεταφορές οι αποφάσεις επιλογής βασίζονται στην μεγιστοποίηση της αντιληπτής αξίας ή χρησιμότητας. Ως εκ τούτου η συλλογή των στοιχείων που έμμεσα ή άμεσα επηρεάζουν τη λήψη της απόφασης ή την αξία της επιλογής προκύπτει από δειγματοληπτική έρευνα με χρήση κατάλληλα δομημένων ερωτηματολογίων.

Όλα τα παραπάνω συνιστούν τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται οι μεταφερόμενοι την επιλογή τους (μέσου ή διαδρομής), αλλά και τον τρόπο με τον οποίο ο αναλυτής πρέπει να ποσοτικοποιήσει την αξία των διακριτών επιλογών τους. Εκτός όμως από αυτό, αναλύοντας τη λήψη απόφασης απαιτείται όχι μόνο η γνώση του τι επέλεξε ο μεταφερόμενος αλλά και τι δεν επέλεξε τελικώς. Η ταυτοποίηση της λίστας των εναλλακτικών είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που στη βιβλιογραφία αναφέρεται ως γέννεση συνόλου εναλλακτικών επιλογών. Η συνηθέστερη μέθοδος για τη γέννηση του συνόλου επιλογών χρησιμοποιεί ντετερμινιστικά κριτήρια. Για παράδειγμα, η κατοχή ή μη διπλώματος οδήγησης καθορίζει τη δυνατότητα αυτοκίνησης με συνέπεια να εισάγει ή να εξαιρεί από το σύνολο επιλογών το αυτοκίνητο. Ένα άλλο παράδειγμα είναι ο

τρόπος πληρωμής στην περίπτωση χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς. Ο τρόπος πληρωμής μπορεί να αποδώσει ασφαλή συμπεράσματα για την απόσταση που διανύει ο μεταφερόμενος μέχρι τον προορισμό του, για την ικανοποίησή του από τα μέσα μεταφοράς και τη δυνατότητα ταχύτατων μετεπιβιβάσεων (εισιτήριο 90 λεπτών), καθώς και για τη συχνότητα των δρομολογίων του (μηνιαία κάρτα, ετήσια κάρτα). Συνεπώς η αξία της διαδρομής (είδη εισιτηρίων για MMM, κατανάλωση βενζίνης αυτοκινήτου) με τον τρόπο που την αντιλαμβάνεται ο μεταφερόμενος ανάλογα με τα κοινωνικοοικονομικά του χαρακτηριστικά ή ακόμα και από την κοινωνική του θέση σε συνδυασμό με το συνολικό χρόνο της μετακίνησης δίνει εκείνους τους παράγοντες-μεταβλητές που πρέπει να κωδικοποιηθούν και στη συνέχεια με χρήση ποσοτικών μεθόδων να προτυποποιήσουν την εκάστοτε επιλογή αποδίδοντάς της μια αξία ή αλλιώς χρησιμότητα.

Είναι αδύνατον όμως να γίνει αναφορά σε ανθρώπινες επιλογές και να μην επισημανθεί πως τα ντετερμινιστικά κριτήρια δεν αρκούν για την πλήρη περιγραφή των αποφάσεων του μετακινούμενου ούτε και για την προσομοίωση αυτών. Η εγκεφαλική λειτουργία ως η τελική εκδήλωση των συναισθημάτων και των σκέψεων εκτιμάται και μοντελοποιείται μέσω νευρο-ασαφών συστημάτων. Πρόσφατες μελέτες και από το χώρο των νευροεπιστημών (κλινικές μελέτες και μελέτες με χρήση νευροαπεικονιστικών μεθόδων) δείχνουν την ενεργοποίηση συγκεκριμένων περιοχών και κυκλωμάτων που ελέγχουν συναισθήματα στον εγκέφαλο, κατά τη λήψη μιας απόφασης καθώς και από το αποτέλεσμα μιας επιλογής. Σύμφωνα με τον Damasio (1994) για παράδειγμα, καθώς αξιολογεί κανείς τις διάφορες εναλλακτικές, συχνά οι ορθολογικές κρίσεις δεν είναι επαρκείς για να κάνει μια επιλογή ανάμεσα στις εναλλακτικές : «Τα συναισθήματα τη στιγμή που γίνεται η επιλογή καθώς και τα προβλεπόμενα συναισθήματα που αναμένουμε να βιώσουμε ως αποτέλεσμα μιας επιλογής είναι αυτά που μας καθιστούν ικανούς να επιλέξουμε ανάμεσα σε εναλλακτικές, καμία από τις οποίες δεν είναι ορθολογικά ανώτερη από τις υπόλοιπες». Δηλαδή δε μπορεί να αγνοηθεί η πιθανοτική διάσταση που περιλαμβάνεται στην λήψη απόφασης. Η συμπεριφορική εκδοχή (αίσθηση ασφάλειας, άνεσης) της αποστροφής από μια επιλογή εισάγει την αβεβαιότητα η οποία διακρίνεται σε δυο πηγές: τα αφανή χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών και τα

αφανή ατομικά χαρακτηριστικά. Με την εισαγωγή των υβριδικών λογιστικών μοντέλων το 1996 από τους Ben-Akiva και Bolduc επετεύχθη να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της λογιστικής και πιθανοτικής ανάλυσης. Άλλωστε είναι σαφές ότι δεν υπάρχει η τέλεια διακριτική ικανότητα όπως προϋπόθετε παλιότερα η θεωρία της τυχαίας χρησιμότητας κάνοντας επί της ουσίας χρήση ατελών πληροφοριών. Τα κενά των ατελών πληροφοριών έρχονται να καλύψουν στοιχεία που αφορούν τους λόγους επιλογής μέσου αλλά και τους λόγους αποστροφής των υπολοίπων εναλλακτικών διαθέσιμων επιλογών.

3.1.2. Σύνταξη ερωτηματολογίων

Τα βασικά βήματα για την ανάπτυξη και εφαρμογή μιας έρευνας αγοράς είναι:

- Απόφαση σχετικά με το ποιες πληροφορίες πρέπει να συλλεχθούν
- Επιλογή του τρόπου συλλογής των δεδομένων
- Προσδιορισμός της συγκρότησης του δείγματος και μέθοδος δειγματοληψίας
- Ανάπτυξη του ερωτηματολογίου
- Ανάλυση των δεδομένων

Η ανάγκη δειγματοληψίας προκύπτει από την αδυναμία της επαφής με ολόκληρο τον υπό έρευνα πληθυσμό. Μια μικρή ομάδα από το σύνολο των μετακινούμενων προς την Πολυτεχνειούπολη επιλέγεται με σκοπό να παράσχει πληροφορίες, οι οποίες θα αντιπροσωπεύουν ικανοποιητικά το σύνολο του πληθυσμού. Επειδή η πραγματοποίηση μιας τέλει δειγματοληψίας είναι αδύνατη, ο κάθε ερευνητής καλείται να λάβει υπόψιν του τις αδυναμίες του δείγματος κατά την διάρκεια του σχεδιασμού της έρευνας του. Η καρδιά του ζητήματος της δειγματοληψίας είναι ότι διακρίνεται σε πιθανοτική (τυχαία) και σε μη πιθανοτική. Η πιθανοτική δειγματοληψία ευρέως γνωστή ως τυχαία δειγματοληψία, προβλέπει ότι κάθε μονάδα του πληθυσμού έχει την ίδια, γνωστή πιθανότητα να περιληφθεί στο δείγμα. Χαρακτηριστικό της είναι ότι το τυχαίο δείγμα επιτρέπει τον υπολογισμό της ακρίβειας των αποτελεσμάτων. Αντίθετα στην μη πιθανοτική δειγματοληψία δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα.

Είδη Μεθόδων Δηλωθείσας Προτίμησης

Επιλογής

Ο ερωτώμενος εκφράζει την προτίμηση του ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες εναλλακτικές επιλογές.

Βαθμολόγησης

Ο ερωτώμενος καλείται να βαθμολογήσει τις διάφορες επιλογές είτε σε μια αριθμητική κλίμακα είτε σε κλίμακα σημαντικότητας. Εμβαθύνει περισσότερο στην επιλογή αλλά αποδυναμώνει την ισχύ της προτίμησης.

Κατάταξης

Κατατάσσεται ένας αριθμός από εναλλακτικές επιλογές με σειρά προτίμησης. Συνήθως μέχρι 9 εναλλακτικές, με 4 έως 5 μεταβλητές η καθεμία.

Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι είναι αυτές της κατάταξης και της επιλογής. Συγκρίνοντας αυτές τις δύο μπορεί να παρατηρηθεί:

- Η μέθοδος Κατάταξη παρέχει περισσότερες πληροφορίες
- Η μέθοδος Κατάταξη ενέχει μεγαλύτερη δυσκολία εφαρμογής
- Η μέθοδος Επιλογής είναι ιδανική για προβλέψεις για μελλοντικές καταστάσεις με υποθετικά δεδομένα.
- Και οι δύο μέθοδοι ενισχύουν την αξιοπιστία των απαντήσεων που επιτυγχάνουν με την καταγραφή της πραγματικής επιλογής.
- Η μέθοδος της Κατάταξης χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν στις πρώτες εφαρμογές, αντιθέτως πλέον προτιμάται και χρησιμοποιείται ευρύτατα η μέθοδος της επιλογής

“Η δειγματοληπτική έρευνα είναι η κύρια μέθοδος της καταγραφής της άποψης και της συμπεριφοράς των ανθρώπων” τόνισε ο Hummer το 1994 και πρόσθεσε “Η επιλογή της μεθόδου της έρευνας εξαρτάται από τον τύπο των ερωτήσεων και του δείγματος του πληθυσμού ερευνας”. Στη παρούσα διπλωματική εργασία εφόσον ο πληθυσμός-στόχος

της δειγματοληπτικής έρευνας ήταν οι ενεργοί φοιτητές (προπτυχιακοί, μεταπτυχιακοί), οι καθηγητές όλων των βαθμίδων, και το προσωπικό (γραμματεία, τεχνικό προσωπικό), παρόλο που η πιο διαδεδομένη μέθοδος στη διεθνή βιβλιογραφία είναι η διαδικτυακή έρευνα ακολουθήθηκε η μέθοδος self-administered (ερωτηματολόγια που επιστρέφονται με ευθύνη του ερωτώμενου) με την οποία ο ερωτώμενος απαντάει μόνος του στο ερωτηματολόγιο. Μολονότι η μέθοδος αυτή έχει κάποια μειονεκτήματα (όπως ελλιπή συμπλήρωση, λογική ασυνέπεια κ.α.) τα οποία ξεπερνιούνται από το πλήθος των ερωτηματολογίων (1200 περίπου σε 10000 μετακινήσεις που εκτιμάται πως γίνονται καθημερινά προς την Πολυτεχνειούπολη) και από τη εύληπτη δομή των ερωτήσεων που δεν προκαλούν σύγχυση στον ερωτώμενο. Η μέθοδος αυτή επιλέχθηκε ως η πλέον οικονομική.

Βάση αυτής της μεθόδου έγινε η οργάνωση και ο προγραμματισμός της έρευνας. Καθορίστηκαν τα πακέτα εργασιών που έπρεπε να πραγματοποιηθούν για την επίτευξη των στόχων της έρευνας και τα χρονικά πλαίσια της εργασίας. Το 2005 μια ομάδα συγκοινωνιολόγων φοιτητών του ΕΜΠ, σε στενή συνεργασία με τους καθηγητές, που ανέλαβε τη διεξαγωγή της έρευνας προσδιόρισε το μέγεθος του δείγματος και τη χρονική και χωρική κατανομή του δείγματος. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων έγινε σε επιλεγμένα σημεία όπως αίθουσες διδασκαλίας, γραμματεία και συμβούλια καθηγητών αφού πρώτα έγινε στα φυσικά πρόσωπα αναλυτική παρουσίαση του σκοπού της έρευνας. Στη συνέχεια αφού ελέγχθηκαν τα συμπληρωμένα ερωτηματολόγια για την πληρότητα, την επάρκεια, τη λογική τους συνέπεια, και για τυχόν μεροληψίες ακολούθησε η κωδικοποίηση των στοιχείων και η δημιουργία βάσης δεδομένων με τη χρήση ειδικού λογισμικού (Excel). Σε ένα λευκό φύλο χαρτί συμπληρώνονταν αρχικά από την ομάδα των φοιτητών τα στοιχεία που αφορούσαν το τόπο, το χρόνο διεξαγωγής της έρευνας καθώς και οι καιρικές συνθήκες.

3.1.3. Περιγραφή ερωτηματολογίου

Στη συνέχεια δίνονταν οι απαραίτητες οδηγίες για την ορθότερη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων. Κατόπιν οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν σε μια σειρά

ερωτήσεων κλειστού και ανοικτού τύπου. Πιο συγκεκριμένα ρωτήθηκαν για το φύλο, την ηλικία και τον αριθμό μελών της οικογένειάς τους. Επίσης τους ζητήθηκε να απαντήσουν πόσα ΙΧ διαθέτει η οικογένειά τους και αν είναι κάτοχοι διπλώματος ΙΧ. Επιπλέον πληροφορίες όπως η καταγωγή τους, η κατοικία, η σχολή και η ιδιότητα (φοιτητής, διδάσκων/ΔΕΠ, άλλο) συμπλήρωναν το αναγνωριστικό τμήμα του ερωτηματολογίου. Ακολούθως ζητήθηκε η περιγραφή των διαδοχικών μετεπιβιβάσεων τους για τη μετακίνησή τους προς μια από τις τέσσερις πύλες εισόδου της Πολυτεχνειούπολης (Αντοχή Υλικών, Κοκκινοπούλου, Κατεχάκη, Ζωγράφου) και πιο συγκεκριμένα ζητήθηκε να καταγράψουν το μέσο που επιλέγουν, την ώρα και τη στάση ή περιοχή επιβίβασης και αποβίβασής τους από αυτό. Επιπλέον καταγράφοντας μια σειρά από πιθανούς λόγους που επέλεξαν το μέσο αυτό τους ζητήθηκε να σημειώσουν μια ή και παραπάνω απαντήσεις. Τα παραπάνω αναφέρονται στην μπροστινή σελίδα του φύλλου που τους μοιράστηκε. Στην πίσω σελίδα ερωτώνται για το χρόνο πεζής διαδρομής, για την πύλη εισόδου, για το συνολικό χρόνο μετακίνησης, για τον τρόπο πληρωμής στην περίπτωση που για τη συγκεκριμένη μετακίνηση επιλέγουν ΜΜΜ και τέλος για τους λόγους που δεν επιλέγουν ΜΜΜ για τη συγκεκριμένη μετακίνηση (βλέπε Παράρτημα Δ).

Από την παραπάνω περιγραφή γίνεται κατανοητό πως η δομή του ερωτηματολογίου είναι τέτοια ώστε να δίνονται οι παρακάτω πληροφορίες:

- ο Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά (φοιτητής/διδάσκων/προσωπικό, σχολή, πλήθος ΙΧ οικογένειας, τόπος διαμονής)
- ο Δημογραφικά χαρακτηριστικά (φύλο, ηλικία, πλήθος μελών οικογένειας, καταγωγή)
- ο Χαρακτηριστικά Μετακίνησης (τύπος μέσου, ώρα και στάση-περιοχή επιβίβασης-αποβίβασης, πλήθος μετεπιβιβάσεων, καθυστέρηση μετεπιβίβασης, χρόνος πεζής διαδρομής από τελευταία αποβίβαση στο προορισμό, πύλη εισόδου πολυτεχνειούπολης, συνολικός χρόνος μετακίνησης, τρόπος πληρωμής για χρήση ΜΜΜ)
- ο Choice set (κατοχή διπλώματος ΙΧ)

- ο Αφανή χαρακτηριστικά όπως λόγοι επιλογής μέσου (μοναδική επιλογή/ ταχύτητα/ οικονομία/ συνήθεια/ ασφάλεια/ άνεση/ άλλο) και λόγοι μη χρήσης MMM(μεγάλες καθυστερήσεις/ ανεπαρκής σύνδεση/ κόστος/ έλλειψη άνεσης/ άλλο).

Σε γενικές γραμμές, τα ερωτηματολόγια διαμορφώθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να μην χρειάζονται πολλές διευκρινήσεις, να μην υπάρχουν δυσνόητες έννοιες, να είναι οι ερωτήσεις σαφείς και σύντομες και να υπάρχει λογική σειρά μεταξύ των διαδοχικών ερωτήσεων.

3.1.4. Περιοχή έρευνας

Στο ΕΜΠ λειτουργούν εννέα σχολές: Πολιτικών Μηχανικών, Μηχανολόγων Μηχανικών, Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, Αρχιτεκτόνων, Χημικών Μηχανικών, Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Εφαρμοσμένων Μαθηματικών & Φυσικών Επιστημών. Οι σχολές αυτές στεγάζονται όλες στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου πλην της σχολής των Αρχιτεκτόνων της οποίας οι εγκαταστάσεις παραμένουν στο συγκρότημα της Πατησίων.

Τα κριτήρια με τα οποία έγινε η χωρική κατανομή της αποστολής των ερωτηματολογίων είναι τα εξής:

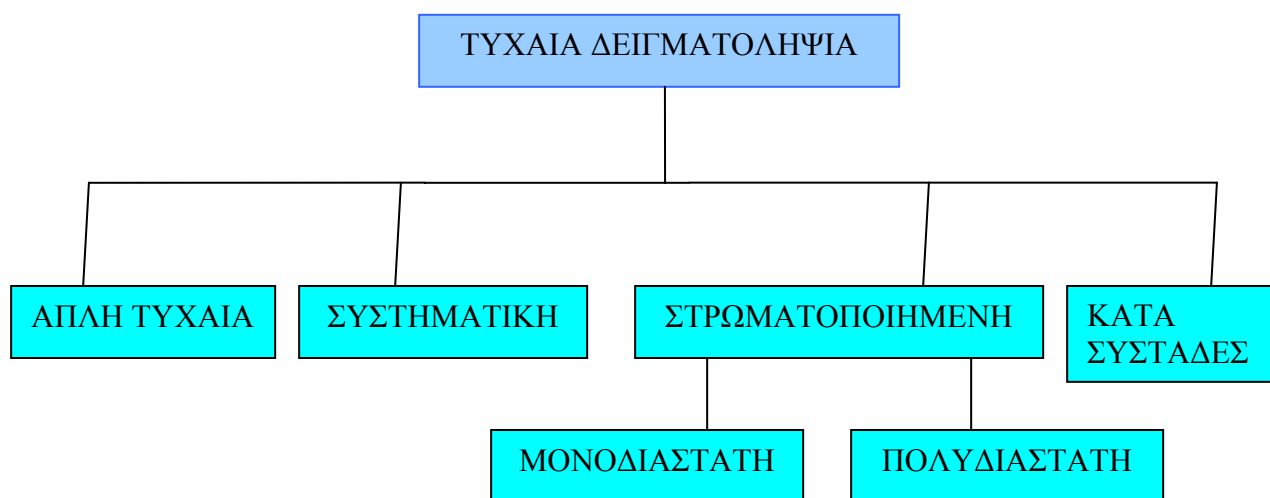
- ο Κομβικότητα χώρου συγκέντρωσης πληθυσμού
- ο Δυνατότητα εύκολης πρόσβασης σε στάση
- ο Στρωματοποιημένη καταγραφή με βάση την ιδιότητα του πληθυσμού-στόχου
- ο Πρόσβαση σε υπηρεσίες-λειτουργίες εντός του ιδρύματος.

Πιο συγκεκριμένα η σχολή Πολιτικών Μηχανικών έχει τη δυνατότητα λόγω των πολλών εγγεγραμμένων φοιτητών της να δώσει επαρκές δείγμα. Τα κτίριά της τα οποία στεγάζουν αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια, τομείς και γραμματεία εκτείνονται σε μια αρκετά εκτεταμένη επιφάνεια στην οποία έχει τη δυνατότητα να εισέλθει κάποιος είτε

μέσω της πύλης Αντοχής Υλικών (κτίριο που διδάσκονται μαθήματα πολλών σχολών), είτε μέσω της πύλης Ζωγράφου. Η συγκεκριμένη σχολή όπως και η σχολή των Τοπογράφων Μηχανικών έχουν εύκολη πρόσβαση σε στάση του εσωτερικού λεωφορείου 242 συγκριτικά με τις υπόλοιπες σχολές, οι οποίες στεγάζονται σε κοντινά κτίρια. Ένα άλλο χαρακτηριστικό των υπολοίπων σχολών είναι ότι βρίσκονται κοντά σε υπηρεσίες (είτε του ιδρύματος είτε σε σύμβαση με αυτό) που είναι πιθανό να συγκεντρώνουν σημαντικό αριθμητικό πληθυσμό (εστιατόριο, φωτοτυπικό κέντρο, βιβλιοπωλείο, βιβλιοθήκη). Γενικά τα χωροθετικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης εκτός του ενδιαφέροντος που παρουσιάζουν για το τρόπο που μπορεί να επηρεάζουν τις μετακινήσεις εντός του ιδρύματος, αποτέλεσαν κριτήριο για την αποστολή των ερωτηματολογίων.

3.1.5. Δειγματοληψία

Ο πληθυσμός-στόχος από τον οποίο έπρεπε να αντληθούν οι δειγματοληπτούμενες μονάδες (sampling unit) στα πλαίσια της παρούσας έρευνας είναι τα φυσικά πρόσωπα που μετακινούνται προς την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου με οποιοδήποτε μέσο (Αστικές Συγκοινωνίες, ταξί, ΙΧ, δίκυκλο, πεζή, άλλο) και από οποιαδήποτε πύλη εισόδου.



Σχήμα 1 : Μέθοδοι τυχαίας δειγματοληψίας

Για τη συλλογή του δείγματος ακολουθήθηκε η μέθοδος της πολυδιάστατης στρωματοποιημένης δειγματοληψίας. Στην πρώτη διάσταση της έρευνας τα στρώματά της ήταν οι τρεις ιδιότητες των μελών της Πανεπιστημιακής κοινότητας (προπτυχιακοί-μεταπτυχιακοί, διδάσκοντες, προσωπικό). Για να εξασφαλιστεί η διασπορά του δείγματος τα ερωτηματολόγια κατανεμήθηκαν στους χώρους εργασίας αυτών και όχι σε στάσεις λεωφορείων ή σε πύλες εισόδου ή σε οποιαδήποτε άλλα σημεία στα οποία εκ των προτέρων υπάρχει κίνδυνος μεροληψίας υπέρ της μιας ή της άλλης επιλογής μέσου. Στη δεύτερη διάσταση (μέλος-φοιτητής) το δείγμα είναι στρωματοποιημένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η συγκέντρωση και ανάλυση των στοιχείων με βάση:

- ο Τη σχολή (Διότι όπως αναφέρθηκε παραπάνω κάθε σχολή εκτός από τα χωροθετικά χαρακτηριστικά της διαμορφώνει-καθορίζει το κοινωνικοοικονομικό status του φοιτητή. Δεν είναι ενδεχομένως τυχαίο πως σε αντίθεση με άλλες σχολές στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών οι διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης είναι σχεδόν πλήρεις καθημερινά.)
- ο Το έτος φοίτησης (Διότι όσο αυξάνεται το έτος σπουδών του φοιτητή εκτιμάται πως ο δείκτης ιδιοκτησίας ΙΧ αυξάνεται. Άλλωστε οι φοιτητές των δυο τελευταίων ετών απασχολούνται τα απογεύματα με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι ανάγκες χρήσης ΙΧ για ταχύτερες μετακινήσεις)
- ο Την ηλικία του ερωτώμενου (Διότι εκτιμάται πως οι 18χρονοι και 19χρονοι φοιτητές λόγω της πρόσφατης εισαγωγής τους στο ίδρυμα είτε δεν έχουν ακόμα διερευνήσει σε βάθος την πληθώρα των εναλλακτικών επιλογών της μετακίνησης τους, είτε δεν έχουν δίπλωμα οδήγησης)

Το ίδιο θα συνέβαινε και για τους φοιτητές της επαρχίας με τη διαφορά ότι οι περισσότεροι μένουν στην εστία του ιδρύματος ή σε κοντινές περιοχές του Ζωγράφου. Συνεπώς μια διαστρωμάτωση με βάση την καταγωγή θα μεροληπούσε υπέρ της επιλογής του βαδίσματος, του ποδηλάτου και του λεωφορείου σε βάρος της επιλογής του αυτοκινήτου.

Με την παραπάνω δειγματοληπτική μέθοδο, εξασφαλίστηκε η τυχαιότητα και η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος ως προς τα βασικά χαρακτηριστικά του πραγματικού πληθυσμού του δικτύου έρευνας.

3.1.6. Έρευνα πεδίου

Η διεξαγωγή της έρευνας επιλέχθηκε να γίνει στα τέλη του έτους 2005. Είναι η χρονιά κατά την οποία σημειώθηκαν αρκετές εξελίξεις στο τομέα μεταφορών. Οπότε εκτιμάται ότι αφομοιώθηκε πλήρως από τον κόσμο το συγκοινωνιακό μοντέλο που αναπτύχθηκε για την ποιοτική αναβάθμιση των μεταφορών στην Αθήνα, ως πρωτεύουσα που μόλις πριν ένα χρόνο φιλοξένησε τους Ολυμπιακούς αγώνες. Επιπλέον επειδή το εαρινό εξάμηνο δεν έχει μαθήματα για τους φοιτητές του 5^{ου} έτους, εποχή που οι τελειόφοιτοι εκπονούν τη διπλωματική τους εργασία, επιλέχθηκε η δειγματοληπτική έρευνα να διεξαχθεί το χειμερινό εξάμηνο ώστε το δείγμα να είναι πιο αντιπροσωπευτικό.

Τα κριτήρια με τα οποία έγινε η χρονική κατανομή της έρευνας ήταν τα εξής:

- ο Χαρακτηριστικά τυπικής ημέρας
- ο Κατανομή ερωτηματολογίων στο ευρύτερο χρονικό διάστημα της συλλογής στοιχείων

Έτσι, ο συνολικός αριθμός ερωτηματολογίων που είχε καθορισθεί στη φάση σχεδιασμού δεν εξαντλούνταν στο μικρότερο δυνατό διάστημα, αλλά κατανέμονταν σε ώρες εντός και εκτός αιχμής, σε πρωινές αλλά και σε μεσημεριανές ώρες και σε διάφορες, όχι απαραίτητα συνεχείς ημέρες. Για να εξασφαλιστεί, κατά το δυνατό, η τυχαιότητα και αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος εξαιρέθηκαν μετρήσεις που θα μπορούσαν να γίνουν σε αργίες, σε απεργίες των ΜΜΜ, σε ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες, σε εξεταστική περίοδο, σε εποχή καταλήψεων και διαδηλώσεων στο κέντρο της Αθήνας.

Πιο συγκεκριμένα, τα ερωτηματολόγια κατανεμήθηκαν τις τυπικές εργάσιμες ημέρες μεταξύ 29/11/05 έως 20/12/05 , στο χρονικό διάστημα από 10:30 π.μ. έως 14:45 μ.μ. Τις ημέρες εκείνες ο καιρός ήταν ιδιαίτερος καλός έως αίθριος για τα επίπεδα της εποχής.

Στην επόμενη σελίδα δίνεται ακριβές ημερήσιο πρόγραμμα της δειγματοληπτικής έρευνας:

Πιν.α. Πρόγραμμα Δειγματοληπτικής Έρευνας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΕΤΟΣ	ΣΧΟΛΗ & ΧΩΡΟΣ
29/11/05	12:00-12:30	2 ^ο	ΥΠΑΙΘΡΙΟ-ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ Πολιτικών Μηχανικών ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ
	13:30-14:00	1 ^ο	
30/11/05	10:45-11:00	5 ^ο	κτ.ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ Πολιτικών Μηχανικών Αμφ.Σιδηροδρομικής
	11:30-11:45	5 ^ο	
	13:30-14:15	3 ^ο	
7/12/05	13:30-13:45	5 ^ο	Πολιτικών Μηχανικών
9/12/05	10:30-10:45	4 ^ο	Πολιτικών Μηχανικών
13/12/05	13:30-13:45	1 ^ο	Η.Μ.Μ.Υ.
	13:30-13:45	-	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ Ε.Μ.Φ.Ε.
	12:30-12:45	-	ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΙ Ε.Μ.Φ.Ε.
	13:30-13:45	1 ^ο	Ε.Μ.Φ.Ε.
	13:15-13:30	2 ^ο	
	13:15-13:30	4 ^ο	
19/12/05	12:30-12:45	2 ^ο	ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ Η.Μ.Μ.Υ. ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΔΡΕΣ
	12:45-13:00	3 ^ο	
	13:30-13:45	4 ^ο	
	13:45-14:00	5 ^ο	
20/12/05	10:30-10:45	-	ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ- ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΤΟΠ.ΜΗΧ
	12:30-12:45	1 ^ο	ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧ.
20/12/05	10:30-10:45	1 ^ο	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
	11:30-11:45	2 ^ο	
	12:30-12:45	3 ^ο	
	13:30-13:45	4 ^ο	
	14:30-14:45	5 ^ο	

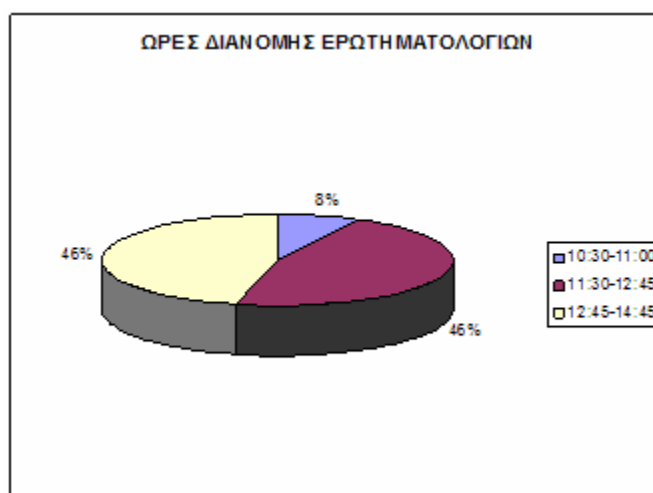
3.2.Ανάλυση των Στοιχείων της Έρευνας

3.2.1. Χαρακτηριστικά έρευνας

Αρχικά τονίζεται πως η ανάλυση των στοιχείων της έρευνας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS.

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά της έρευνας μετακινήσεων στο ΕΜΠ. Αρχικά απεικονίζονται γραφικά το ποσοστό των ερωτηματολογίων που απαντήθηκε ανά ώρα, ημέρα και χώρο στον οποίο πραγματοποιήθηκε η έρευνα.

Στο παρακάτω διάγραμμα διαφαίνονται οι ώρες στις οποίες πραγματοποιήθηκε η έρευνα. Σημειώνεται πως οι ώρες αυτές δεν επελέγησαν τυχαία αλλά με γνώμονα να έχουν ολοκληρωθεί όσο το δυνατόν περισσότερες μετακινήσεις κυρίως από πλευράς φοιτητών. Από τις 10:30 έως τις 11:00 συμπληρώθηκε το 8% των ερωτηματολογίων, από τις 11:30 έως τις 12:45 το 46% και από τις 12:45 έως τις 14:45 το υπόλοιπο 46%.



Δ.Ε1: Ποσοστό συμπληρωμένων ερωτηματολογίων ανά ώρα της ημέρας

Τα περισσότερα ερωτηματολόγια απαντήθηκαν το μήνα Δεκέμβριο και συγκεκριμένα το 23,8% στις 20 Δεκεμβρίου, το 21,4% στις 13 Δεκεμβρίου το 19,0% στις 19 Δεκεμβρίου και το υπόλοιπο 7,6 το πρώτο δεκαήμερο του μήνα Δεκέμβρη. Στο δε τέλος του μήνα Νοέμβρη συμπληρώθηκε το 15,1% στις 29 του μήνα και το 11,8% στις 30.

Πιν.Ε01: Ποσοστό ερωτηματολογίων που απαντήθηκαν ανά ημέρα

ΟΚΤ-13	ΝΟΕ-29	ΝΟΕ-30	ΔΕΚ-07	ΔΕΚ-09	ΔΕΚ-13	ΔΕΚ-19	ΔΕΚ-20
1,2	15,1	11,8	2,7	4,9	21,4	19,0	23,8

Οι δε χώροι στους οποίους πραγματοποιήθηκε η έρευνα επελέγησαν με κριτήριο να είναι σημεία όπου οι φοιτητές κάθε σχολής συνηθίζουν να συγκεντρώνονται.

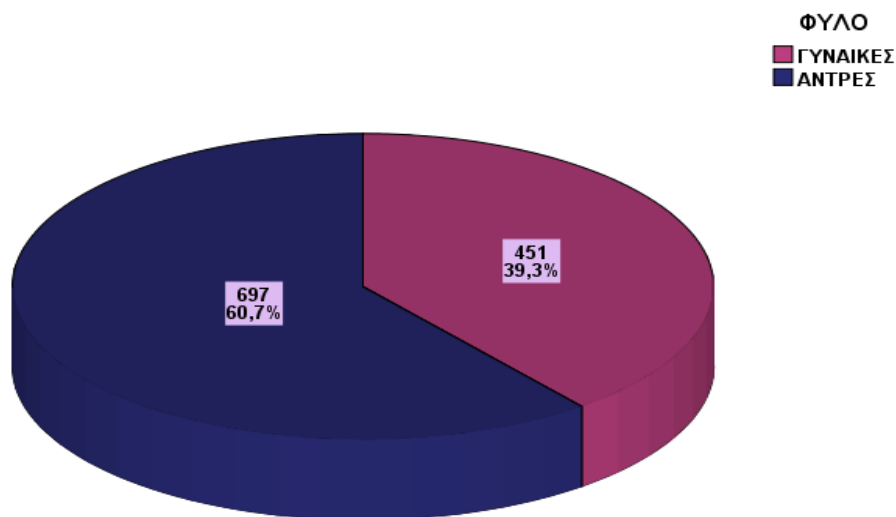
Πιν.Ε02: Ποσοστό ερωτηματολογίων ανά χώρο και κτήριο

Γενικές Έδρες	14,3
Κτήριο Αντοχής Υλικών	2,9
Κτήριο Η.Μ.Μ.Υ.	21,8
Κτήριο Μηχαν.Μηχ.	18,1
Κτήριο Ναυπηγών Μηχ.	2,0
Κτήριο Υδραυλικής	2,0
Κυλικείο Ε.Μ.Φ.Ε.	1,4
Κυλικείο Τοπογράφων	0,8
Νέα Κτήρια Η.Μ.Μ.Υ	4,2
Νέα Κτήρια Πολ.Μηχ.	32,5

3.2.2. Χαρακτηριστικά δείγματος μετακινούμενων προς Πολυτεχνειούπολη

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η μηχανογράφηση των συμπληρωμένων ερωτηματολογίων. Στη συνέχεια επελέγησαν τα ερωτηματολόγια τα οποία είχαν μια ικανοποιητική επάρκεια σε ότι αφορά την ορθή αποτύπωση δεδομένων και στοιχείων σχετικών με την περιγραφή της ατομικής μετακίνησης με προορισμό την πολυτεχνειούπολη του ΕΜΠ. Ύστερα λοιπόν από το οριστική αφαίρεση των μη επαρκώς συμπληρωμένων ερωτηματολογίων ακολούθησε η ανάλυση και η επεξεργασία των εναπομεινάντων 1150 ερωτηματολογίων που αποτέλεσαν και το δείγμα. Τα χαρακτηριστικά τα οποία αποτυπώθηκαν ακολουθούν παρακάτω.

Εκ των 1150 απαντήσεων στην σχετιζόμενη ερώτηση με το φύλο, απάντησαν οι 1148 εκ των οποίων το 60,7% άντρες και το 39,3% γυναίκες.



Δ.Χ1: Ποσοστό αντρών - γυναικών

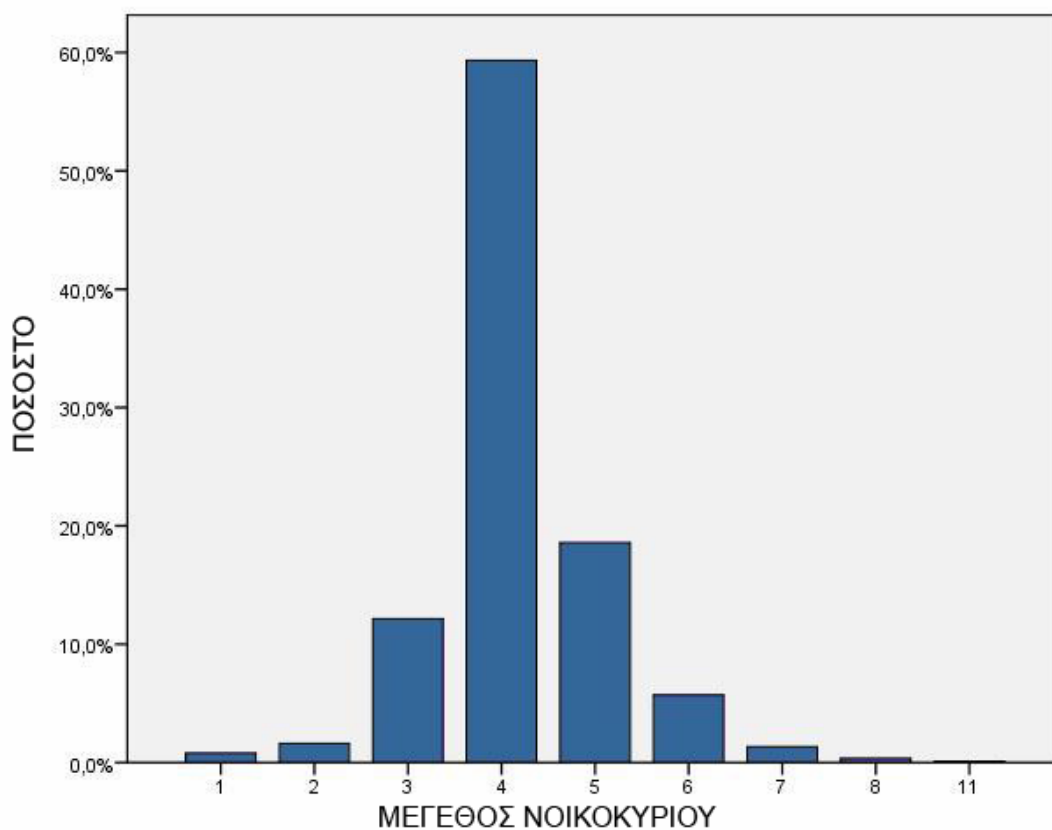
Η κατηγοριοποίηση του δείγματος σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα έδωσε την παρακάτω εικόνα.

Πιν.Χ01: Σχέση ηλικίας με πλήθος μετακινούμενων

ΗΛΙΚΙΑ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
17-18	272	23,7
19	190	16,5
20	173	15,0
21	162	14,1
22	90	7,8
23	46	4,0
24-27	82	7,1
28-60	42	3,7
Δ.Ξ./Δ.Α.	93	8,1
ΣΥΝΟΛΟ	1150	100

Στην σχετική ερώτηση με τη ηλικία απάντησαν οι 1057 εκ των 1150. Το 23,7% είχαν ηλικία από 17 έως 18 ετών, το 16,5% ηλικίας 19 ετών, το 15% ηλικίας 20 ετών, οι 14,1% ηλικίας 21 ετών, το 7,8% ηλικίας 22 ετών, το 4,0% ηλικίας 23 ετών, το 7,1% ηλικίας από 24 έως 27 ετών και το 3,7% ηλικίας από 28 έως 60 ετών.

Αναμενόμενη δε ήταν η εικόνα που παρουσιάστηκε όσον αφορά τα μέλη οικογενείας. Στοιχεία μας έδωσαν τα 1119 ερωτηματολόγια από τα 1150.



Δ.Χ2: Ποσοστό μετακινούμενων ανά μέγεθος νοικοκυριού

Σημειώνεται πως το 57,7% του δείγματος αριθμούσε τέσσερα μέλη οικογενείας και ακολουθούν το 18,1% με πέντε μέλη οικογενείας και το 11,8% με τρία μέλη οικογενείας.

Οι σχετικές ερωτήσεις με τον πλήθος των Ι.Χ. ανά νοικοκυριό παρουσίασαν τα παρακάτω ποσοστά.

Πιν.Χ02: Σχέση πλήθους ΙΧ με πλήθος μετακινούμενων

ΠΛΗΘΟΣ ΙΧ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
0	35	3,0
1	305	26,5
2	497	43,2
3	202	17,6
4	42	3,7
5	12	1,0
6	5	0,4
7	2	0,2
9	1	0,1
Δ.Ξ./Δ.Α.	49	4,3
ΣΥΝΟΛΟ	1150	100

Όπου το 43,2% δήλωσε πως έχει δύο Ι.Χ., το 26,5% ένα Ι.Χ. και το 17,6% τρία Ι.Χ.

Για πρακτικούς λόγους όμως, δηλαδή για να φανερώνεται μια ακριβέστερη και πιο περιγραφική εικόνα για την κατοχή ΙΧ, το δείγμα αναλύθηκε και σε ομάδες δεικτών ιδιοκτησίας, ήτοι το πλήθος αυτοκινήτων που δηλώθηκε διαιρούμενο με τα μέλη οικογενείας κάθε νοικοκυριού.

Πιν.Χ03: Σχέση δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ με πλήθος μετακινούμενων

ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΙΧ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
ΜΗΔΕΝ	35	3,0
(0,00-0,25]	242	21,0
(0,25-0,50]	511	44,4
(0,50-0,75]	227	19,7
(0,75-1,00]	67	5,8
(1,00-3,00]	15	1,3
Δ.Ξ./Δ.Α.	53	4,6
ΣΥΝΟΛΟ	1150	100

Εκ των 1150 ερωτηματολογίων στοιχεία μας έδωσαν τα 1097. Τα αποτελέσματα ήταν και πάλι αναμενόμενα, αφού το 44,4% του δείγματος ανήκει στην κατηγορία (1/4-2/4] και ακολουθούν το 21,0% της κατηγορίας (0/4-1/4] και το 19,7% της κατηγορίας (2/4-3/4].

Στην σχετιζόμενη ερώτηση με την κατοχή ή μη διπλώματος οδήγησης απάντησαν οι 1122 εκ των 1150. Από αυτούς που απάντησαν το 61% δήλωσε θετικά και το 39% αρνητικά.

Πιν.Χ04: Σχέση διπλώματος οδήγησης με πλήθος μετακινούμενων

ΔΙΠΛΩΜΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
ΝΑΙ	684	59,5
ΟΧΙ	438	38,1
Δ.Ξ./Δ.Α.	28	2,4
ΣΥΝΟΛΟ	1150	100

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται μια αναμενόμενη εικόνα όπου οι η κατοχή διπλώματος οδήγησης είναι σημαντικά μειωμένη στις γυναίκες.

Πιν.Χ05: Σχέση κατοχής διπλώματος οδήγησης με φύλο

ΚΑΤΟΧΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ (1121 έγκυρες / 1150 απαντήσεις)			
ΦΥΛΟ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΣΥΝΟΛΟ
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	239	202	441
	54,2%	45,8%	100,0%
ΑΝΤΡΕΣ	199	481	680
	29,3%	70,7%	100,0%

Η δε συσχέτιση της κατοχής διπλώματος οδήγησης με τις ηλικιακές ομάδες απέδειξε το αναμενόμενο γεγονός του μικρού ποσοστού κατοχής διπλώματος οδήγησης στις

νεαρότερες ηλικίες και την σταδιακή αύξηση του ποσοστού αυτού αυξανόμενης της ηλικίας.

Πιν.Χ06: Σχέση ηλικιακών ομάδων με κατοχή διπλώματος οδήγησης

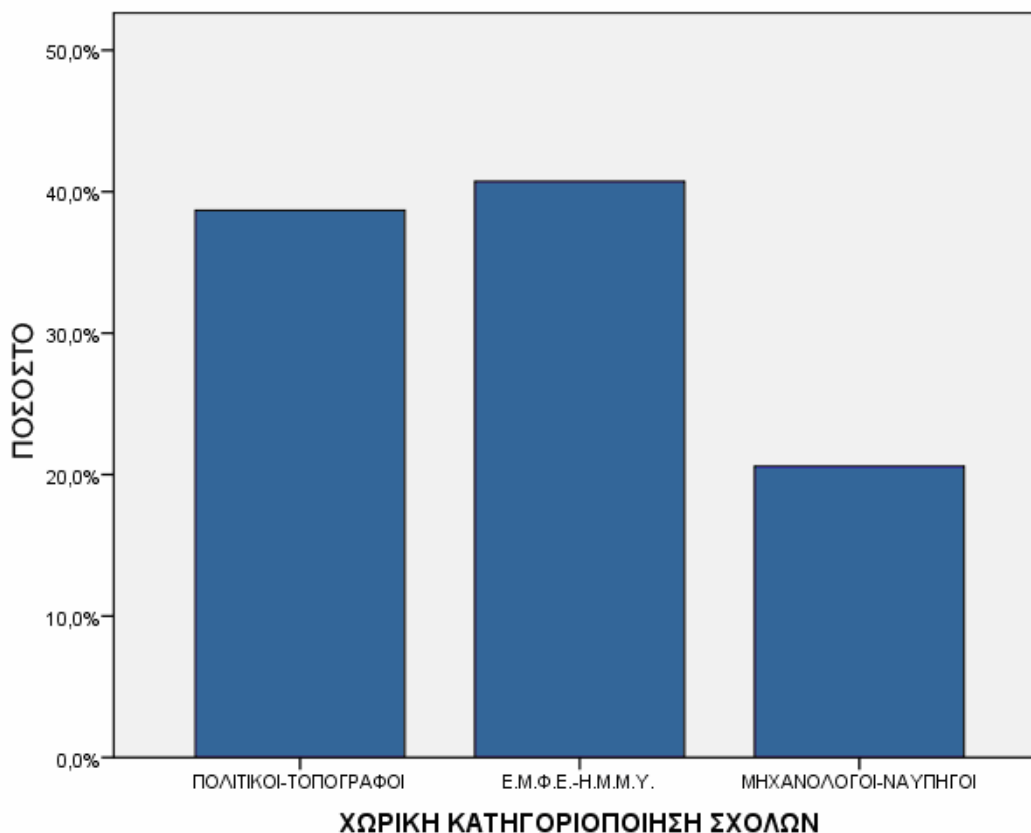
ΚΑΤΟΧΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ (1032 έγκυρες / 1150 απαντήσεις)			
ΗΛΙΚΙΑΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΣΥΝΟΛΟ
17-18	216	50	266
	81,2%	18,8%	100,0%
19	75	109	184
	40,8%	59,2%	100,0%
20	51	118	169
	30,2%	69,8%	100,0%
21	38	119	157
	24,2%	75,8%	100,0%
22-23	25	109	134
	18,7%	81,3%	100,0%
24-60	12	110	122
	9,8%	90,2%	100,0%

Το πλήθος των μετακινούμενων του δείγματος ανάλογα με τη σχολή έχει την παρακάτω εικόνα. Όπου απάντησαν οι 1127 από τους 1150.

Πιν.Χ07: Σχέση σχολών με πλήθος μετακινούμενων

ΣΧΟΛΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ	15	1,3
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ	421	36,6
Ε.Μ.Φ.Ε.	143	12,4
Η.Μ.Μ.Υ	316	27,5
ΝΑΥΠΗΓΩΝ	26	2,3
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ	206	17,9
Δ.Ξ./Δ.Α.	23	2,0
ΣΥΝΟΛΟ	1150	100

Για πρακτικούς λόγους όμως έγινε χωρική κατηγοριοποίηση των σχολών, όπου η σχολή των Τοπογράφων Μηχανικών συνενώθηκε με την σχολή των Πολιτικών Μηχανικών, η σχολή Ε.Μ.Φ.Ε. με την σχολή Η.Μ.Μ.Υ. και η σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών με την σχολή Ναυπηγών Μηχανικών. Η κατηγοριοποίηση αυτή δικαιολογείται από το γεγονός της εγγύτητας όσον αφορά την χωροθέτηση των εκάστοτε σχολών που αποτελούν το εκάστοτε χωρικό σύνολο. Επίσης η ομαδοποίηση αυτή ενισχύεται κι από το γεγονός ότι τα πραγματικά ποσοστά (βάση καταλόγων ΕΜΠ) έχουν την εξής εικόνα: το 40,7% (39,9%) των ενεργών φοιτητών του ΕΜΠ, εξαιρουμένης της σχολής των Αρχιτεκτόνων Μηχανικών μιας και οι φοιτητές της συγκεκριμένης σχολής σπανίως έχουν προορισμό την Πολυτεχνειόπολη Ζωγράφου, ανήκει στις σχολές Η.Μ.Μ.Υ. και Ε.Μ.Φ.Ε., το 24% (37,9%) ανήκει στις σχολές των Πολιτικών Μηχανικών και των Αγρονόμων – Τοπογράφων Μηχανικών και τέλος το 18,5% (20,2%) ανήκει στις σχολές των Μηχανολόγων Μηχανικών και των Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, με τα αντίστοιχα ποσοστά του δείγματός μας να αναγράφονται εντός των παρενθέσεων.



Δ.Χ3: Ποσοστό μετακινούμενων σε σχέση με την χωρική κατηγοριοποίηση

Επίσης το πλήθος των μετακινούμενων ανάλογα με το εξάμηνο σπουδών παρουσιάζει τα παρακάτω χαρακτηριστικά. Απάντηση έδωσαν οι 1120 εκ των 1150. Σημειώνεται πως το 94,5% ήταν φοιτητές και το 4,8% είχε είτε την ιδιότητα του Μεταπτυχιακού Φοιτητή είτε του ΔΕΠ είτε άλλη.

Πιν.Χ08: Σχέση εξαμήνου σπουδών με πλήθος μετακινούμενων

ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
ΠΡΩΤΟ	304	28,5
ΤΡΙΤΟ	221	20,8
ΠΕΜΠΤΟ	173	16,3
ΕΒΔΟΜΟ	194	18,3
ΕΝΑΤΟ	140	13,1
ΕΝΔΕΚΑΤΟ ΚΑΙ ΑΝΩ	33	3,0
ΣΥΝΟΛΟ	1065	100

Επίσης αναπαρίσταται σε μορφή διαγράμματος και σε πίνακα η παραπάνω σημείωση, όπου και φαίνονται αναλυτικότερα τα ποσοστά και το πλήθος των μετακινούμενων του δείγματος ανάλογα με την ιδιότητα.

Πιν.Χ09: Σχέση ιδιότητας με πλήθος μετακινούμενων

ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
ΦΟΙΤΗΤΕΣ	1087	94,5
ΔΕΠ	14	1,2
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΙ & ΛΟΙΠΟΙ	41	3,6
Δ.Ξ./Δ.Α.	8	0,7
ΣΥΝΟΛΟ	1150	100

Ακολουθεί πίνακας με τις περιοχές γέννησης των μετακινήσεων σε ομαδοποιημένη μορφή: Βόρειες, Νότιες, Ανατολικές, Δυτικές, Κεντρικές, Εκτός Αθηνών και Πλησίον της Πολυτεχνειούπολης.

Πιν.X10: Περιοχές προέλευσης μετακινούμενων

ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ	ΒΟΡΕΙΑ	ΔΥΤΙΚΑ	ΝΟΤΙΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΑ	ΠΛΗΣΙΟΝ ΕΜΠ	ΕΚΤΟΣ ΑΘΗΝΩΝ
144	180	99	149	233	284	61
12,5	15,7	8,6	13,0	20,3	24,7	5,3

Στα παραπάνω στοιχεία έγινε περαιτέρω ανάλυση με σκοπό να φανεί πόσοι εκ των φοιτητών του δείγματος διέμεναν σε μόνιμη ή προσωρινή κατοικία. Οι ερωτώμενοι καλούνταν να απαντήσουν για την περιοχή κατοικίας (βλέπε Παράρτημα Β) και τον τόπο καταγωγής. Κατ' αυτό τον τρόπο ύστερα από διασταύρωση των στοιχείων αυτών συναγόταν το συμπέρασμα της μόνιμης ή προσωρινής κατοικίας. Εάν δηλαδή ο ερωτηθείς είχε απαντήσει πως καταγόταν από περιοχή εκτός Αθηνών και δήλωνε περιοχή κατοικίας εντός της Αθήνας τότε λαμβανόταν στο ποσοστό των ατόμων που διαμένουν σε προσωρινή κατοικία κ.ο.κ. Έτσι λοιπόν συνάχθηκε πως το 60,1% διέμενε σε μόνιμη κατοικία και το 36,6% σε προσωρινή.

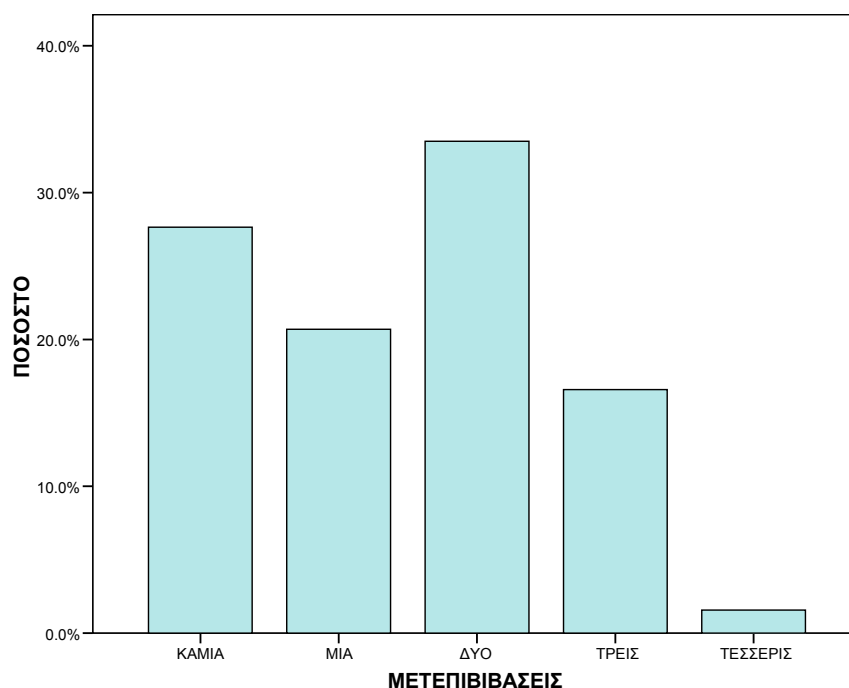
Πιν.X11: Μόνιμες κατοικίες – Προσωρινές κατοικίες

(1122 έγκυρες/1150 απαντήσεις)		
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
ΜΟΝΙΜΗ	691	60,1%
ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ	421	36,6%
Δ.Ξ./Δ.Α.	10	3,3%

3.2.3. Χαρακτηριστικά μετακίνησης προς Πολυτεχνειούπολη

Μετεπιβιβάσεις

Στα πλαίσια της έρευνας ζητήθηκε από τους ερωτώμενους να περιγράψουν λεπτομερώς το προφίλ των μετακινήσεών τους. Αξιοσημείωτο ενδιαφέρον προέκυψε σχετικά με το πλήθος και τον τύπο των μέσων που χρησιμοποιούν.



Δ.Μ1: Πλήθος μετακινούμενων ανάλογα με το πλήθος των μετεπιβιβάσεων

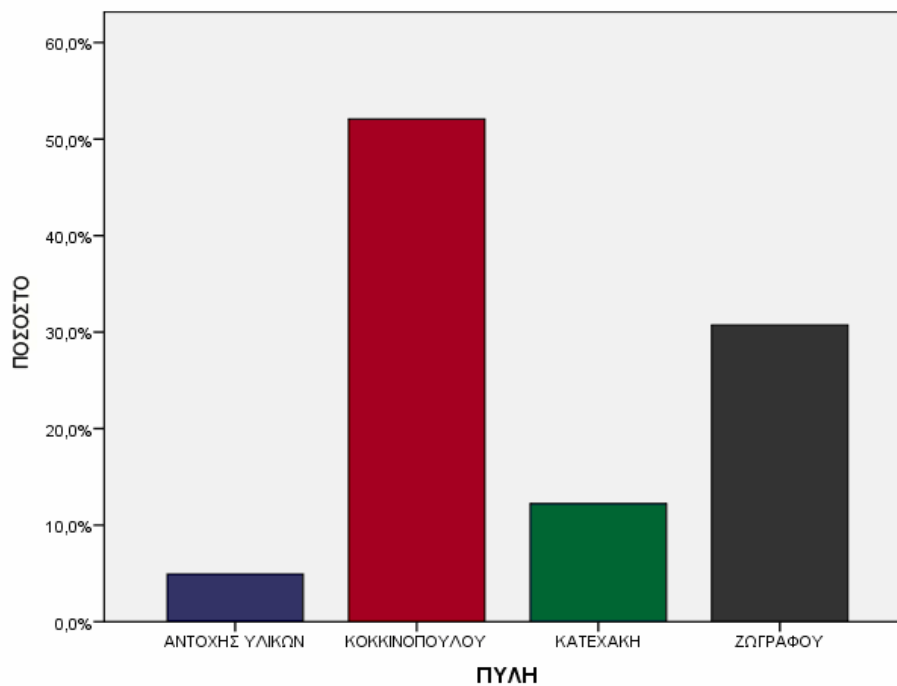
Σχετικά με το πλήθος των μέσων που χρησιμοποιούν, δηλαδή με τον αριθμό των μετεπιβιβάσεων που είναι απαραίτητος προκειμένου να προσέλθουν οι μετακινούμενοι στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, παρατηρείται ότι το ποσοστό που δεν μετεπιβιβάζεται (δηλαδή το ποσοστό των μετακινούμενων που χρησιμοποιούν ένα και μοναδικό ΜΜΜ) είναι περίπου 28%

Πιν.Μ01: Σχέση ηλικιακών ομάδων με πλήθος μετεπιβιβάσεων

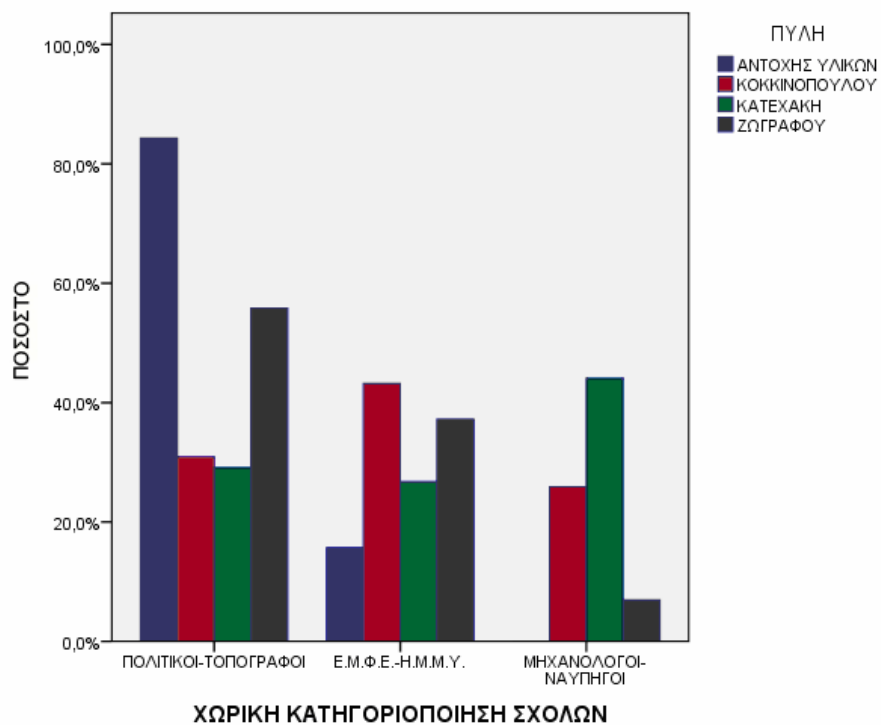
ΗΛΙΚΙΑΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ	ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ (1057 έγκυρες / 1150 απαντήσεις)				
	ΚΑΜΙΑ	ΜΙΑ	ΔΥΟ	ΤΡΕΙΣ	ΤΕΣΣΕΡΙΣ
17-19	32,9%	56,2%	59,6%	64,3%	60,0%
20-23	52,2%	32,2%	35,9%	28,6%	40,0%
24-27	9,5%	8,3%	3,0%	6,1%	,0%
28-60	5,4%	3,3%	1,5%	1,0%	,0%
ΣΥΝΟΛΟ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Περισσότεροι από τους μισούς μετακινούμενους χρησιμοποιούν ένα και μοναδικό μέσο και αυτοί κυρίως είναι ηλικίας 20-23 χρονών (όπως φαίνεται από την ηλικία των 20 χρονών αρχίζουν να έχουν οι περισσότεροι δίπλωμα οδήγησης). Ο παραπάνω ισχυρισμός ενισχύεται και από το γεγονός ότι ως μοναδικό μέσο υπερισχύει το ΙΧ (βλέπε Πίνακα Μ09). Επίσης στο ποσοστό αυτό λαμβάνεται υπόψιν και η πεζή μετακίνηση. Το ποσοστό των μετακινούμενων που χρησιμοποιούν περισσότερα από δυο μέσα ή πραγματοποιούν μετεπιβίβαση μεταξύ δύο λεωφορειακών γραμμών, δηλαδή πραγματοποιούν μία, δυο, τρεις μετεπιβιβάσεις είναι περίπου 11,5%, 18,5% και 9% αντίστοιχα για κάθε περίπτωση. Για τις δε τέσσερις μετεπιβιβάσεις λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος και επομένως της μειωμένης επάρκειας στοιχείων, τα ποσοστά που απεικονίζονται στον πίνακα Μ01 δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα. Παρ' ολ' αυτά προκύπτει το συμπέρασμα πως το **81,8% των μετακινούμενων που χρησιμοποιούν ΜΜΜ τελικώς μετεπιβιβάζονται το πολύ δύο φορές.**

Παρακάτω διαφαίνεται στον διάγραμμα ΔΜ02 πως **περίπου πέντε στους δέκα των μετακινούμενων εισέρχονται από την πύλη Κοκκινοπούλου.** Το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό των μετακινούμενων (30% περίπου) εισέρχεται από την πύλη Ζωγράφου ενώ από τις πύλες Κατεχάκη, Αντοχής Υλικών εισέρχονται το 11,6% και το 4,9% αντίστοιχα. Εκ πρώτης όψεως προκύπτει ότι από της πύλες Κοκκινοπούλου και Ζωγράφου εισέρχονται περίπου το 83,5% των μετακινούμενων. Επιπλέον ενδιαφέρον παρουσιάζει η προτίμηση της πύλης εισόδου ανάλογα με τον τελικό προορισμό (σχολή) καθώς και σε σχέση με το τελευταίο μέσο που χρησιμοποιούν οι μετακινούμενοι.

Πύλη Εισόδου

Δ.Μ2: Πλήθος μετακινούμενων ανάλογα με την πύλη εισόδου στην Πολυτεχνειούπολη



Δ.Μ3: Χωρική κατηγοριοποίηση σχολών ανάλογα με την πύλη εισόδου στην Πολυτεχνειούπολη

Από τα παραπάνω διαγράμματα συνάγεται πως η πύλη Αντοχής Υλικών εξυπηρετεί κυρίως Πολιτικούς Μηχανικούς και Τοπογράφους. Από την πύλη Κοκκινοπούλου, που εξυπηρετεί το κύριο όγκο των μετακινούμενων, εισέρχονται κυρίως οι έχοντες προορισμό τις σχολές Ε.Μ.Φ.Ε. – Η.Μ.Μ.Υ. Από την πύλη Κατεχάκη κυρίως Μηχανολόγοι – Ναυπηγοί ενώ από την πύλη Ζωγράφου κυρίως Πολιτικοί και Τοπογράφοι.

Πιν.Μ02: Τελευταίο μέσο μετακινούμενων

ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΜΕΣΟ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	633	55.0
ΤΑΞΙ	3	.3
ΙΧ	304	26.5
CARPOOLING	18	1.6
ΔΙΚΥΚΛΟ	35	3.0
ΑΛΛΟ	9	.8
ΠΕΖΗ	148	12.9
ΣΥΝΟΛΟ	1150	100.0

Στο παραπάνω πίνακα διαφαίνεται ξεκάθαρα πως η Πολυτεχνειούπολη εξυπηρετείται τελικώς μόνο από λεωφορεία, εξού και το υψηλό ποσοστό χρήσης των λεωφορείων ως τελευταίο μέσο (55%). Σημαντικά ποσοστά δε έχουν η κατηγορία των μετακινούμενων που προσέρχεται στην Πολυτεχνειούπολη με ΙΧ (26,5%) και η κατηγορία των μετακινούμενων που προσέρχονται πεζή (12,9%).

Όπως προκύπτει από τον πίνακα Μ03 από την Αντοχή Υλικών οι περισσότεροι προσέρχονται στην Πολυτεχνειούπολη είτε πεζή(48,1%), είτε με λεωφορείο (32,7% με 608, 235) είτε με δίκυκλο (13,5%). Από την πύλη Κοκκινοπούλου το μεγαλύτερο ποσοστό (70,5%) των μετακινούμενων εισέρχονται με το 242/140 ενώ με ΙΧ το 21,9%. Από την πύλη Κατεχάκη εισέρχονται με ΙΧ το 72,7% και οι υπόλοιποι α) πεζή (14%), β) με δίκυκλο (5,8%) και γ) ως συνοδηγοί σε ΙΧ (5%). Από πύλη Ζωγράφου καταφθάνουν οι περισσότεροι (περίπου 60%) πεζή από τη στάση των λεωφορείων 608,235 ή μόνο πεζή (23,8%) ή με ΙΧ (10,5%). Επιπλέον συμπεραίνεται πως από τα λεωφορεία που

εξυπηρετούν τις πύλες, εξαιρουμένης της πύλης Κατεχάκη, τα λεωφορεία 242 και 140 είναι τα επικρατέστερα (περίπου 65%).

Πιν.Μ03: Σχέση τελευταίου μέσου και πύλης Πολυτεχνειούπολης

	ΠΥΛΗ (1053 ΕΓΚΥΡΕΣ/1150 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)			
Τελευταίο Μέσο	ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ	ΚΟΚΚΙΝΟΠΟΥΛΟΥ	ΚΑΤΕΧΑΚΗ	ΖΩΓΡΑΦΟΥ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	17	392	0	195
	32.7%	70.5%	.0%	60.2%
ΤΑΞΙ	0	0	0	2
	.0%	.0%	.0%	.6%
ΙΧ	1	122	88	34
	1.9%	21.9%	72.7%	10.5%
CARPOOLING	2	5	6	5
	3.8%	.9%	5.0%	1.5%
ΔΙΚΥΚΛΟ	7	9	7	9
	13.5%	1.6%	5.8%	2.8%
ΑΛΛΟ	0	2	3	2
	.0%	.4%	2.5%	.6%
ΠΕΖΗ	25	26	17	77
	48.1%	4.7%	14.0%	23.8%
ΣΥΝΟΛΟ	52	556	121	324
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Από τον παρακάτω πίνακα διαφαίνεται ότι η πλειοψηφία (76,5%) των μετακινούμενων που προσέρχεται στην Πολυτεχνειούπολη με τα λεωφορεία 242 ή 140 χρησιμοποιεί το πολύ τρία μέσα.

Πιν.Μ04: Μετεπιβιβάσεις με τελευταίο μέσο το 242/140

ΚΑΜΙΑ	ΜΙΑ	ΔΥΟ	ΤΡΕΙΣ	ΤΕΣΣΕΡΙΣ	ΣΥΝΟΛΟ
54	86	160	82	10	392
13,8%	21,9%	40,8%	20,9%	2,6%	100,0%

Τρόπος Πληρωμής

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τρόπος πληρωμής που επιλέγουν οι μετακινούμενοι που χρησιμοποιούν Μ.Μ.Μ. Όπως φαίνεται από τον πίνακα Μ05 προκύπτει ότι περισσότεροι από τους μισούς χρησιμοποιούν μηνιαία κάρτα, ενώ περίπου 3 στους δέκα

ακυρώνουν εισιτήριο απλό και μόλις 6,5 % εισιτήριο 90 λεπτών. Το ποσοστό της μηνιαίας κάρτας αναμενόταν να είναι αυξημένο λόγω της μεγάλης συχνότητας των μετακινήσεων ενώ το απλό εισιτήριο είναι αυξημένο σε σχέση με το εισιτήριο 90' διότι από τους χρήστες Μ.Μ.Μ. φαίνεται να υπερτερεί το ποσοστό της χρήσης λεωφορείου ως μοναδικού μέσου. Ως επιπλέον λόγος δε μπορεί να ληφθεί υπόψιν πως ο μέσος χρόνος μετακίνησης είναι κατά πολύ μικρότερος των 90 λεπτών (βλέπε Πίνακα ΧΜ01).

Πιν.Μ05: Σχέση τρόπου πληρωμής με πλήθος μετακινούμενων

ΤΡΟΠΟΣ ΠΛΗΡΩΜΗΣ	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ (%)
ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ ΑΠΛΟ	96	31,1
ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΡΤΑ	182	58,9
ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ 90'	20	6,5
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΡΤΑ	2	0,6
ΑΛΛΟ	9	2,9
ΣΥΝΟΛΟ	309	100

Μέσα Μετακίνησης στο Σύνολο των Μετακινούμενων

Αφού επεξεργάστηκαν οι απαντήσεις και τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της έρευνας σε ότι αφορά τον τύπο του μέσου ή των μέσων που χρησιμοποιούν για τη μετακίνηση τους προς το ΕΜΠ προέκυψε ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας που δίνει τα ποσοστά των μετακινούμενων σε σχέση με την επιλογή μέσου στο σύνολο του δείγματος (1150) μετακινούμενων.

Πιν.Μ06: Σχέση μέσων μεταφοράς με πλήθος μετακινούμενων

	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ
ΜΜΜ	635	55,2
ΙΧ	320	27,8
ΔΙΚΥΚΛΟ	35	3,0
ΠΕΖΗ	148	12,9
ΑΛΛΟ	12	1,0
ΣΥΝΟΛΟ	1150	100,0

Όπως προκύπτει για τη μεταφορά προς το ΕΜΠ κυριαρχεί το ΙΧ με ποσοστό 26,4% (δηλαδή περίπου ένας στους τέσσερις δεδομένου επίσης ότι παρόμοιο ποσοστό 26,8% διαθέτει πάνω από δύο αυτοκίνητα στην οικογένεια), ενώ το 15,2% του συνόλου των μετακινούμενων εξυπηρετείται χρησιμοποιώντας μόνο ένα λεωφορείο (βλέπε Παράρτημα Γ). Αρκετοί (12,9%) καταφθάνουν στο ΕΜΠ πεζή μόνο κάτι το οποίο μπορεί να εξηγηθεί από το πλήθος αυτών που μένουν στην ευρύτερη περιοχή Ζωγράφου-Ιλισίων. Υψηλό ποσοστό συγκεντρώνει ο συνδυασμός (11%) Λεωφορείο – Μετρό (με αλλαγή γραμμής ή χωρίς) – Λεωφορείο. Ελαφρά λιγότεροι (7%) είναι αυτοί που εξυπηρετούνται από το συνδυασμό Μετρό (με αλλαγή γραμμής ή χωρίς) – Λεωφορείο, ενώ αρκετά λιγότεροι εξυπηρετούνται είτε με δυο λεωφορεία (5%), είτε ΗΣΑΠ – Μετρό – Λεωφορείο (4,7%) είτε με δίκυκλο (3%), είτε τέλος με Λεωφορείο - ΗΣΑΠ – Μετρό – Λεωφορείο (2,5%).

Εάν ενοποιηθούν οι συνδυασμοί των μέσων μαζικής μεταφοράς προκύπτει πως οι χρήστες των ΜΜΜ είναι η πλειοψηφία των μετακινούμενων (55,2%), (βλέπε Πίνακα Μ06) ενώ δεύτερη σε ποσοστό έρχεται η ομάδα των μετακινούμενων που είναι οδηγοί ή συνοδηγοί ΙΧ (27,8%). Όπως προαναφέρθηκε υψηλό ποσοστό έχουν και οι εισερχόμενοι στο ΕΜΠ πεζή, ενώ η προτίμηση μεταφοράς με δίκυκλο είναι χαμηλή (μόλις 3% του συνόλου των μετακινούμενων).

Πιν.Μ07: Σχέση ΜΜΜ-ΙΧ με ομάδες δεικτών ιδιοκτησίας ΙΧ

ΟΜΑΔΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ (912 ΕΓΚΥΡΕΣ / 1150 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)						
	ΜΗΔΕΝ	(0,00-0,25]	(0,25-0,50]	(0,50-0,75]	(0,75-1,00]	(1,00-3,00]
ΜΜΜ	96,6%	87,9%	73,8%	42,4%	16,4%	15,4%
ΙΧ	3,4%	12,1%	26,2%	57,6%	83,6%	84,6%
ΣΥΝΟΛΟ	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Λαμβάνοντας υπόψιν μόνο το 83% των μετακινούμενων που χρησιμοποιούν είτε ΜΜΜ (55,2%), είτε ΙΧ (27,8%) σε σχέση με το δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ εύκολα κανείς παρατηρεί ότι όταν ο δείκτης ιδιοκτησίας ξεπεράσει το 0,5 (δηλαδή μία οικογένεια των τεσσάρων μελών έχει πάνω από δύο ΙΧ) τότε ανατρέπονται τα ποσοστά και εκεί πού στους χαμηλούς δείκτες επικρατούσε η χρήση ΜΜΜ, για δείκτες άνω του 0,5 επικρατεί η

χρήση ΙΧ. Δεν είναι άλλωστε τυχαία η ουσιαστική ταύτιση των ποσοστών αυτών που έχουν δείκτη υψηλότερο του 0,5 και αυτών που εντέλει χρησιμοποιούν ΙΧ (γύρω στο 26%).

Πιν.Μ08: Σχέση μέσων μεταφοράς με ηλικιακές ομάδες

ΗΛΙΚΙΑΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ (1057 ΕΓΚΥΡΕΣ / 1150 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)					
	17-19	20-23	24-27	28-60	ΣΥΝΟΛΟ
ΜΜΜ	32,1%	19,6%	3,4%	,8%	55,8%
ΙΧ	5,3%	16,1%	2,6%	2,8%	26,8%
ΔΙΚΥΚΛΟ	,1%	1,4%	1,0%	,2%	2,7%
ΠΕΖΗ	5,5%	7,2%	,8%	,2%	13,6%
ΑΛΛΟ	,8%	,3%	,0%	,0%	1,0%
ΣΥΝΟΛΟ	43,7%	44,6%	7,8%	4,0%	100,0%

Από τον παραπάνω πίνακα συνάγεται πως στην ηλικία των 20 χρόνων αλλάζει τελείως η συμπεριφορά των μετακινούμενων πιθανώς λόγω του γεγονότος πως στην ηλικία των 20 οι περισσότεροι έχουν πλέον δίπλωμα οδήγησης (βλέπε Πίνακα Χ8). Παρόλ' αυτά από τον πίνακα Μ08 γίνεται φανερό πως στο 26,8% (χρήστες ΙΧ) οι περισσότεροι (16,1%) είναι ηλικίας 20-23. Ενώ οι ηλικίες 17-19 πιθανόν λόγω μη κατοχής διπλώματος οδήγησης καταφεύγουν στη χρήση Μ.Μ.Μ. Συμπερασματικά προκύπτει πως η ηλικία επηρεάζει άμεσα την επιλογή μέσου.

Μέσα Μετακίνησης Προς ΕΜΠ Ανά Πλήθος Μετεπιβιβάσεων

Καμία Μετεπιβίβαση

Πιν.Μ09: Συνδυασμοί μέσων για καμία μετεπιβίβαση

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	175	25,4
TAXI	2	,3
ΙΧ	304	44,1
CARPOOLING	16	2,3
ΔΙΚΥΚΛΟ	35	5,1
ΠΕΖΗ	148	21,5
ΑΛΛΟ	9	1,3
ΣΥΝΟΛΟ	689	100,0

Προκύπτει ότι περίπου το 60% των μετακινούμενων (δηλαδή 689 στους 1150) φθάνουν στο ΕΜΠ χωρίς την ανάγκη μετεπιβίβασης σε δεύτερο μέσο. Εκ των οποίων το 44,1% χρησιμοποιεί ΙΧ και το 25,4% λεωφορείο, ενώ το 21,5% προσέρχεται στην Πολυτεχνειούπολη πεζή.

Μια Μετεπιβίβαση

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα στο σύνολο των 132 μετακινούμενων που αποτελούν το 11,5% των συνολικά μετακινούμενων με μια μετεπιβίβαση οι περισσότεροι φθάνουν στο ΕΜΠ χρησιμοποιώντας μετρό και λεωφορείο (49,2%) και ελάχιστα λιγότεροι χρησιμοποιώντας δυο λεωφορεία (43,2%).

Πιν.Μ10: Συνδυασμοί μέσων για μία μετεπιβίβαση

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	57	43,2
ΛΕΩΦ/CARPOOLING	1	,8
ΤΡΟΛΕΪ/ΛΕΩΦ	4	3,0
ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	65	49,2
ΗΣΑΠ/ΛΕΩΦ	2	1,5
ΤΑΞΙ/ΛΕΩΦ	1	,8
ΔΙΚΥΚΛΟ/ΛΕΩΦ	1	,8
ΑΛΛΟ/ΛΕΩΦ	1	,8
ΣΥΝΟΛΟ	132	100,0

Δυο Μετεπιβιβάσεις

Από τον πίνακα Μ11 προκύπτει πως στο σύνολο των 213 μετακινούμενων, που αποτελούν το 18,5% των συνολικά μετακινούμενων με δυο μετεπιβιβάσεις, οι περισσότεροι χρησιμοποιούν αρχικά λεωφορείο, μετεπιβιβάζονται σε μέτρο και στο τέλος σε λεωφορείο (44,6%). Ένας στους τέσσερις εξ αυτών των 213 επιβιβάζονται σε ΗΣΑΠ, μετεπιβιβάζονται σε μετρό και ολοκληρώνουν τη διαδρομή τους με λεωφορείο. Ενώ το 15% μοιράζονται όσοι ολοκληρώνουν τη διαδρομή τους συνδυάζοντας μετρό-λεωφορείο χρησιμοποιώντας νωρίτερα είτε μετρό, είτε προαστιακό.

Πιν.Μ11: Συνδυασμοί για δύο μετεπιβιβάσεις

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	2	,9
ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	95	44,6
ΤΡΟΛΕΪ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	8	3,8
ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	2	,9
ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	15	7,0
ΗΣΑΠ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	1	,5
ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	54	25,4
ΗΣΑΠ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/ΛΕΩΦ	1	,5
ΤΡΑΜ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	8	3,8
ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	16	7,5
ΤΑΞΙ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	,5
ΙΧ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	5	2,3
ΙΧ/ΜΕΤΡΟ/CARPOOLING	1	,5
CARPOOLING/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	,5
ΔΙΚΥΚΛΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	,5
ΑΛΛΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	2	,9
ΣΥΝΟΛΟ	213	100,0

Τρεις Μετεπιβιβάσεις

Οι 106 μετακινούμενοι ή αλλιώς περίπου το 9% των συνολικά μετακινούμενων, εξυπηρετούνται χρησιμοποιώντας τέσσερα ΜΜΜ. Το 29,5% αυτών χρησιμοποιούν λεωφορείο, μετρό-μετρό, λεωφορείο ενώ το 27,6% χρησιμοποιούν αρχικά λεωφορείο μετεπιβιβάζονται στον προαστιακό και στη συνέχεια μετρό-λεωφορείο. Ένας στους δέκα αυτών που χρησιμοποιούν τέσσερα μέσα πραγματοποιούν το συνδυασμό ΗΣΑΠ/μετρό/μετρό/λεωφορείο.

Πιν.Μ12: Συνδυασμοί για τρεις μετεπιββάσεις

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	2	1,9
ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	2	1,9
ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	31	29,5
ΛΕΩΦ/ΗΣΑΠ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	1	1,0
ΛΕΩΦ/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	29	27,6
ΛΕΩΦ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	4	3,8
ΤΡΟΛΕΪ/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	6	5,7
ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	1,0
ΗΣΑΠ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	11	10,5
ΤΡΑΜ/ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	4	3,8
ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	1,0
ΤΑΞΙ/ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	1,0
ΤΑΞΙ/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΤΑΞΙ	1	1,0
ΙΧ/ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	1,0
ΙΧ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	1	1,0
ΙΧ/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	1,0
ΙΧ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	1,0
CARPOOLING/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	1	1,0
CARPOOLING/ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	2	1,9
CARPOOLING/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	2	1,9
ΔΙΚΥΚΛΟ/ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	1,0
ΑΛΛΟ/ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	1	1,0
ΣΥΝΟΛΟ	105	100,0

3.2.4 Λόγοι επιλογής μέσου μετακίνησης και λόγοι μη επιλογής MMM

Στο κεφάλαιο αυτό ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση των λόγων επιλογής που δηλώθηκαν από τους ερωτηθέντες των βασικότερων αλυσίδων και μέσων μετακίνησης όπως αποτυπώθηκαν και αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Μια ευρύτερη

παρουσίαση των λόγων επιλογής ανά μέσο μετακίνησης και ανά μετεπιβίβαση μπορεί να συμβουλευτεί ο αναγνώστης στο παράρτημα: “Λόγοι Επιλογής” (βλέπε Παράρτημα Α) . Στους παρακάτω πίνακες αποτυπώνονται οι συνολικοί λόγοι επιλογής του πρώτου μέσου μετακίνησης. Το υψηλό ποσοστό της “Ταχύτητας” ως λόγο επιλογής σε συνδυασμό και με το τρίτο κατά σειρά ποσοστό της “Άνεσης” δικαιολογείται από το υψηλό ποσοστό χρήσης ΙΧ και πεζής μετακίνησης, ενώ η “Μοναδική Επιλογή” αναφέρεται κατά κύριο λόγο στα λεωφορεία που εξυπηρετούν την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, τα οποία όμως δεν δίνουν πολλές δυνατότητες επιλογής.

Πιν.ΛΕ01: Λόγοι επιλογής πρώτου μέσου μετακίνησης

(Επί του συνόλου των 1032 απαντήσεων από τους 1150 που χρησιμοποιούν τουλάχιστον ένα μέσο)					
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)	ΟΧΙ	ΟΧΙ (%)	ΣΥΝΟΛΟ
Μοναδική Επιλογή	384	37.2	648	62.8	1032
Ταχύτητα	519	50.3	513	49.7	1032
Οικονομία	152	9.1	880	96.7	1032
Συνήθεια	191	18.5	841	81.5	1032
Ασφάλεια	75	7.3	957	92.7	1032
Άνεση	305	29.6	727	70.4	1032
Άλλο	46	95.5	986	4.5	1032
Σύνολο	1672		5342		

Πιν.ΛΕ02

Επί του συνόλου των 1672 θετικών απαντήσεων		
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)
Μοναδική επιλογή	384	23.0
Ταχύτητα	519	31.3
Οικονομία	152	9.1
Συνήθεια	191	11.4
Ασφάλεια	75	4.5
Άνεση	305	18.2
Άλλο	46	2.8
Σύνολο	1672	100

Στην επιλογή δεύτερου μέσου μετακίνησης παρατηρείται μείωση του ποσοστού της “Ταχύτητας” και αύξηση του ποσοστού της “Μοναδικής Επιλογής” κάτι που είναι αναμενόμενο καθώς η πρώτη επιλογή μέσου επηρεάζει την επιλογή δεύτερου μέσου και ουσιαστικά πλέον μπορεί η μετακίνηση να παραλληλιστεί με μια “αλυσίδα” της οποίας οι κρίκοι είναι εν προκειμένω τα διαδοχικά μέσα. Εξακολουθεί πάντως το ποσοστό της ταχύτητας να κυμαίνεται σε υψηλά νούμερα μιας και οι συνηθέστερες αλυσίδες περιλαμβάνουν ως δεύτερο μέσο ένα μέσο σταθερής τροχιάς.

Πιν.ΛΕ03: Λόγοι επιλογής δεύτερου μέσου μετακίνησης

(Επί του συνόλου των 434 απαντήσεων από τους 461 που χρησιμοποιούν τουλάχιστον δυο μέσα)					
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)	ΟΧΙ	ΟΧΙ (%)	ΣΥΝΟΛΟ
Μοναδική Επιλογή	225	51.8	209	48.2	434
Ταχύτητα	215	49.5	219	50.5	434
Οικονομία	58	13.4	376	86.6	434
Συνήθεια	34	7.8	400	92.2	434
Ασφάλεια	24	5.5	410	94.5	434
Άνεση	34	7.8	400	92.2	434
Άλλο	6	5.5	429	94.5	434
Σύνολο	596		2443		

Πιν.ΛΕ04

Επί του συνόλου των 596 θετικών απαντήσεων		
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)
Μοναδική επιλογή	225	37.8
Ταχύτητα	215	36.1
Οικονομία	58	9.7
Συνήθεια	34	5.7
Ασφάλεια	24	4.0
Άνεση	34	5.7
Άλλο	6	1.0
Σύνολο	596	100

Στους λόγους επιλογής του τρίτου μέσου μετακίνησης παρουσιάζεται μια περαιτέρω αύξηση του ποσοστού της “Μοναδικής Επιλογής” και μείωση του ποσοστού της “Ταχύτητας” σε σχέση με τα ποσοστά της επιλογής δεύτερου μέσου. Ο λόγος είναι πως όσο πιο πολλά είναι τα μέσα (κρίκοι) από τα οποία αποτελείται η αλυσίδα τόσο περισσότερο μειώνεται η δυνατότητα επιλογών του μετακινούμενου καθώς πλησιάζει η μετακίνηση προς το πέρας της. Και τούτο διότι σταδιακά από την πρώτη αλλαγή μέσου μέχρι την τελευταία διαφαίνεται η μια και μοναδική αλυσίδα που έχει επιλεγεί από πλευράς μετακινούμενου. Τέλος η ταχύτητα εξακολουθεί να έχει υψηλό ποσοστό λόγω και πάλι της χρήσης μέσων σταθερής τροχιάς.

Πιν.ΛΕ05: Λόγοι επιλογής τρίτου μέσου μετακίνησης

(Επί του συνόλου των 305 απαντήσεων από τους 329 που χρησιμοποιούν τουλάχιστον τρία μέσα)					
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)	ΟΧΙ	ΟΧΙ (%)	ΣΥΝΟΛΟ
Μοναδική Επιλογή	204	51.8	101	48.2	305
Ταχύτητα	92	30.2	213	69.8	305
Οικονομία	35	11.5	270	88.5	305
Συνήθεια	31	10.1	274	89.8	305
Ασφάλεια	6	2.0	299	98.0	305
Άνεση	9	3.0	296	97.0	305
Άλλο	7	2.3	298	97,7	305
Σύνολο	384		1751		

Πιν.ΛΕ06

Επί του συνόλου των 384 θετικών απαντήσεων		
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)
Μοναδική επιλογή	204	53.1
Ταχύτητα	92	24.0
Οικονομία	35	9.1
Συνήθεια	31	8.1
Ασφάλεια	6	1.6
Άνεση	9	2.3
Άλλο	7	1.8
Σύνολο	384	100

Η αυξητική τάση της “Μοναδικής Επιλογής” συνεχίζεται και στους λόγους επιλογής τέταρτου μέσου μετακίνησης όπως και η τάση μείωσης ως λόγος επιλογής την “Ταχύτητα”.

Πιν.ΛΕ07: Λόγοι επιλογής τέταρτου μέσου μετακίνησης

(Επί του συνόλου των 104 απαντήσεων από τους 115 που χρησιμοποιούν τουλάχιστον τέσσερα μέσα)					
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)	ΟΧΙ	ΟΧΙ (%)	ΣΥΝΟΛΟ
Μοναδική Επιλογή	78	75.0	26	25.0	104
Ταχύτητα	23	22.1	81	77.9	104
Οικονομία	10	9.6	94	90.4	104
Συνήθεια	7	6.7	97	93.3	104
Ασφάλεια	1	1.0	103	99.0	104
Άνεση	3	2.9	101	97.1	104
Άλλο	0	0.0	104	100.0	104
Σύνολο	122				

Πιν.ΛΕ08

Επί του συνόλου των 122 θετικών απαντήσεων		
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)
Μοναδική επιλογή	78	63.9
Ταχύτητα	23	18.9
Οικονομία	10	8.2
Συνήθεια	7	5.7
Ασφάλεια	1	0.8
Άνεση	3	2.5
Άλλο	0	0.0
Σύνολο	122	100

Τέλος στους λόγους επιλογής τέταρτου μέσου παρατηρείται μια μικρή μείωση στο ποσοστό της “Μοναδικής Επιλογής” πιθανόν λόγω του πολύ μικρού δείγματος στην κατηγορία αυτή. Το δε ποσοστό της “Ταχύτητας” και πάλι μειώνεται.

Πιν.ΛΕ09: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των λόγων επιλογής μέσου

(σε ποσοστά θετικών απαντήσεων)					
	Πρώτο Μέσο	Δεύτερο Μέσο	Τρίτο Μέσο	Τέταρτο Μέσο	Πέμπτο Μέσο
Μοναδική Επιλογή	23.0 (2)	37.8 (1)	53.1 (1)	63.9 (1)	58.3 (1)
Ταχύτητα	31.3 (1)	36.1 (2)	24.0 (2)	18.9 (2)	16.7 (2)
Οικονομία	9.1 (5)	9.7 (3)	9.1 (3)	8.2 (3)	16.7 (3)
Συνήθεια	11.4 (4)	5.7 (4)	8.1 (4)	5.7 (4)	8.3 (4)
Ασφάλεια	4.5 (6)	4.0 (6)	1.6 (7)	0.8 (6)	0.0 (6)
Άνεση	18.2 (3)	5.7 (5)	2.3 (5)	2.5 (5)	0.0 (5)
Άλλο	2.8 (7)	1.0 (7)	1.8 (6)	0.0 (7)	0.0 (7)
Σύνολο	100	100	100	100	100

Ξεκινώντας από τις μετακινήσεις που ολοκληρώνονται μόνο με ένα μέσο και χωρίς την ανάγκη μετεπιβίβασης φανερώνεται ως βασικός λόγος επιλογής των **IX** η άνεση με ποσοστό 79,8% και ακολουθεί από πολύ κοντά η ταχύτητα με ποσοστό 77,5%. Αξιοσημείωτα είναι τα χαμηλά ποσοστά στις απαντήσεις “Οικονομία” και “Μοναδική Επιλογή” όπως είναι φυσικό, αφού η χρήση του IX έναντι των M.M.M. δεν είναι οικονομικότερη. ενώ συνήθως εντός των ορίων της Αθήνας δεν αποτελούν παρά ελάχιστες φορές μοναδική επιλογή λόγω του εκτενούς δικτύου αστικών MMM. Σημειώνεται πως στους πίνακες που ακολουθούν τα ποσοστά υπολογίζονται με βάση τις θετικές απαντήσεις προς το σύνολο των μετακινούμενων που απάντησαν τελικώς για του λόγους επιλογής μέσου. Επίσης πολλοί από αυτούς έχουν δώσει και άλλους λόγους επιλογής, γι’αυτό το λόγο και δεν υπάρχει η απαίτηση τα ποσοτά αθροιζόμενα να κλείνουν στο 100%.

Πιν.ΛΕ10: IX – Λόγοι επιλογής

IX – ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ							
ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
20	207	7	61	42	213	12	267
7,5%	77,5%	2,6%	22,8%	15,7%	79,8%	4,5%	

Ακολουθώς για την **πεζή μετακίνηση** επικρατεί η “Μοναδική Επιλογή” ως κύριος λόγος επιλογής με ποσοστό 46,6% ακολουθεί η “Ταχύτητα” με ποσοστό 41,7% και εν συνεχεία

η “Συνήθεια” με ποσοστό 30,1%. Εύκολα κανείς μπορεί να συμπεράνει πως όσοι απλά βαδίζουν μέχρι τον προορισμό τους κατοικούν σε κοντινή απόσταση και άρα είναι μοναδική τους επιλογή η πεζοπορία, ενώ φυσικά το επιλέγουν για λόγους ταχύτητας αφού πλέον η χρήση Μ.Μ.Μ. κρίνεται ασύμφορη αναφορικά με τον συνολικό χρόνο μετακίνησης. Σημειώνεται πως η ασφάλεια παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό, γεγονός αναμενόμενο αφού σε καμία περίπτωση το απλό βάδισμα δεν μπορεί να θεωρηθεί πιο επικίνδυνο από την οδήγηση.

Πιν.ΛΕ11: Πεζή μετακίνηση – Λόγοι επιλογής

ΠΕΖΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ							
ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
48	43	22	31	6	15	9	103
46,6%	41,7%	21,4%	30,1%	5,8%	14,6%	8,7%	

Αναφορικά με το **λεωφορείο** επικρατέστερος λόγος επιλογής είναι η “Μοναδική Επιλογή”, γεγονός απολύτως αναμενόμενο αφού η Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου ουσιαστικά εξυπηρετείται με το υπόλοιπο δίκτυο Μ.Μ.Μ. μέσω 4 λεωφορείων (140, 235 και κυρίως 242 και 608). Αναμενόμενο είναι λοιπόν ένας ο οποίος θα χρησιμοποιήσει για την μετακίνησή του μόνο ένα λεωφορείο να χρησιμοποιήσει ένα εκ των προαναφερθέντων χωρίς να έχει άλλη επιλογή. Σημειώνεται τέλος πως η “Ασφάλεια”, η “Ανεση” παρουσίασαν τα χαμηλότερα ποσοστά.

Πιν.ΛΕ12: Λεωφορείο – Λόγοι επιλογής

ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ							
ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
93	38	33	30	5	13	6	162
57,4%	23,5%	20,4%	18,5%	3,1%	8,0%	3,7%	

Το **δίκυκλο** όπως ήταν αναμενόμενο ως βασικό και κύριο λόγο επιλογής παρουσιάζει την “Ταχύτητα” με ποσοστό 92,6% και ακολουθεί η “Οικονομία”. Καθώς είναι σύνηθες όσοι έχουν δίπλωμα οδήγησης ΙΧ να έχουν και δίπλωμα οδήγησης για δίκυκλο, ενώ το αντίστροφο δεν συναντάται το ίδιο συχνά, και λαμβάνοντας υπόψιν πως έχει σαφώς

μικρότερο λειτουργικό κόστος συγκριτικά με την χρήση ΙΧ, εύκολα γίνεται κατανοητό το ποσοστό 48,1% της επιλογής “Οικονομία”. Η δε “Ασφάλεια” έχει το μικρότερο ποσοστό και δικαιολογείται εύκολα αν αναλογιστεί κανείς πως προσφέρει την μικρότερη ασφάλεια συγκριτικά με οποιοδήποτε άλλο αστικό μέσο μεταφοράς.

Πιν.ΛΕ13: Δίκυκλο – Λόγοι επιλογής

ΔΙΚΥΚΛΟ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ							
ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
4	25	13	6	2	3	1	27
14,8%	92,6%	48,1%	22,2%	7,4%	11,1%	3,7%	

Στο **συνδυασμό δύο λεωφορείων** αναδείχτηκε η “Μοναδική Επιλογή” και στα δύο μέσα μεταφοράς με ποσοστό 68,5% και 69,4% αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψιν το γεγονός πως ο συνδυασμός ουσιαστικά αποτελεί μια αλυσίδα της οποίας το τελευταίο μέσο αναμενόταν εξ αρχής να αναδείξει ως κύριο λόγο την “Μοναδική Επιλογή” μιας και είναι ένα εκ των προαναφερθέντων και συγκεκριμένων λεωφορείων που συνδέουν την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου με το υπόλοιπο δίκτυο αστικών μέσων μεταφοράς συνάγεται πως είναι απολύτως λογική η παρακάτω εικόνα. Τέλος δεν εκπλήσσουν καθόλου τα χαμηλά ποσοστά στις επιλογές “Ασφάλεια” και “Άνεση” αφού τα περισσότερα αστικά Μ.Μ.Μ. θεωρούνται ασφαλή και ειδικά τα λεωφορεία που εξυπηρετούν την Πολυτεχνειούπολη είναι μειωμένης άνεσης λόγω το αυξημένου πλήθους επιβατών που παρουσιάζεται καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και ειδικά τις πρώτες πρωινές ώρες όπου και σημειώνεται μεγαλύτερη προσέλευση φοιτητών.

Πιν.ΛΕ14: Λεωφορείο 1/ Λεωφορείο 2 – Λόγοι επιλογής

ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ 1	37	9	11	7	2	3	1	54
	68,5%	16,7%	20,4%	13,0%	3,7%	5,6%	1,9%	
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ 2	34	14	8	5	2	2	0	49
	69,4%	28,6%	16,3%	10,2%	4,1%	4,1%	,0%	

Ο **συνδυασμός Μετρό/Λεωφορείο** παρουσιάζει ως κύριο λόγο επιλογής του μετρό την “Ταχύτητα” με ποσοστό 80,0% και του λεωφορείου την “Μοναδική Επιλογή” με ποσοστό 77,6%. Η εικόνα αυτή δικαιολογείται εύκολα από το γεγονός πως τα σταθερά μέσα τροχιάς λόγω του ότι έχουν ξεχωριστό δίκτυο δεν επηρεάζονται από τις διακυμάνσεις του κυκλοφοριακού φόρτου του οδικού δικτύου, οπότε και παρουσιάζουν υψηλές ταχύτητες και μεγάλη συνέπεια δρομολογίων. Ενώ στην περίπτωση του λεωφορείου ως δεύτερο μέσο η αιτιολόγηση επέρχεται από το γεγονός πως είναι χωρίς αμφιβολία ένα λεωφορείο εκ των συγκεκριμένων που εξυπηρετούν την Πολυτεχνειούπολη με ότι συνεπάγεται αυτό. Τέλος και στα δύο μέσα παρουσιάζονται χαμηλά ποσοστά στη “Συνήθεια”, στην “Ασφάλεια”, στην “Άνεση” και στο “Άλλο” με εξαίρεση το αυξημένο ποσοστό στην επιλογή “Άνεση” του μετρό μιας και το μετρό παρέχει υψηλότερης ποιότητας υπηρεσίες σε σχέση με τα λεωφορεία.

Πιν.ΛΕ15: Μετρό/Λεωφορείο – Λόγοι επιλογής

ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΜΕΤΡΟ	15	52	10	5	5	11	3	65
	23,1%	80,0%	15,4%	7,7%	7,7%	16,9%	4,6%	
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	45	9	6	4	0	3	1	58
	77,6%	15,5%	10,3%	6,9%	,0%	5,2%	1,7%	

Στο **συνδυασμό Λεωφορείο/Μετρό/Λεωφορείο** η εικόνα που παρουσιάζεται είναι αυξημένα ποσοστά στην “Μοναδική Επιλογή” και στην “Ταχύτητα” του μετρό. Γεγονός που δικαιολογείται από το ότι τα μέσα αυτά ουσιαστικά είναι οι ενδιαμέσοι “κρίκοι” μιας αλυσίδας εξου και ο περιορισμός επιλογών. Τα υψηλά ποσοστά της ταχύτητας αναλύθηκαν και στον παραπάνω συνδυασμό και η ίδια αιτιολόγηση ισχύει και σε αυτήν την περίπτωση, όπως και το όχι και τόσο ασήμαντο ποσοστό της “Ασφάλειας” του μετρό.

Πιν.ΛΕ16: Λεωφορείο 1/Μετρό/Λεωφορείο 2 – Λόγοι επιλογής

ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ 1	58	23	14	14	1	4	3	92
	63,0%	25,0%	15,2%	15,2%	1,1%	4,3%	3,3%	
ΜΕΤΡΟ	36	63	9	4	8	13	1	91
	39,6%	69,2%	9,9%	4,4%	8,8%	14,3%	1,1%	
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ 2	67	15	7	9	0	1	1	87
	77,0%	17,2%	8,0%	10,3%	,0%	1,1%	1,1%	

Στο συνδυασμό ΗΣΑΠ/Μετρό/Λεωφορείο στα δύο πρώτα μέσα επικρατούν η “Μοναδική Επιλογή” και η “Ταχύτητα” και ισχύει ότι έχει διατυπωθεί για την ταχύτητα των σταθερών μέσων τροχιάς και τον παραλληλισμό με κρίκους μιας αλυσίδας, όπου το εκάστοτε μέσο είναι ένας κρίκος μιας αλυσίδας μετακίνησης. Στο δε τελευταίο μέσο εμφανίζεται το γνωστό και από τις προηγούμενες περιπτώσεις υψηλό ποσοστό στην “Μοναδική Επιλογή”. Τέλος παρουσιάζεται ξανά η αύξηση του ποσοστού της “Άνεσης” σε σχέση με το λεωφορείο εφόσον έχουμε να κάνουμε με τα σταθερά μέσα τροχιάς ΗΣΑΠ και μετρό.

Πιν.ΛΕ17: ΗΣΑΠ/Μετρό/Λεωφορείο – Λόγοι επιλογής

ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΗΣΑΠ	25	25	11	13	5	6	3	53
	47,2%	47,2%	20,8%	24,5%	9,4%	11,3%	5,7%	
ΜΕΤΡΟ	28	27	10	6	4	5	3	52
	53,8%	51,9%	19,2%	11,5%	7,7%	9,6%	5,8%	
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	36	7	10	10	2	2	2	50
	72,0%	14,0%	20,0%	20,0%	4,0%	4,0%	4,0%	

Στο συνδυασμό Λεωφορείο/Μετρό/Μετρό/Λεωφορείο εμφανίζονται και πάλι τα υψηλά ποσοστά λόγου επιλογής στη “Μοναδική Επιλογή” σε όλα τα μέσα με τη διαφορά πως

στο μετρό επικρατεί η “Ταχύτητα” ως βασικός λόγος επιλογής. Η εικόνα αυτή δικαιολογείται λαμβάνοντας υπόψιν την προαναφερθείσα ανάλυση για την υψηλή ταχύτητα του μετρό και τον περιορισμό επιλογών που παρουσιάζουν οι αλυσίδες μετακίνησης.

Πιν.ΛΕ18: Λεωφορείο 1/Μετρό 1/Μετρό 2/Λεωφορείο 2 – Λόγοι επιλογής

ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ 1	14	11	4	6	0	2	1	29
	48,3%	37,9%	13,8%	20,7%	,0%	6,9%	3,4%	
ΜΕΤΡΟ 1	14	20	3	2	2	1	0	29
	48,3%	69,0%	10,3%	6,9%	6,9%	3,4%	,0%	
ΜΕΤΡΟ 2	13	20	3	2	2	1	0	29
	44,8%	69,0%	10,3%	6,9%	6,9%	3,4%	,0%	
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ 2	24	6	2	2	0	0	0	29
	92,3%	23,1%	7,7%	7,7%	,0%	,0%	,0%	

Τέλος στον συνδυασμό **Λεωφορείο/ΗΣΑΠ/Μετρό/Λεωφορείο** τα ποσοστά της “Μοναδικής Επιλογής” είναι το υψηλότερο στους λόγους επιλογής σε όλα τα μέσα. Στον συνδυασμό αυτό και συγκεκριμένα στα σταθερά μέσα τροχιάς δίδεται μεγαλύτερο βάρος ο χαρακτήρας του κρίκου αλυσίδας που λαμβάνουν παρά στην ταχύτητά τους. Ένα αξιοπρόσεκτο γεγονός που ενδεχομένως δικαιολογείται από το ότι αυτός ο συνδυασμός συναντάται να εξυπηρετεί πάρα πολλές περιοχές, εκ των οποίων οι περισσότερες είναι πολλές απομακρυσμένες περιοχές όπου και οι επιλογές μέσου είναι μειωμένες.

Πιν.ΛΕ19: Λεωφορείο 1/ΗΣΑΠ/Μετρό/Λεωφορείο 2 – Λόγοι επιλογής

ΛΕΩΦ/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ 1	16	4	4	3	1	2	2	27
	59,3%	14,8%	14,8%	11,1%	3,7%	7,4%	7,4%	
ΗΣΑΠ	16	11	5	3	0	1	0	28
	57,1%	39,3%	17,9%	10,7%	,0%	3,6%	,0%	
ΜΕΤΡΟ	18	12	4	1	0	1	0	28
	64,3%	42,9%	14,3%	3,6%	,0%	3,6%	,0%	
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ 2	21	4	3	2	0	1	0	29
	75,0%	14,3%	10,7%	7,1%	,0%	3,6%	,0%	

Παρακάτω ακολουθεί μια διαφορετική παρουσίαση των λόγων επιλογής μέσου για λόγους ευκρίνειας. Στους πίνακες αυτούς φαίνεται ουσιαστικά καλύτερα η σχέση των λόγων επιλογής των μέσων που προηγούνται με των μέσων που έπονται και ξεκαθαρίζεται η αλληλουχία των λόγων επιλογής μέσου εντός των αλυσίδων. Με άλλα λόγια διαφαίνεται ποια τάση λόγων επιλογής επικρατεί για κάθε περίπτωση. Η ανάλυση αυτή έγινε διότι οι ερωτηθέντες είχαν το δικαίωμα πολλαπλών απαντήσεων και όχι μόνο μιας και μοναδικής.

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης αυτής τελικώς ενισχύουν τις υποθέσεις και τα συμπεράσματα που προηγήθηκαν. Διαφαίνονται ως βασικοί λόγοι επιλογής στην ευρύτερη κατηγορία ένα και **μοναδικό μέσο**: α) για το ΙΧ η ταχύτητα και η άνεση, β) η έλλειψη επιλογών στην περίπτωση του Λεωφορείου και της πεζοπορίας και γ) η ταχύτητα και η οικονομία στην περίπτωση του δικύκλου.

Πιν.ΛΕ20: Μοναδικό μέσο – Τάση λόγων επιλογής

ΜΟΝΑΔΙΚΟ ΜΕΣΟ		
ΛΕΩΦ	Μοναδική Επιλογή	47,2%
ΙΧ	Ταχύτητα & Άνεση	38,3%
	Ταχύτητα	11,5%
	Άνεση	10,4%
	Ταχύτητα ή Άνεση	60,2%
ΠΕΖΗ	Μοναδική Επιλογή	35%
	Συνήθεια	9,7%
	Ταχύτητα	8,7%
ΔΙΚΥΚΛΟ	Ταχύτητα	33,3%
	Ταχύτητα & Οικονομία	25,9%
	Ταχύτητα ή Οικονομία	59,2%

Στην κατηγορία **μιας μετεπιβίβασης** διαφαίνεται για άλλη μια φορά ο κρίσιμος χαρακτήρας της αλυσίδας αφού και στις δύο περιπτώσεις η απάντηση **Μοναδική Επιλογή/Μοναδική Επιλογή** στην μεν πρώτη περίπτωση επικρατεί σημαντικά στη δε δεύτερη παρουσιάζεται ένα σεβαστό ποσοστό και επικρατεί η απάντηση **Ταχύτητα/Μοναδική Επιλογή**.

Πιν. ΛΕ21: Μία μετεπιβίβαση – Τάση λόγων επιλογής

ΜΙΑ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΗ		
ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	Μοναδική Επιλογή/Μοναδική Επιλογή	41,2%
ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	Ταχύτητα/Μοναδική Επιλογή	37,3%
	Μοναδική Επιλογή/Μοναδική Επιλογή	11,9%

Στην κατηγορία των **δύο μετεπιβιβάσεων** ενισχύεται ακόμη περισσότερο ο κρίσιμος χαρακτήρας της αλυσίδας και διαφαίνεται και η ταχύτητα ως σημαντικός λόγος επιλογής των σταθερών μέσων τροχιάς.

Πιν.ΑΕ22: Δύο Μετεπιββάσεις – Τάση λόγων επιλογής

ΔΥΟ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ		
ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	Μοναδική Επιλογή/Μοναδική Επιλογή/Μοναδική Επιλογή	20%
	Μοναδική Επιλογή/Ταχύτητα/Μοναδική Επιλογή	9,5%
ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	Μοναδική Επιλογή/Μοναδική Επιλογή/Μοναδική Επιλογή	22,2%
	Ταχύτητα/Μοναδική Επιλογή/Μοναδική Επιλογή	5,6%
	Ταχύτητα/Ταχύτητα/Μοναδική Επιλογή	5,6%

Στην δε κατηγορία των **τριών μετεπιβιβάσεων** ισχύουν για άλλη μια φορά παρόμοια συμπεράσματα με αυτά της προηγούμενης κατηγορίας. Επικρατούν δε υψηλά ποσοστά στο συνδυασμό απαντήσεων Μον. Επιλογή/Μον. Επιλογή/Μον. Επιλογή/Μον. Επιλογή και στην ταχύτητα ως λόγο επιλογής του μετρό στο συνδυασμό μέσων Λεωφορείο/Μετρό/ Μετρό/Λεωφορείο.

Πιν.ΑΕ23: Τρεις μετεπιβιβάσεις – Τάση λόγων επιλογής

ΤΡΕΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ		
ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	Μον. Επιλογή/Ταχύτητα/Ταχύτητα/Μον. Επιλογή	12,9%
	Μον. Επιλογή/Μον. Επιλογή/Μον. Επιλογή/Μον. Επιλογή	9,7%
ΛΕΩΦ/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	Μον. Επιλογή/Μον. Επιλογή/Μον. Επιλογή/Μον. Επιλογή	27,6%

Τέλος παρακάτω παρουσιάζονται τα ποσοστά των λόγων μη επιλογής των Μ.Μ.Μ. όταν ο προορισμός της μετακίνησης είναι η Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.

Πιν.ΑΕ24: Λόγοι μη επιλογής ΜΜΜ

(Επί του συνόλου των 183 απαντήσεων)					
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)	ΟΧΙ	ΟΧΙ (%)	ΣΥΝΟΛΟ
Καθυστέρηση	111	60.7	72	39.3	183
Ελλιπής Σύνδεση	78	42.6	105	57.4	183
Κόστος	6	3.3	177	96.7	183
Έλλειψη Άνεσης	75	41.0	108	59.0	183
Άλλο	38	20.8	145	79.2	183
Σύνολο	308		607		183

(Επί του συνόλου των 308 θετικών απαντήσεων)		
	ΝΑΙ	ΝΑΙ (%)
Καθυστέρηση	111	36.0
Ελλιπής Σύνδεση	78	25.3
Κόστος	6	1.9
Έλλειψη Άνεσης	75	24.4
Άλλο	38	12.3
Σύνολο	308	100

Σημειώνεται ως κύριος λόγος η “Καθυστέρηση” και ακολουθούν η “Ελλιπής Σύνδεση” και η “Άνεση”. Το κόστος δεν παρουσιάζει πάρα πολύ μικρό ποσοστό διότι η χρήση ΙΧ γενικά δεν είναι οικονομικότερη για τους μετακινούμενους σε σχέση με το κόστος χρήσης Μ.Μ.Μ. Επίσης στην προσπάθεια της κατανόησης του λόγου που ένα μεγάλο ποσοστό δε χρησιμοποιούν τα ΜΜΜ διαπιστώνεται ως πρωταρχικός λόγος η καθυστέρηση και δευτερευόντως η ελλιπής σύνδεση και η έλλειψη άνεσης. Αντιθέτως το κόστος δείχνει να μην απασχολεί τους μετακινούμενους και αποδεικνύεται πως το εισιτήριο έχει ανελαστικό χαρακτήρα ως προς το κόστος.

3.2.5 Χρόνοι μετακίνησης

Αναλυτικότερα οι σημαντικότεροι και συνηθέστεροι συνδυασμοί μέσων, των οποίων το δείγμα ήταν επαρκές, παρουσιάζονται στον πίνακα ΧΜ02 όπου μπορεί να δει κανείς τους μέσους χρόνους διαδρομής που χαρακτηρίζουν τον κάθε συνδυασμό.

Οι χρόνοι μετακίνησης διακρίνονται σε χρόνους εντός, εκτός και συνολικούς. Οι χρόνοι εντός συνιστούν τη συνολική διάρκεια που ο μεταφερόμενος βρίσκεται εντός του/των οχήματος/ων μέχρις ότου αποβιβαστεί από αυτό/ά. Ως χρόνος εκτός ορίζεται το άθροισμα των χρόνων της αναμονής/καθυστέρησης πριν τη διαδοχική μετεπιβίβαση (εάν αυτή υπάρχει) με τους χρόνους βαδίσματος από την αποβίβαση από το τελευταίο μέσο έως τον τελικό προορισμό. Στη δε απλή πεζή μετακίνηση έχει γίνει μια διαφορετική θεώρηση. Έχει θεωρηθεί η πεζοπορία έως την πύλη ως χρόνος εντός στο υποθετικό μέσο «πεζή», ενώ ως χρόνος έκτος ο χρόνος της πεζοπορίας από την πύλη (μετά την

«αποβίβαση» από το υποθετικό «μέσο») ως τον τελικό προορισμό (δηλαδή πεζή μετακίνηση εντός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου).

Όπως προέκυψε από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων ο μέσος χρόνος εντός είναι (σε λεπτά) περίπου 40,1 (19,9), ο μέσος χρόνος εκτός 11,3 (8,2), ενώ ο συνολικός μέσος χρόνος είναι 51,4 (24,3).

Πιν.XM01: Σχέση χρόνων μετακίνησης με MMM & IX

	Χρόνος Εντός	Χρόνος Εκτός	Συνολικός
MMM	44,6 (19,1)	15,1 (7,0)	59,7 (22,4)
IX	36,1 (16,6)	2,6 (1,9)	38,7 (16,8)

Ως πρώτο επίπεδο διερεύνησης θα θεωρηθούν οι κατηγορίες MMM, IX εφόσον αποτελούν τις δυο πιο ενδιαφέρουσες κατηγορίες-τρόποι-μέσα μετακίνησης όχι μόνο ως προορισμό την Πολυτεχνειούπολη αλλά και για οποιοδήποτε άλλο σκοπό μετακίνησης. Και τούτο διότι βρίσκεται ενταγμένο στους προβληματισμούς για την κατά το δυνατόν ελαχιστοποίηση της χρησιμοποίησης IX και ενθάρρυνσης χρήσης MMM. Όπως φαίνεται από τον πίνακα XM01 και ο χρόνος εντός και ο εκτός (καθυστερήσεις) είναι αρκετά υψηλός στη χρήση MMM κάτι το οποίο δικαιολογεί απολύτως την επικράτηση της καθυστέρησης (υψηλός συνολικός χρόνος διαδρομής) και την έλλειψη σύνδεσης μέσων (υψηλός χρόνος εκτός) ως λόγους αποστροφής των μετακινούμενων από τα MMM (βλέπε Πίνακα ΛΕ24).

Πιν.ΧΜ02: Σχέση χρόνων μετακίνησης με μέσα μετακίνησης

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ	ΧΡΟΝΟΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ				
	ΕΝΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ
ΛΕΩΦ	33,5 (18,4)	8,8 (4,9)	42,5 (19,1)	175	5
ΙΧ	36,4 (16,4)	2,6 (1,9)	39,3 (17,6)	304	4
CARPOOLING	36,6 (22,8)	2,2 (1,5)	38,8 (23,2)	16	3
ΔΙΚΥΚΛΟ	20,7 (15,0)	2,0 (1,5)	22,7 (15,2)	35	2
ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	46,8 (19,4)	13,2 (4,8)	60,3 (18,9)	57	9
ΆΛΛΟ	45,8 (16,3)	6,0 (4,6)	51,8 (18,2)	9	6
ΠΕΖΗ	11,8 (4,0)	6,1 (4,6)	18,4 (14,3)	148	1
ΤΡΟΛΕΪ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	52,3 (18,5)	18,6 (3,3)	70,8 (20,3)	8	12
ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	45,9 (10,9)	18,3 (5,5)	63,8 (13,9)	54	10
ΗΣΑΠ/ΠΡΟΑΣΤ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	50,6 (8,0)	25,2 (7,8)	74,2 (10,0)	11	13
ΤΡΟΛΕΪ/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	50,0 (9,4)	28,4 (12,6)	78,7 (7,4)	6	15
ΛΕΩΦ/ΗΣΑΠ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	68,1 (9,4)	22,5 (5,5)	90,4 (9,1)	29	16
ΛΕΩΦ/ΗΣΑΠ/ΠΡΟΑΣΤ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	65,0 (9,4)	29,8 (3,6)	94,4 (9,2)	9	17
ΠΡΟΑΣΤ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	38,1 (11,6)	18,0 (5,1)	55,8 (13,6)	16	8
ΤΡΑΜ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	52,0 (8,0)	16,4 (2,4)	68,4 (8,2)	12	11
ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	35,9 (12,5)	16,3 (3,8)	52,2 (13,5)	81	7
ΛΕΩΦ/ΜΕΤΡΟ/ΛΕΩΦ	57,2 (15,3)	18,2 (4,5)	75,5 (15,9)	126	14

Χρόνοι εκτός

Όπως προέκυψε από την επεξεργασία των απαντήσεων (βλέπε Πίνακα ΧΜ02) η μετακίνηση προς το ΕΜΠ με δίκυκλο δίνει το χαμηλότερο χρόνο εκτός (2,0) και αυτό λόγω της δυνατότητας του μέσου για στάθμευση σε πολύ κοντινή απόσταση από τον τελικό προορισμό. Η δυνατότητα αυτή μειώνεται στην επιλογή ΙΧ (είτε ως οδηγού είτε ως συνοδηγού), με αποτέλεσμα να απαιτείται ελαφρά περισσότερος χρόνος πεζοπορίας (2,2 έως 2,6 λεπτά) από το σημείο αποβίβασης έως τη σχολή-προορισμό του μετακινούμενου. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι παραμένει σε πολύ χαμηλά επίπεδα ο χρόνος εκτός σε περίπτωση χρήσης ΙΧ, χάρη στην καλή χωροθέτηση των χώρων στάθμευσης. Επιπλέον ελάχιστα λιγότερο περπατάνε οι μετακινούμενοι με ΙΧ που είναι όμως συνοδηγοί. Αυτό αιτιολογείται ενδεχομένως από το ότι οι οδηγοί αποβιβάζουν τους συνοδηγούς τους πολύ κοντά στον τελικό προορισμό τους. Όσον αφορά την πεζοπορία προκύπτει μέσος χρόνος εκτός του υποθετικού μέσου «με τα πόδια» (δηλαδή από την πύλη μέχρι τον τελικό προορισμό) 6 λεπτά. Γεγονός που πρωτίστως αποδεικνύει την καλή λειτουργικότητα των πεζόδρομων εντός της Πολυτεχνειούπολης. Ενώ δευτερευόντως διαφαίνεται και η σωστή χωροθέτηση των πυλών (Αντοχής Υλικών και Ζωγράφου κυρίως), οι οποίες εξυπηρετούν το 12,9% (βλέπε Παράρτημα Γ) των

συνολικά μετακινούμενων που επιλέγουν να φθάσουν στο ΕΜΠ βαδίζοντας. Ο χρόνος εκτός παραμένει μονοψήφιος για τους επιβάτες δημοτικών λεωφορείων (κατηγορία «Άλλο» στον πίνακα ΧΜ02) και τους χρήστες ενός και μοναδικού αστικού λεωφορείου. Τα δημοτικά λεωφορεία που εξυπηρετούν την Πολυτεχνειούπολη, συνήθως έχουν συγκεκριμένη αφετηρία και πραγματοποιούν ελάχιστες ή και καθόλου ενδιάμεσες στάσεις. Κατ' αυτόν τον τρόπο αιτιολογείται η διαφορά στους χρόνους εκτός για αυτές τις δυο επιλογές. Τα αστικά λεωφορεία που εξυπηρετούν την Πολυτεχνειούπολη έχουν μέσο χρόνο εκτός γύρω στα 9 λεπτά, που ταυτίζεται με τον μέσο χρόνο εκτός των λεωφορείων που εξυπηρετούν την Πολυτεχνειούπολη από την πύλη επί της οδού Κοκκινοπούλου, όπως θα φανεί στην ανάλυση που ακολουθεί. Ο συνδυασμός δυο λεωφορείων έχει κατά 6 λεπτά περίπου αυξημένο το χρόνο εκτός από την περίπτωση του ενός και μοναδικού λεωφορείου, όσο δηλαδή είναι περίπου το άθροισμα του χρόνου βαδίσματος προς τη στάση με τον χρόνο αναμονής σε αυτή μέχρι την μετεπιβίβαση στο δεύτερο λεωφορείο.

Οι επόμενοι συνδυασμοί που εξετάζονται περιλαμβάνουν μέσα σταθερής τροχιάς (προαστιακός, τραμ, ΗΣΑΠ, μετρό). Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά που επηρεάζουν το χρόνο εκτός είναι η προσβασιμότητα σε αυτά. Με άλλα λόγια η επιλογή του κάθε συνδυασμού όσο και ο χρόνος εκτός, επηρεάζονται από το χρόνο βαδίσματος που είναι διατεθειμένος κάποιος να δαπανήσει, εις βάρος όμως του συνολικού χρόνου, προκειμένου να τα χρησιμοποιήσει. Σε όλους τους συνδυασμούς ο προαστιακός, το τραμ και ο ΗΣΑΠ χρησιμοποιούνται από τους επιβάτες με σκοπό την μετεπιβίβασή τους σε μια από τις στάσεις του μετρό. Συνεπώς ο χρήστης επιλέγει αυτούς τους συνδυασμούς εις βάρος του συνολικού χρόνου διαδρομής, λαμβάνοντας υπόψιν το χρόνο αναμονής στη στάση και τον χρόνο που θα βρίσκεται εντός των μέσων που έχουν ως ιδιαίτερο χαρακτηριστικό την απεμπλοκή τους από τη κυκλοφορία του αστικού οδικού δικτύου.

Ξεκινώντας από τον συνδυασμό μετρό-λεωφορείο διαπιστώνεται πως οι μετακινούμενοι του συνδυασμού αυτού θα χρειαστούν σχεδόν 9 λεπτά ως χρόνο εκτός που αναφέρεται στο λεωφορείο και άλλα 7 λεπτά ως χρόνο εκτός που αναφέρεται στο μετρό (χρόνος διαδρομής έως το μετρό, χρόνος αναμονής σε περίπτωση αλλαγής γραμμής, και χρόνο

πεζής μετακίνησης έως τη στάση του λεωφορείου). Το ίδιο συμβαίνει με τους χρόνους εκτός για τους επιβάτες του συνδυασμού τραμ-μετρό-λεωφορείο. Ωστόσο ενώ θα περίμενε κανείς ότι ο χρόνος εκτός θα ήταν μεγαλύτερος, καθώς οι επιβάτες του συνδυασμού αυτού προτιμάνε να κάνουν μεγαλύτερη διαδρομή με το τραμ έως το Σύνταγμα προκειμένου να αποφύγουν το χρόνο αποβίβασης τους από το τραμ σε μια στάση μετρό, γεγονός που θα τους υποχρεώσει σε μετέπειτα αλλαγή γραμμής στο σταθμό του Συντάγματος. Αυτό αποδεικνύει ότι οι επιβάτες δεν είναι ενδοτικοί σε πολλές εναλλαγές διαφορετικών μέσων. Επίσης ο μικρός χρόνος εκτός, του συνδυασμού αυτού αποδεικνύει την καλή ανταπόκριση που υπάρχει μεταξύ τραμ και μετρό. Ο συνδυασμός λεωφορείο-μετρό-λεωφορείο χρειάζεται δυο επί πλέον λεπτά πεζοπορίας/αναμονής για την μετεπιβίβαση στο μετρό, σε σχέση με τα 16 λεπτά μέσου χρόνου εκτός στο συνδυασμό μετρό-λεωφορείο. Το ίδιο συμβαίνει με τους συνδυασμούς ΗΣΑΠ-μετρό-λεωφορείο και προαστιακός-μετρό-λεωφορείο, ενώ ελάχιστα μεγαλύτερος χρόνος αναμονής απαιτείται κατά τη χρήση τρόλεϊ στον συνδυασμό τρόλεϊ-μετρό-λεωφορείο.

Οι τρεις μετεπιβιβάσεις παρουσιάζουν χρόνους εκτός μεγαλύτερους των 20 λεπτών με τον συνδυασμό λεωφορείο-ΗΣΑΠ-μετρό-λεωφορείο να παρουσιάζει τον χαμηλότερο χρόνο εκτός (μόλις 4 λεπτά επιπλέον του συνδυασμού ΗΣΑΠ-μετρό-λεωφορείο). Αξίζει να σημειωθεί ότι στο συνδυασμό αυτό συναντάει κανείς τον υψηλότερο χρόνο εντός οχήματος (δεδομένου ότι ο συνδυασμός είναι προσφιλής στους κατοίκους του Πειραιά ή περιοχών πλησίον του Πειραιά) και τον δεύτερο υψηλότερο συνολικό χρόνο, που σημαίνει ότι αυτός ο συνδυασμός επιλέγεται, δικαίως όπως είδαμε νωρίτερα, κυρίως λόγω μοναδικής επιλογής. Ο συνδυασμός τρόλεϊ-ΗΣΑΠ-μετρό-λεωφορείο παρουσιάζει τον υψηλότερο χρόνο εκτός στους συνδυασμούς των τεσσάρων μετεπιβιβάσεων. Συνεκτιμώντας δε και τον σχετικά χαμηλό χρόνο εντός, προκύπτει το συμπέρασμα ότι το τρόλεϊ παρόλο που δεν έχει την καλύτερη ανταπόκριση με το ΗΣΑΠ επιλέγεται για σύντομες διαδρομές. Τέλος, ο συνδυασμός λεωφορείο-ΗΣΑΠ-προαστιακός-μετρό-λεωφορείο παρουσιάζει το μεγαλύτερο χρόνο εκτός (τέσσερα λεπτά περισσότερο από το συνδυασμό ΗΣΑΠ-προαστιακός-μετρό-λεωφορείο), αλλά και τον δεύτερο κατά σειρά μεγαλύτερο χρόνο εντός.

Χρόνος εντός

Ο χρόνος εντός είναι το άθροισμα των χρόνων που εκτιμά πως βρίσκεται ο μετακινούμενος σε κάθε ένα από τα μέσα του συνδυασμού που επιλέγει. Ο χρόνος εντός είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί από τους επιβάτες λεωφορείων (αστικών ή δήμου), τρόλεϊ, και οδηγούς ΙΧ διότι τα μέσα αυτά εμπλέκονται με την κυκλοφορία του αστικού οδικού δικτύου. Για αυτό το λόγο δε ζητήθηκε από τους ερωτωμένους να απαντήσουν πόσο χρόνο βρίσκονταν εντός κάποιου μέσου, αλλά ποια ώρα επιβιβάστηκαν σε αυτό και ποια ώρα αποβιβάστηκαν. Σε αντίθεση με την καθυστέρηση που οι μετακινούμενοι την εκτιμάνε εμπειρικά, δίνοντας ώρα αποβίβασης από ένα μέσο διαφορετική από το επόμενο μέσο, ο επιβάτης που είθισται να εναλλάσσει δυο έως τρία μεταφορικά μέσα στην καθημερινή του μετακίνηση και κυρίως τις ίδιες ώρες, έχει την δυνατότητα να γνωρίζει ώρες αποβίβασης και επιβίβασης «ορόσημα» προκειμένου να φθάσει έγκαιρα στον προορισμό του. Όπως είναι λογικό η πεζή μετακίνηση επιλέγεται για διαδρομές το πολύ μέχρι 12 λεπτά έως ότου φτάσει σε μια από τις πύλες της Πολυτεχνειούπολης. Ο μικρότερος χρόνος εντός οχήματος (περίπου 20 λεπτά), προκύπτει από τη χρήση δικύκλου, καθώς είναι το μόνο μέσο μεταφοράς που λόγω μεγέθους μπορεί μέσω ελιγμών να κινηθεί σχετικά γρήγορα σε οδούς που παρουσιάζουν μεγάλο κυκλοφοριακό φόρτο. Οι δε επιβάτες ενός και μοναδικού λεωφορείου βρίσκονται εντός λίγο περισσότερο από μισή ώρα.

Οι συνδυασμοί προαστιακός-μετρό-λεωφορείο και μετρό-λεωφορείο, είναι συνδυασμοί που διαμορφώνονται κυρίως από μια γραμμή μετρό και για αυτό το λόγο ο χρόνος εντός είναι ελάχιστα μικρότερος από τη χρήση ΙΧ. Από όσα αναφέρθηκαν και για το χρόνο εκτός προκύπτει ότι ενώ το ΙΧ χρησιμοποιείται για μεγάλες χιλιομετρικές αποστάσεις (Βόρεια προάστια), ο ανταγωνισμός του ΙΧ με τα ΜΜΜ δεν κρίνεται στους χρόνους εντός των μέσων, αλλά στους χρόνους εκτός. Επιπλέον το λεωφορείο του δήμου φαίνεται να έχει τον ίδιο μέσο χρόνο εντός (περί τα 46 λεπτά), με τους συνδυασμούς ΗΣΑΠ-μετρό-λεωφορείο και λεωφορείο1-λεωφορείο2, γεγονός που αναδεικνύει την επιτυχημένη προσπάθεια των δήμων (σε μεγάλη χιλιομετρική απόσταση από την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου) να εξυπηρετήσουν μέλη της Πανεπιστημιακής κοινότητας που πολύ πιθανόν να μην έχουν γρήγορη πρόσβαση προς κάποια γραμμή

ΗΣΑΠ. Η σύγκριση αυτή μπορεί να γίνει και με τους χρόνους εντός που προκύπτουν από όσους ξεκινάνε τη διαδρομή τους επιβιβαζόμενοι σε τρόλεϊ, προκειμένου να επιβιβαστούν σε μια από τις γραμμές ΗΣΑΠ ή μετρό. Η χρήση του προαστιακού από τους κατοίκους των βόρειων προαστίων και η χρήση του τραμ από τους κατοίκους των νοτίων προαστίων, μειώνουν τους χρόνους εντός στις αλυσίδες που συμμετέχουν. Σε αντίθεση με αυτές τις αλυσίδες οι συνδυασμοί, λεωφορείο-μετρό-λεωφορείο και λεωφορείο-ΗΣΑΠ-μετρό-λεωφορείο, έχουν τους δυο υψηλότερους χρόνους εντός και εξυπηρετούν κυρίως τα δυτικά και νοτιοδυτικά προάστια. Συνεπώς κρίνεται πρόδηλη η ανάγκη της συνέχισης των έργων για επέκταση του μετρό στα δυτικά προάστια, έτσι ώστε να αποφευχθεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση στις κεντρικές αρτηρίες (όπως Λιοσίων, Θηβών, Καβάλας, Πέτρου Ράλλη, Ιερά οδό).

Συνολικός χρόνος διαδρομής προς ΕΜΠ

Ο συνολικός χρόνος διαδρομής ζητήθηκε να απαντηθεί σε ξεχωριστή ερώτηση, διότι ο χρόνος γίνεται πιο εύκολα αντιληπτός για μια διαδρομή ως σύνολο παρά σε διακριτά χρονικά διαστήματα. Όπως φαίνεται από τον πίνακα, συνδυασμοί που έχουν ως πρώτο μέσο λεωφορείο ή τρόλεϊ ή τραμ (δηλαδή MMM που εμπλέκονται στο αστικό οδικό δίκτυο και επομένως με την κυκλοφορία), παρουσιάζουν συνολικούς χρόνους πάνω από τον μέσο συνολικό χρόνο. Οι αλυσίδες που λαμβάνουν τις θέσεις 11 έως 17 όπως ταξινομούνται στην τελευταία στήλη του Πίνακα XM02 και χρησιμοποιούνται από το 18,3% των συνολικά μετακινούμενων, παρουσιάζουν μέσο συνολικό χρόνο που υπερβαίνει κατά πολύ την μια ώρα. Προκύπτει δηλαδή ότι τρεις στους δέκα αυτών που επιλέγουν μέσα μαζικής μεταφοράς, δαπανούν αρκετά περισσότερο από μια ώρα για να φθάσουν στην Πολυτεχνειούπολη. Εάν εξαιρεθούν και οι τρεις στους δέκα που εξυπηρετούνται από την χρήση ενός μόνο λεωφορείου, είτε διότι μένουν κοντά, είτε διότι η λεωφορειακή γραμμή που φθάνει στην Πολυτεχνειούπολη τους εξυπηρετεί, προκύπτει το συμπέρασμα ότι μόλις τέσσερις στους δέκα επιλέγουν συνδυασμό MMM και φθάνουν σε χρόνο λιγότερο από μία ώρα (οι περισσότεροι από αυτούς είναι επιβάτες των συνδυασμών λεωφορείο1-λεωφορείο2, μετρό-λεωφορείο, προαστιακός-μετρό-λεωφορείο).

Μετεπιβιβάσεις

Ένας σημαντικός παράγοντας σε σχέση με τον οποίο εξετάζονται οι χρόνοι μετακίνησης είναι ο αριθμός των μετεπιβιβάσεων, δηλαδή το πλήθος των μέσων που επιβιβάζεται ο μετακινούμενος προκειμένου να φτάσει στον προορισμό του αφού αποβιβαστεί από το πρώτο μέσο. Στην περίπτωση ενός και μοναδικού μέσου έχει ενδιαφέρον να παρατηρηθεί ότι ο χρόνος εντός οχήματος ανέρχεται στα 32 λεπτά περίπου και ο χρόνος εκτός οχήματος (χρόνος αναμονής σε στάση, χρόνος βαδίσματος κ.λ.π.) γύρω στα 5,5 λεπτά. Οκτώ λεπτά περισσότερου χρόνου εντός χρειάζονται στις περιπτώσεις μεταφορικής αλυσίδας μιας μετεπιβίβασης, ενώ στην περίπτωση δυο μετεπιβιβάσεων ο χρόνος εντός αυξάνεται κατά περίπου 12 λεπτά. Παρατηρείται δε, για τις περιπτώσεις που ξεπερνούν τις δυο μετεπιβιβάσεις, πως όσο αυξάνονται σε πλήθος τόσο περισσότερο διαμοιράζεται ο χρόνος εντός των μέσων, με αποτέλεσμα να φθίνει η αυξητική τάση του χρόνου εντός. Αντιθέτως οι χρόνοι εκτός αυξάνονται σχεδόν αναλογικά με την αύξηση των μετεπιβιβάσεων.

Ο συνολικός χρόνος είναι ιδιαίτερα χαμηλός όταν ο μετακινούμενος χρησιμοποιεί ένα και μοναδικό μέσο και τούτο διότι γενικά οι περισσότεροι που χρησιμοποιούν ένα και μοναδικό μέσο είναι συνήθως χρήστες ΙΧ, το οποίο είναι μέσο μετακίνησης από πόρτα σε πόρτα και ελαχιστοποιεί τους χρόνους εκτός. Στη δε μία μετεπιβίβαση αυξάνεται εξίσου ο χρόνος εντός και ο χρόνος εκτός (κατά 8-9 λεπτά αντίστοιχα) και τούτο διότι οι αλυσίδες μετρό-λεωφορείο και λεωφορείο-λεωφορείο, επιλέγονται από κατοίκους του κέντρου και των ανατολικών προαστίων. Αυτό σημαίνει ότι το πρώτο μέσο επιλέγεται για μικρές χρονοαποστάσεις. Αντιθέτως στην πλειονότητα των περιπτώσεων των δύο μετεπιβιβάσεων, (λεωφορείο-μετρό-λεωφορείο ή ΗΣΑΠ-μετρό-λεωφορείο) οι μετακινούμενοι προέρχονται από περιοχές δυτικών προαστίων ή την ευρύτερη περιοχή του Πειραιά, όπου το πρώτο μέσο επιλέγεται για μεγάλες αποστάσεις, με αποτέλεσμα να παρατηρείται πρώτον ιδιαίτερη αύξηση του χρόνου εντός και δεύτερον μια τρίλεπτη κατά μέσο όρο καθυστέρηση (χρόνος εκτός) για την μετεπιβίβαση στο μετρό. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων των τριών μετεπιβιβάσεων, (λεωφορείο-ΗΣΑΠ-μετρό-λεωφορείο και λεωφορείο-μετρό-μετρό-λεωφορείο), όταν οι μετακινούμενοι

προέρχονται από περιοχές νοτίων προαστίων παρατηρείται μικρότερη αύξηση του συνολικού χρόνου, ενώ παρόμοιο αποτέλεσμα διαπιστώνεται στην περίπτωση των τεσσάρων μετεπιβιβάσεων λεωφορείο-ΗΣΑΠ-προαστιακός-μετρό λεωφορείο (αλυσίδα για επιβάτες βορείων προαστίων).

Πιν.ΧΜ03: Σχέση χρόνων μετακίνησης με πλήθος μετεπιβιβάσεων

	ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ				
	ΚΑΜΙΑ	ΜΙΑ	ΔΥΟ	ΤΡΕΙΣ	ΤΕΣΣΕΡΙΣ
ΧΡΟΝΟΣ ΕΝΤΟΣ	31,9 (18,4)	39,9 (17,2)	51,4 (15,8)	58,9 (11,8)	65,0 (9,4)
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΟΣ	5,5 (4,7)	14,7 (4,5)	17,7 (4,5)	22,3 (6,6)	29,8 (3,6)
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ	38,0 (19,1)	55,2 (17,3)	69,0 (16,9)	81,0 (12,4)	94,1 (9,8)

Φύλο

Ο συνολικός χρόνος μετακίνησης για τα δυο φύλα φαίνεται μεγαλύτερος για τις γυναίκες 42', έναντι 39' που είναι ο αντίστοιχος χρόνος για τις μετακινήσεις των αντρών. Οι γυναίκες πιθανότατα είναι συχνότεροι χρήστες των Αστικών Συγκοινωνιών, αφού ο μέσος χρόνος εντός πλησιάζει περισσότερο το μέσο χρόνο εντός αυτών που χρησιμοποιούν ΜΜΜ.

Πιν.ΧΜ04: Σχέση χρόνων μετακίνησης με φύλο

	ΦΥΛΟ	
	ΓΥΝΑΙΚΑ	ΑΝΔΡΕΣ
ΧΡΟΝΟΣ ΕΝΤΟΣ	41,9 (19,7)	39,2 (19,7)
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΟΣ	11,9 (8,1)	11,05 (8,2)
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ	53,7 (24,7)	50,27 (23,9)

Δίπλωμα Οδήγησης

Η ίδια εικόνα όπως ήταν αναμενόμενο παρουσιάζεται και για την κατοχή ή μη διπλώματος οδήγησης. Όπως φαίνεται ο μέσος χρόνος εντός είναι σχεδόν ίσος, στην περίπτωση αρνητικής απάντησης στην ερώτηση για κατοχή ή μη διπλώματος οδήγησης, με τον μέσο χρόνο εντός των γυναικών. Ομοίως η περίπτωση του μέσου χρόνου εντός των αντρών, με αυτόν για θετική απάντηση στην ερώτηση για κατοχή ή μη διπλώματος οδήγησης. Επιπλέον ο χρόνος εκτός είναι όπως είναι αναμενόμενο μεγαλύτερος για τους μη κατόχους διπλώματος οδήγησης διότι οι εν δυνάμει χρήστες ΙΧ επιλέγουν τελικώς τη

χρήση ΙΧ, άρα και τη μετακίνηση που όπως περιγράφεται παραπάνω «από πόρτα σε πόρτα».

Πιν.ΧΜ05: Σχέση χρόνου μετακίνησης με κατοχή διπλώματος οδήγησης

	ΔΙΠΛΩΜΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΧΡΟΝΟΣ ΕΝΤΟΣ	39,3 (19,4)	41,5 (20,4)
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΟΣ	9,2 (7,8)	14,2 (7,7)
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ	48,5 (23,6)	55,7 (24,6)

Δείκτης Ιδιοκτησίας

Εύκολα μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα που ακολουθεί ότι ο χρόνος μετακίνησης επηρεάζεται και από το δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ, (δηλαδή το πλήθος των ΙΧ που διαθέτει η οικογένεια προς το πλήθος των μελών της οικογένειας). Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα ο χρόνος εκτός μειώνεται από δείκτη ιδιοκτησίας 0,25 και άνω, ενώ αισθητή και αναμενόμενη μείωση διακρίνεται για δείκτη ιδιοκτησίας από 0,5 και άνω. Η μείωση των συνολικών χρόνων μετακίνησης, με την αύξηση του δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ αυτοκινήτου οφείλεται στο γεγονός ότι σε μια τετραμελή οικογένεια γενικά υπάρχουν περισσότερα από ένα αυτοκίνητα, με αποτέλεσμα το ένα να μένει ενδεχομένως διαθέσιμο προς χρήση για την μετακίνηση προς την Πολυτεχνειούπολη ΕΜΠ. Για δείκτες άνω του ενός το δείγμα είναι πολύ μικρό και επομένως δε θεωρείται αξιόπιστο. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι οι κάτοικοι των περιχώρων Αττικής είναι απολύτως αναμενόμενο να χρησιμοποιούν τελικά ΙΧ, δεδομένου κιόλας του υψηλού δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ που έχουν. Επίσης είναι αναμενόμενος και ο σχετικά υψηλός μέσος συνολικός χρόνος.

Πιν.ΧΜ06: Σχέση χρόνων μετακίνησης με δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ

	ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΙΧ					
	ΜΗΔΕΝ	(0,00-0,25]	(0,25-0,50]	(0,50-0,75]	(0,75-1,00]	(1,00-3,00]
ΧΡΟΝΟΣ ΕΝΤΟΣ	34,1 (21,7)	41,1 (18,7)	41,7 (20,4)	37,4 (18,0)	35,1 (19,0)	43,4 (19,2)
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΟΣ	10,3 (5,9)	13,3 (8,5)	12,1 (7,8)	9,4 (8,4)	5,3 (5,2)	2,7 (4,4)
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ	43,4 (24,0)	54,4 (23,0)	53,8 (25,0)	46,8 (22,9)	40,4 (19,9)	46,1 (22,0)

Ηλικία

Εν τέλει, για την ολοκλήρωση της περιγραφικής ανάλυσης των δεδομένων μας είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι και η ηλικία αποτελεί σημαντικό παράγοντα από τον οποίο εξαρτάται ο χρόνος μετακίνησης. Αυτό ισχύει διότι η συντριπτική πλειοψηφία στις σχετικά μικρές ηλικίες έως και 18 δεν κατέχουν δίπλωμα οδήγησης, με αποτέλεσμα να οδηγούνται στην λύση των MMM και κατά συνέπεια σε υψηλούς μέσους χρόνους εντός, εκτός και συνολικούς. Ένα άλλο χαρακτηριστικό που πιθανότατα επηρεάζει τους χρόνους μετακίνησης, είναι η απειρία στη χρήση και την εναλλαγή των μέσων που λογικά έχουν οι φοιτητές τα πρώτα χρόνια, δεδομένου ότι το 36% (πίνακας X11) έρχονται πρώτη φορά σε επαφή με τις Αστικές Συγκοινωνίες της Αθήνας και δεδομένου ότι στα μαθητικά τους χρόνια η χρήση λεωφορείου κινείται στα πλαίσια του δήμου που ανήκουν. Συνεπώς, όπως αναμενόταν, στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η σημαντική μείωση των χρόνων στην δεύτερη ηλικιακή κατηγορία και μια σταδιακή μείωση των χρόνων εντός, εκτός και των συνολικών με την αύξηση της ηλικίας.

Πιν.XM07: Σχέση χρόνων μετακίνησης με ηλικιακές ομάδες

	ΗΛΙΚΙΑΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ			
	(17-19)	(20-23)	(24-27)	(28-60)
ΧΡΟΝΟΣ ΕΝΤΟΣ	43,3 (19,8)	37,5 (18,6)	36,1 (20,2)	35,9 (22,2)
ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΟΣ	13,9 (7,7)	9,5 (8,2)	7,9 (6,6)	6,3 (6,9)
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ	57,2 (23,5)	47,0 (23,1)	44,0 (24,4)	42,2 (27,5)

Προάστια-Περιοχές-Αφετηρία διαδρομής προς την Πολυτεχνειούπολη

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει τους χρόνους μετακίνησης, είναι η αφετηρία του μετακινούμενου, η οποία διαθέτει στην ευρύτερη ζώνη της (όπως για παράδειγμα για την ανάλυσή μας τα προάστια) και στο σύνολο της, ομοιογενή κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά (όπως υψηλό ή χαμηλό δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ) και χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την επιλογή του πρώτου μέσου (όπως προσβασιμότητα σε σταθμό μετρό), ή ακόμα και την διαθεσιμότητα μέσων (όπως λεωφορείων) ή και έλλειψη λεωφορειολωρίδων που επηρεάζει την επιλογή του δεύτερου ή τρίτου μέσου (ανταπόκριση με κάποια ευπρόσιτη στάση κάποιου από τα μέσα σταθερής τροχιάς).

Από την επεξεργασία των δεδομένων μας προέκυψε υψηλός μέσος συνολικός χρόνος διαδρομής από περιοχές δυτικών προαστίων, γεγονός που εξηγείται από την μοναδική επιλογή ως πρώτου μέσου το λεωφορείο και την μη ύπαρξη λεωφορειολωρίδων στις κεντρικές αρτηρίες. Στα νότια προάστια το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο, λόγω της μεγάλης χιλιομετρικής απόστασης από την Πολυτεχνειούπολη και των πολλών μετεπιβιβάσεων που απαιτούνται προκειμένου να φθάσουν στον προορισμό τους (μεγάλος χρόνος εντός της γραμμής ΗΣΑΠ Πειραιά-Μοναστηράκι). Στα δε περίχωρα Αττικής, ο συνολικός χρόνος όπως και ο χρόνος εκτός (χρήση ΙΧ) είναι λιγότερος, διότι στις περιοχές αυτές υπάρχει καλά διαμορφωμένο οδικό δίκτυο (Αττική Οδός) και οι μετακινούμενοι των περιοχών αυτών έχουν υψηλό δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ. Λιγότερο από μία ώρα χρειάζεται ο κάτοικος των βορείων προαστίων για να φτάσει στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, καθώς η χρήση του προαστιακού μπορεί μεν να διατηρεί σε σχετικά υψηλά επίπεδα τον χρόνο εκτός, η χρήση του δικτύου όμως των μέσων σταθερής τροχιάς (προαστιακός και μετρό) μοιράζει και κατά συνέπεια μειώνει τους χρόνους εντός. Οι φοιτητές που μένουν στα κεντρικά προάστια, χρειάζονται κατά μέσο όρο 4 λεπτά περισσότερα για να φθάσουν στο ΕΜΠ, από τους φοιτητές των ανατολικών προαστίων, είτε λόγω μεγαλύτερης χιλιομετρικής απόστασης (που είναι μικρότερη για τα Ανατολικά προάστια), είτε διότι η χρήση ΙΧ από το κέντρο προς ΕΜΠ δε θα μείωνε σημαντικά το συνολικό χρόνο μετακίνησης. Για αυτό και όπως βλέπουμε στον παρακάτω πίνακα από τα κεντρικά προάστια η πλειοψηφία (73%) χρησιμοποιεί ΜΜΜ. Τέλος ο μετακινούμενος με αφετηρία περιοχές πλησίον ΕΜΠ κάνει λιγότερο από μισή ώρα, δεδομένου ότι είναι πολύ πιθανό να χρησιμοποιήσει τα λεωφορεία 608, 235 και 230 για 5-6 στάσεις ή τελικά να καταφύγει στην απλή πεζοπορία. Οι μέσοι χρόνοι εντός, εκτός και συνολικοί σε σχέση με το προάστιο-περιοχή-αφετηρία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πιν.ΧΜ08: Σχέση περιοχών με χρόνους μετακίνησης

ΧΡΟΝΟΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ			
ΠΡΟΑΣΤΙΑ	ΕΝΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ
ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ	36,8 (18,1)	9,8 (7,2)	46,7 (22,3)
ΒΟΡΕΙΑ	42,6 (16,5)	11,8 (9,3)	54,5 (21,4)
ΔΥΤΙΚΑ	58,0 (16,1)	16,3 (7,8)	74,3 (19,5)
ΚΕΝΤΡΙΚΑ	38,7 (15,3)	11,5 (7,2)	50,2 (17,8)
ΠΕΡΙΧΩΡΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	50,9 (19,1)	9,7 (10,0)	60,6 (23,6)
ΠΛΗΣΙΟΝ ΕΜΠ	21,6 (14,9)	7,3 (5,1)	28,8 (16,7)
ΝΟΤΙΑ	55,5 (15,3)	15,1 (9,2)	70,6 (20,4)

Όπως προαναφέρθηκε η αφετηρία μιας μετακίνησης παίζει ρόλο στην επιλογή του πρώτου μέσου και κατά συνέπεια του δεύτερου (και ακολούθως ολόκληρης της αλυσίδας). Παρόλ' αυτά στη συνέχεια παρουσιάζεται σε πίνακα η επιλογή μεταξύ ΜΜΜ, ΙΧ, δικύκλου, βαδίσματος και άλλης επιλογής σε σχέση με την περιοχή-αφετηρία.

Πιν.ΧΜ09: Σχέση περιοχών με μέσο μετακίνησης

	ΜΕΣΟ					
	ΜΜΜ	ΙΧ	ΔΙΚΥΚΛΟ	ΒΑΔΙΣΜΑ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΠΡΟΑΣΤΙΑ						
ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ	75	61	3	4	1	144
	52,1%	42,4%	2,1%	2,8%	,7%	100,0%
ΒΟΡΕΙΑ	95	77	4	0	4	180
	52,8%	42,8%	2,2%	,0%	2,2%	100,0%
ΔΥΤΙΚΑ	79	19	0	0	1	99
	79,8%	19,2%	,0%	,0%	1,0%	100,0%
ΚΕΝΤΡΙΚΑ	170	47	9	2	5	233
	73,0%	20,2%	3,9%	,9%	2,1%	100,0%
ΠΕΡΙΧΩΡΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	29	31	1	0	0	61
	47,5%	50,8%	1,6%	,0%	,0%	100,0%
ΠΛΗΣΙΟΝ ΕΜΠ	100	29	12	142	1	284
	35,2%	10,2%	4,2%	50,0%	,4%	100,0%
ΝΟΤΙΑ	87	56	6	0	0	149
	58,4%	37,6%	4,0%	,0%	,0%	100,0%

Προκύπτει λοιπόν ότι οι μετακινούμενοι από τα περίχωρα Αττικής προτιμούν το ΙΧ. Αρκετά υψηλό ποσοστό προτίμησης ΙΧ έχουν οι κάτοικοι των ανατολικών και βόρειων προαστίων, ενώ οι κάτοικοι των δυτικών, νότιων προαστίων και του κέντρου καταφεύγουν στα ΜΜΜ. Όσοι ξεκινούν από περιοχές πλησίον της περιοχής της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου κατά κύριο λόγο βαδίζουν, ενώ λιγότεροι χρησιμοποιούν ΜΜΜ (λεωφορείο). Επιπλέον όπως ήταν αναμενόμενο από αυτούς που εισέρχονται με δίκυκλο, οι περισσότεροι προέρχονται από το κέντρο ή από τις περιοχές πλησίον της Πολυτεχνειούπολης.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό γνώρισμα της θέσης των πυλών της Πολυτεχνειούπολης είναι ότι «βλέπουν» σε κεντρικές αρτηρίες, που εξυπηρετούν εκτός από διαφορετικές επιλογές μέσων μετακίνησης και διαφορετικές αφετηριακές περιοχές μετακίνησης. Αναφορικά η πύλη Αντοχής Υλικών είναι τοποθετημένη στην οδό Ηρώων Πολυτεχνείου και κατά συνέπεια είναι λογικό να εξυπηρετεί, είτε όσους έρχονται από το κέντρο (βαδίζοντας από την 6^η στάση Ζωγράφου), είτε περιοχές πλησίον της Πολυτεχνειούπολης. Η Πύλη Κοκκινοπούλου βρίσκεται επί της οδού Κοκκινοπούλου και εξυπηρετεί ΙΧ, το λεωφορείο 242 και όσους γενικότερα επέλεξαν να καταφτάσουν από το σταθμό του μετρό στην Κατεχάκη. Κατά συνέπεια η πύλη εξυπηρετεί κατά κύριο λόγο τους κατοίκους βορείων προαστίων και κέντρου. Η δε πύλη Κατεχάκη βρίσκεται επί της λεωφόρου Κατεχάκη η οποία συναντά στην προέκταση της την Αττική Οδό και την Περιφερειακή Υμηττού. Συνεπώς εξυπηρετούνται από αυτή τα ανατολικά και βόρεια προάστια.

Πιν.ΧΜ10: Σχέση περιοχών με πύλη Πολυτεχνειούπολης

ΠΡΟΑΣΤΙΑ	ΠΥΛΗ				
	ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ	ΚΟΚΚΙΝΟΠΟΥΛΟΥ	ΚΑΤΕΧΑΚΗ	ΖΩΓΡΑΦΟΥ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ	5	77	31	20	133
	9,6%	13,8%	25,6%	6,2%	12,6%
ΒΟΡΕΙΑ	0	118	25	18	161
	,0%	21,2%	20,7%	5,6%	15,3%
ΔΥΤΙΚΑ	1	65	10	15	91
	1,9%	11,7%	8,3%	4,6%	8,6%
ΚΕΝΤΡΙΚΑ	11	111	19	72	213
	21,2%	19,9%	15,7%	22,2%	20,2%
ΠΕΡΙΧΩΡΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	0	37	10	8	55
	,0%	6,6%	8,3%	2,5%	5,2%
ΠΛΗΣΙΟΝ ΕΜΠ	33	70	17	150	270
	63,5%	12,6%	14,0%	46,3%	25,6%
ΝΟΤΙΑ	2	79	9	41	131
	3,8%	14,2%	7,4%	12,7%	12,4%

Τέλος η πύλη Ζωγράφου είναι τοποθετημένη επί της οδού Ηρώων Πολυτεχνείου και εξυπηρετεί κυρίως μετακινούμενους που βαδίζουν ύστερα από την αποβίβασή τους (7^η στάση Ζωγράφου) από τα λεωφορεία 608 (παλαιό 222) και 230. Από τον πίνακα προκύπτει ότι η πύλη Ζωγράφου εξυπηρετεί κυρίως κατοίκους περιοχών πλησίον της Πολυτεχνειούπολης, του κέντρου, και των νοτίων προαστίων. Εξυπηρετεί δε τους κατοίκους του κέντρου διότι το 608 διασχίζει το κέντρο, ενώ οι κάτοικοι των νοτίων προαστίων εξυπηρετούνται από την Ούλοφ Πάλμε (κάθετος της Παπάγου).

Πιν.ΧΜ11: Σχέση περιοχών με πλήθος μετεπιβιβάσεων

	ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΜΜ					
ΠΡΟΑΣΤΙΑ	ΚΑΜΙΑ	ΜΙΑ	ΔΥΟ	ΤΡΕΙΣ	ΤΕΣΣΕΡΙΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ	21	28	24	2	0	75
	28,0%	37,3%	32,0%	2,7%	,0%	100,0%
ΒΟΡΕΙΑ	3	27	39	18	8	95
	3,2%	28,4%	41,1%	18,9%	8,4%	100,0%
ΔΥΤΙΚΑ	1	8	53	17	0	79
	1,3%	10,1%	67,1%	21,5%	,0%	100,0%
ΚΕΝΤΡΙΚΑ	61	44	53	12	0	170
	35,9%	25,9%	31,2%	7,1%	,0%	100,0%
ΠΕΡΙΧΩΡΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	1	5	12	9	2	29
	3,4%	17,2%	41,4%	31,0%	6,9%	100,0%
ΠΛΗΣΙΟΝ ΕΜΠ	88	9	2	1	0	100
	88,0%	9,0%	2,0%	1,0%	,0%	100,0%
ΝΟΤΙΑ	0	11	30	46	0	87
	,0%	12,6%	34,5%	52,9%	,0%	100,0%

Επιπλέον το πλήθος των μετεπιβιβάσεων που πραγματοποιούν οι χρήστες MMM προκειμένου να φθάσουν στο ΕΜΠ εξαρτάται κυρίως από την αφετηριακή περιοχή. Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει πώς οι περισσότεροι από τα ανατολικά προάστια πραγματοποιούν μια μετεπιβίβαση (λεωφορείο1-λεωφορείο2) ή δύο (λεωφορείο1-μετρό-λεωφορείο2) ή ένα μόνο λεωφορείο. Από τα βόρεια προάστια το 70% πραγματοποιεί μια ή δυο μετεπιβιβάσεις (μετρό-λεωφορείο ή προαστιακός-μετρό-λεωφορείο). Τονίζεται δε πως οι μετακινούμενοι από τα δυτικά προάστια πραγματοποιούν τις περισσότερες μετεπιβιβάσεις. Το 90% των μετακινούμενων από τα δυτικά προάστια προς την Πολυτεχνειούπολη πραγματοποιούν δύο ή τρεις μετεπιβιβάσεις (λεωφορείο-μετρό με ή χωρίς αλλαγή γραμμής- λεωφορείο). Όσον αφορά τους κατοίκους του κέντρου δεν διακρίνεται κάποια συγκεκριμένη τάση. Φαίνεται πως αρκετοί (36%) είναι εκείνοι που δε χρειάζονται καμία μετεπιβίβαση (λεωφορείο 608), ενώ ελαφρώς λιγότεροι (31%) είναι αυτοί που χρειάζονται δυο μετεπιβιβάσεις ή μόνο μία μετεπιβίβαση (26%). Επίσης 7 στους 10 των χρηστών MMM, με αφετηρία κάποια από τις περιοχές των περιχώρων Αττικής, πραγματοποιούν δύο ή τρεις μετεπιβιβάσεις. Ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό (88%) εμφανίζεται στους μετακινούμενους με αφετηρία τα νότια προάστια, ενώ 9 στους 10 μετακινούμενους από περιοχές πλησίον της Πολυτεχνειούπολης επιβιβάζονται μόνο σε ένα όχημα ή βαδίζουν.

Λεωφορείο 242/140

Από όλη την χρονική ανάλυση που παρουσιάστηκε παραπάνω φαίνεται ότι η λεωφορειογραμμή υπ' αριθμόν 242 εξυπηρετεί πλήθος φοιτητών κυρίως από τα βόρεια, ανατολικά και δυτικά προάστια που μετακινούνται μέχρι τη στάση Στρατιωτικό Νοσοκομείο είτε χρησιμοποιώντας ένα λεωφορείο εκ των 402, 403, 404, 407, 417 είτε κυρίως το μετρό (σταθμός Κατεχάκη). Παρακάτω παρατίθεται το σχεδιάγραμμα-τοπογραφικό με όλη τη κυκλική διαδρομή και τις στάσεις της γραμμής που υπάρχει στην ιστοσελίδα του ΟΑΣΑ.

Σχήμα 2: Τοπογραφικό λεωφορειακής γραμμής 242



Στην ίδια στάση διέρχεται το λεωφορείο με αριθμό 140 (Πολύγωνο – Γλυφάδα) το οποίο περνά από τη λεωφόρο Κοκκινοπούλου χωρίς να εισέρχεται από την ομώνυμη πύλη της Πολυτεχνειούπολης. Οι μετακινούμενοι αποβιβάζονται κυρίως στη στάση Πολυτεχνειούπολη που βρίσκεται απέναντι από την πύλη ή στην επόμενη στάση πλησίον των νέων φοιτητικών εστιών.

Το ενδιαφέρον σχετικά με το χρόνο αναμονής στη εν λόγω στάση και το χρόνο εντός του λεωφορείου, προκύπτει από το προφανές της Μοναδικής Επιλογής που «γεννάται» από τη στιγμή που ο μετακινούμενος βρεθεί στην Κατεχάκη. Από το πρόγραμμα των δρομολογίων του ΟΑΣΑ προκύπτει ότι το 140 περνάει τις ώρες αιχμής κάθε 15 λεπτά, ενώ τις υπόλοιπες κάθε 20 λεπτά. Όσον αφορά το 242, αυτό διέρχεται από τη στάση κάθε 6 ή 8 ή 10 λεπτά.

Πιν.ΧΜ12: Χρόνοι μετακίνησης λεωφορείων 242/140

ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ 242/140 (272 έγκυρες / 392 απαντήσεις)	
ΧΡΟΝΟΣ ΕΝΤΟΣ 242/140	14,1 (5,5)
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ	8,7 (3,1)

Από την επεξεργασία των δεδομένων μας προέκυψε ότι ο μέσος χρόνος αναμονής στη στάση Στρατιωτικό Νοσοκομείο είναι 8,7 λεπτά. Εάν εξαιρέσουμε το λεπτό που έχει προσμετρηθεί από τη στιγμή αποβίβασης από το Μετρό έως την στάση, τότε εντοπίζουμε μια σχετική ταύτιση του προγραμματισμένου (ΟΑΣΑ) χρόνου αναμονής, με τον πραγματικό-πραγματοποιηθέντα (του δείγματος). Επιπλέον πραγματοποιήθηκε επεξεργασία και του χρόνου εντός του λεωφορείου και διαπιστώθηκε μέσος χρόνος κάτω των 15 λεπτών. Ο συνολικός χρόνος διαδρομής με το λεωφορείο (άθροισμα χρόνου αναμονής στη στάση και χρόνου εντός), προκύπτει κατά προσέγγιση ίσος με το χρόνο που χρειάζεται κάποιος να κάνει την ίδια διαδρομή με τα πόδια και επομένως σαν πρώτη εκτίμηση αναφέρεται ότι η συχνότητα των δρομολογίων θεωρείται οριακά επαρκής.

3.2.6. Συμπεράσματα

Τα βασικά συμπεράσματα στα οποία καταλήγει κανείς είναι αρχικά ότι οι περισσότεροι μετακινούμενοι έχουν δείκτη ιδιοκτησίας πάνω από 0,25. Σχεδόν πάνω από μισούς εξ αυτών δε έχουν δείκτη ιδιοκτησίας πάνω από 0,50. Επίσης παρατηρείται μια σαφής προτίμηση των ανδρών του δείγματος προς την χρήση του ΙΧ, όπως επίσης παρατηρείται αυξημένο ποσοστό κατοχής διπλώματος οδήγησης σε σχέση με τις γυναίκες. Τέλος, σχετικά με την χρήση ΙΧ και την κατοχή διπλώματος οδήγησης τα ποσοστά αυξάνονται καθώς αυξάνεται και η ηλικία των μετακινούμενων.

Σε σχέση με τις μετακινήσεις παρατηρείται ότι, σχεδόν τα δύο τρίτα των μετακινούμενων δεν πραγματοποιεί μετεπιβίβαση. Και τούτο διότι πολύ μετακινούμενοι καταφεύγουν, είτε στην επιλογή του βαδίσματος, είτε στην χρήση ΙΧ αυτοκινήτου, είτε στη χρήση δικύκλου. Το γεγονός αυτό επηρεάζει σημαντικά και την εικόνα του τρόπου πληρωμής, αφού οι περισσότεροι μετακινούμενοι δεν χρησιμοποιούν πάνω από ένα μέσο μετακίνησης, κρίνεται ασύμφορη η χρήση μηνιαίας κάρτας και εισιτηρίου 90'. Για τον

ίδιο λόγο άλλωστε είναι αυξημένο και το ποσοστό του τρόπου πληρωμής με απλό εισιτήριο.

Στο σημείο αυτό, πρέπει να τονιστεί πως πάνω από τους μισούς μετακινούμενους χρησιμοποιούν ΜΜΜ (55,2%) για την μετακίνησή τους, με προορισμό την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Ιδιαίτερως χαμηλά είναι τα ποσοστά χρήσης δημοτικών λεωφορείων, εφόσον οι δήμοι που εξυπηρετούν με δημοτική συγκοινωνία τους φοιτητές τους είναι ελάχιστοι. Παρατηρείται δε το γεγονός, πως είναι μεγάλη η επιρροή του δείκτη ιδιοκτησίας στην επιλογή χρήσης ΙΧ αυτοκινήτου. Αυτό σημαίνει πως όσο πιο πολλά είναι τα ΙΧ αυτοκίνητα που έχει μια οικογένεια, τόσο πιο πιθανό είναι ο μετακινούμενος που ανήκει στην συγκεκριμένη οικογένεια να προσέλθει στην Πολυτεχνειούπολη τελικώς με ΙΧ αυτοκίνητο.

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι λόγοι επιλογής μέσου μετακίνησης. Το ΙΧ όπως ήταν αναμενόμενο, επιλέγεται κατά κύριο λόγο για την ταχύτητα του και την άνεση που προσφέρει. Αν συνυπολογιστεί στο παραπάνω και το γεγονός, πως στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου υπάρχει μεγάλη προσφορά χώρων στάθμευσης και επομένως οι χρήστες ΙΧ αυτοκινήτων δεν σπαταλούν παρά ελάχιστο χρόνο για αναζήτηση σημείου στάθμευσης, είναι εύλογο το συμπέρασμα πως η χρήση ΙΧ τελικώς είναι ιδιαίτερα βολική.

Τα υψηλά ποσοστά στη πεζοπορία δικαιολογούνται από το γεγονός πως πολλοί φοιτητές και κυρίως εκείνοι που προέρχονται από περιοχές εκτός Αττικής, τελικώς διαμένουν σε περιοχές πλησίον της Πολυτεχνειούπολης. Με άλλα λόγια η πεζοπορία τελικώς, για τους μετακινούμενους αυτούς είναι μοναδική επιλογή, διότι δεν υπάρχει η ανάγκη χρήσης αυτοκινούμενου μέσου, λόγω των σύντομων διαδρομών. Επίσης για μικρές αποστάσεις το βάδισμα κρίνεται συμφέρον και από άποψη ταχύτητας.

Το δίκυκλο πάλι επιλέγεται όπως είναι προφανές για λόγους ταχύτητας και οικονομίας. Αυτό δικαιολογείται εύκολα από το γεγονός, πως τα δίκυκλα έχουν χαμηλότερη

κατανάλωση καυσίμων. Επίσης ελίσσονται και κινούνται πολύ πιο εύκολα μέσα στην κίνηση των αστικών οδών.

Τέλος, μια συνολική και περιεκτική παράλληλα άποψη των λόγων επιλογής των MMM, δείχνει ότι τα μέσα σταθερής τροχιάς, (μετρό, ΗΣΑΠ, προαστιακός, τραμ) επιλέγονται για λόγους ταχύτητας. Ενώ είναι σαφές πως το λεωφορείο ως τελευταίο μέσο είναι μονόδρομος, αφού ουσιαστικά η Πολυτεχνειούπολη δεν εξυπηρετείται άμεσα από άλλου τύπου μέσο. Επίσης είναι προφανής και η μοναδική επιλογή ως λόγος επιλογής του. Και τούτο διότι η πλειοψηφία των μετακινούμενων είναι, τις περισσότερες φορές υποχρεωμένη να επιλέξει μια συγκεκριμένη διαθέσιμη αλυσίδα. Οπότε από ένα σημείο κι έπειτα ο εκάστοτε μετακινούμενος επιλέγει το επόμενο μέσο, επειδή αποτελεί πλέον γι' αυτόν μία και μοναδική επιλογή. Εξού και τα υψηλά ποσοστά της μοναδικής επιλογής που απαντώνται σχεδόν σε όλα τα MMM.

Οι δε λόγοι αποστροφής MMM έχουν άμεση σχέση με τους λόγους χρήσης ΙΧ αυτοκινήτων. Με άλλα λόγια παρατηρείται ως λόγος αποστροφής MMM η έλλειψη άνεσης και ως λόγος επιλογής ΙΧ η άνεση. Επίσης άλλος λόγος αποστροφής των MMM είναι η καθυστέρηση ενώ λόγος επιλογής ΙΧ η ταχύτητα. Είναι φανερό λοιπόν η άμεση σχέση που έχουν οι λόγοι αποστροφής MMM και οι λόγοι επιλογής ΙΧ. Ως δε λόγο αποστροφής MMM η ελλιπής σύνδεση δεν βρίσκεται σε συμφωνία με την μοναδική επιλογή ως λόγο επιλογής ΙΧ. Αυτό πιθανώς συμβαίνει επειδή ο βασικός λόγος επιλογής ΙΧ, όπως έχει προαναφερθεί παραπάνω, είναι η ταχύτητα.

Σχετικά με τους χρόνους μετακίνησης, τα συμπεράσματα στα οποία οδηγείται κανείς είναι ότι τα ΙΧ στην περίπτωση της μετακίνησης με προορισμό την Πολυτεχνειούπολη κρίνονται αποδοτικά ως προς το χρόνο διότι, η χρήση τους ελαχιστοποιεί το χρόνο εκτός. Αντιθέτως η διαφορά στους μέσους χρόνους εντός, συγκριτικά με τα MMM, είναι μικρότερη του δεκαλέπτου. Στην ελαχιστοποίηση του χρόνου εκτός, σημαντικός παράγοντας είναι και η μεγάλη διαθεσιμότητα χώρων στάθμευσης στην Πολυτεχνειούπολη. Για την περίπτωση των MMM παρατηρείται επίσης η σταδιακή αύξηση του μέσων χρόνων καθώς αυξάνεται το πλήθος των μετεπιβιβάσεων.

Συμπερασματικά επομένως τα ΙΧ αυτοκίνητα κρίνονται ταχύτερα από τα ΜΜΜ. Παρ' ολ' αυτά τα ΜΜΜ κρίνονται επαρκώς λειτουργικά και αποδοτικά, λαμβάνοντας υπόψιν ότι ο μέσος συνολικός χρόνος μετακίνησης είναι λιγότερος της μίας ώρας.

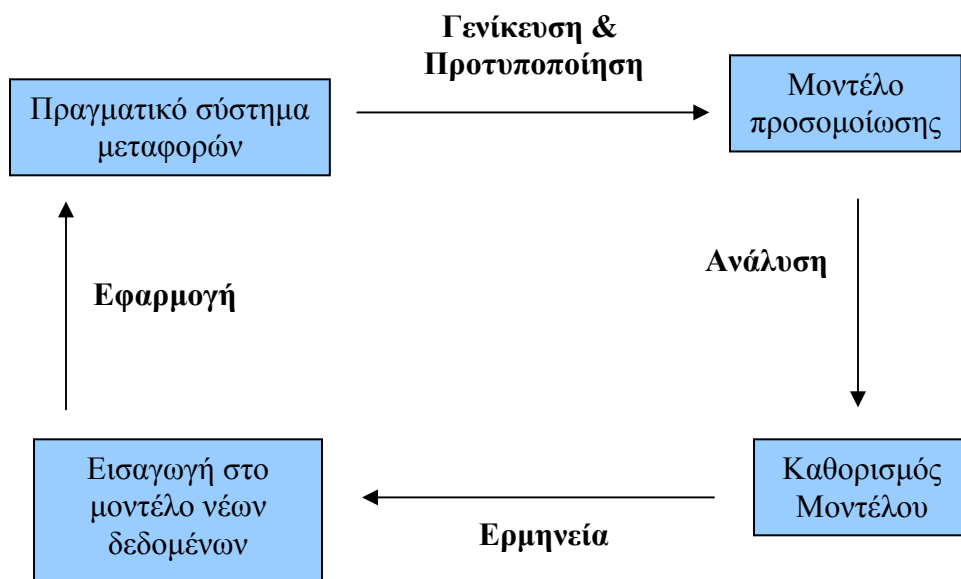
Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι περιοχές γέννησης των μετακινήσεων. Οι μετακινούμενοι που προέρχονται από τα δυτικά και νότια προάστια, (στα νότια για λόγους απλούστευσης έχει συμπεριληφθεί και ο Πειραιάς), παρουσιάζουν τους μεγαλύτερους χρόνους μετακίνησης. Τα δεδομένα αυτά αν συνδυαστούν και με το γεγονός πως οι περισσότεροι μετακινούμενοι των προαναφερθέντων περιοχών (πάνω από το 50%) καταφεύγουν στη χρήση ΜΜΜ, οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι κάτοικοι των περιοχών αυτών, εκτός του ότι οι περιοχές τους απέχουν περισσότερο σε σχέση με τις περιοχές των υπολοίπων προαστίων, έχουν μικρή πιθανότητα να χρησιμοποιήσουν ΙΧ αυτοκίνητα, ενδεχομένως λόγω χαμηλότερου μέσου οικογενειακού εισοδήματος συγκριτικά με τις άλλες περιοχές (βόρεια και ανατολικά προάστια). Στις δε κεντρικές περιοχές η χρήση ΜΜΜ κρίνεται εξαιρετικά συμφέρουσα διότι το δίκτυο των αστικών ΜΜΜ εξαπλώνεται ακτινωτά. Επομένως οι κάτοικοι των κεντρικών περιοχών είναι σαφώς πιο ευνοημένοι σε σχέση με τους υπόλοιπους κατοίκους της Αττικής στο θέμα της επιλογής μέσου. Οι μετακινούμενοι που προέρχονται από περιοχές πλησίον της Πολυτεχνειούπολης είναι επίσης σαφές πως προτιμούν το βάδισμα. Εξάλλου είναι τις περισσότερες φορές επιλογή τους να διαμένουν σε περιοχές κοντινές της Πολυτεχνειούπολης για να ελαχιστοποιήσουν το συνολικό χρόνο και κόστος των μετακινήσεών τους με προορισμό την Πολυτεχνειούπολη.

Στις δε μακρινές περιοχές οι οποίες απλουστευτικά επονομάζονται Περίχωρα Αττικής οι μετακινούμενοι δεν δείχνουν να έχουν κάποια σαφή προτίμηση είτε προς τα ΜΜΜ είτε προς τα ΙΧ. Το μόνο αξιοσημείωτο γεγονός είναι, πως το ποσοστό των χρηστών ΙΧ αυτοκινήτων των περιοχών αυτών είναι το μεγαλύτερο, συγκριτικά με οποιαδήποτε άλλη περιοχή και κατ' αυτό τον τρόπο ο μέσος συνολικός χρόνος των περιοχών αυτών διατηρείται γύρω στη μία ώρα. Τέλος στις ανατολικές και βόρειες περιοχές παρατηρούνται υψηλά ποσοστά χρήσης ΙΧ παρόλο που (και αυτό ισχύει κυρίως για τις ανατολικές περιοχές, αλλά και για κοντινές βόρειες περιοχές) οι αποστάσεις των

περιοχών αυτών δεν κρίνονται μεγάλες. Το γεγονός αυτό εύκολα δικαιολογείται δεδομένου ότι στις περιοχές αυτές οι κάτοικοι ανήκουν σε υψηλότερες εισοδηματικές τάξεις.

3.3. Μεθοδολογία

3.3.1. Εισαγωγή



Σχήμα 3: Μοντελοποίηση Προσέγγισης

Το γενικό πλάνο της μεθοδολογίας προσομοίωσης παρουσιάζεται στο άνωθεν σχήμα. Εύκολα μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι δεν αρκεί μόνο η εύρεση του μοντέλου. Δυο είναι τα βασικά συμπεράσματα που πρέπει να έχει υπόψη του ένας αναλυτής. Πρώτον, η εκ βάθρων γνώση του συστήματος, προκειμένου να γίνει λογική αφαίρεση συνθηκών που δεν το επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό. Και δεύτερον, η επικύρωσή του προκειμένου να μπορεί να γίνει αντιστοιχία του προτεινόμενου μοντέλου προσομοίωσης, με το πραγματικό σύστημα.

Από τα χαρακτηριστικά της μετακίνησης, όπως περιγράφησαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, προκύπτει ότι η επιλογή μιας συγκεκριμένης αλυσίδας μέσων μετακίνησης επιφέρει στον μεταφερόμενο συγκεκριμένο όφελος. Για παράδειγμα, είναι πολύ πιθανό κάποιος χρησιμοποιώντας ΙΧ αντί για ΜΜΜ να φθάσει γρηγορότερα στον προορισμό του, με την προϋπόθεση προφανώς να είναι κάτοχος ΙΧ. Δηλαδή η κατοχή διπλώματος οδήγησης, καθώς και ο υψηλός δείκτης ιδιοκτησίας ΙΧ της οικογένειας στην οποία ανήκει, επηρεάζει την επιλογή μέσου μεταφοράς, αφού διαμορφώνει την εναλλακτική επιλογή ΙΧ. Επιπλέον προκύπτει ότι η ηλικία, το φύλο και η αφετηρία της διαδρομής του μετακινούμενου, διαμορφώνουν εκείνα τα εξατομικευμένα χαρακτηριστικά που τον οδηγούν προς τη μία ή την άλλη επιλογή. Στο κεφάλαιο επεξεργασίας των χρόνων μετακίνησης προέκυψε ότι ο μετακινούμενος που χρησιμοποιεί ΙΧ χρειάζεται αισθητά λιγότερο χρόνο βαδίσματος για να φθάσει στον τελικό του προορισμό από αυτόν που επέλεξε να μετακινηθεί με ΜΜΜ. Επιπλέον η επιλογή της πεζοπορίας επηρεάζεται καθώς φαίνεται από την αφετηρία και επιφέρει μείωση του συνολικού χρόνου διαδρομής σε σχέση τις άλλες δυο επιλογές. Από την ανάλυση του προηγούμενου κεφαλαίου προέκυψε επίσης ότι αν εστιάσει κάποιος περαιτέρω στις αλυσίδες των ΜΜΜ θα διαπιστώσει ότι η επιλογή των εκάστοτε αλυσίδων διαμορφώνει διαφορετικούς χρόνους εντός, εκτός και συνολικούς καθώς η επιλογή τους επηρεάζεται από την αφετηρία-περιοχή από την οποία ξεκινάει η μετακίνηση (επιλογή πρώτου μέσου – πρόσβαση στο μετρό). Με την ανάλυση που προηγήθηκε γίνεται φανερό ότι είναι ανάγκη να μελετηθεί η χρησιμότητα που προκύπτει από την επιλογή μέσου μετακίνησης για μια διαδρομή με συγκεκριμένο προορισμό, ή στην προκειμένη περίπτωση η χρησιμότητα από την επιλογή μέσου μετακίνησης με κατεύθυνση την Πολυτεχνειούπολη.

3.3.2. Πρότυπα επιλογής μέσου και ανάλυση διακριτών επιλογών

Για να διερευνηθεί η χρησιμότητα της επιλογής του κάθε μέσου είναι απαραίτητο να υπάρχει μια βάση δεδομένων αποτελούμενη από στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά αφορούν τις επιλογές του μετακινούμενου (ΜΜΜ, ΙΧ, βάδισμα κ.λ.π.), τα ατομικά χαρακτηριστικά του που επηρεάζουν την τελική επιλογή του και τα στοιχεία χρονικής διάρκειας που

προκύπτουν από αυτήν. Αυτό που θα μας ενδιέφερε είναι η δημιουργία μιας συνάρτησης χρησιμότητας, η οποία θα μεγιστοποιεί την χρησιμότητα που προκύπτει από την επιλογή του μέσου μετακίνησης. Ωστόσο τα στοιχεία των επιλογών δεν είναι συνεχή αλλά διακριτά.

Η ανάλυση διακριτών επιλογών έχει απασχολήσει εκτενώς αρκετά ερευνητικά πεδία (θεωρία παιγνίων, συστήματα πολυκριτηριακής ανάλυσης και λήψης αποφάσεων) και έχει εφαρμοστεί σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους (ιατρική, νομική, κοινωνικές και οικονομικές επιστήμες). Είναι βασισμένη στην ανάγκη της πρόβλεψης και εκτίμησης της λήψης αποφάσεων ανάμεσα σε επιλογές που διαφέρουν σημαντικά. Η ανάλυση της λήψης αποφάσεων γίνεται ουσιαστικά αναγκαία, κατά την αντιμετώπιση προβλημάτων μεγάλου πλήθους παραγόντων, που ενέχουν πολλαπλές δυνατότητες λήψης αποφάσεων ή μεγάλη αβεβαιότητα ως προς τους λόγους λήψης μιας απόφασης. Η ανάλυση αυτή χρησιμοποιείται γενικά, εκτός από τις κοινωνικές και οικονομοτεχνικές επιστήμες και στην ανάλυση των μεταφορών, η οποία βασίζεται στην θεωρία της οικονομετρίας.

Ένα παράδειγμα που εφαρμόζεται στις επιχειρήσεις για την πρόσληψη του προσωπικού ή για την όσο το δυνατόν καλύτερη αξιοποίηση των στελεχών τους, είναι η ανάπτυξη μοντέλου συμμετοχής εργατικού δυναμικού. Παράγοντες όπως η ηλικία, η εκπαίδευση, η οικογενειακή και οικονομική κατάσταση είναι σχετικοί με το μοντέλο αυτό το οποίο θα ήταν λάθος να μελετηθεί με τον ίδιο τρόπο, όπως η ανάλυση του κόστους παραγωγής καθώς ανήκει στην «οικογένεια» των μοντέλων που είναι γνωστά ως μοντέλα με ποιοτικές εξαρτημένες μεταβλητές (quantitative models). Το ίδιο συμβαίνει και με την ανάλυση της επιλογής μέσου η οποία θα πρέπει να απαντάει στο ερώτημα εάν ο ενδιαφερόμενος για τη συγκεκριμένη μετακίνηση έχει μεγαλύτερη ή μικρότερη χρησιμότητα (ποιοτικό μέγεθος), από την εκάστοτε επιλογή του κάθε μέσου.

3.3.3. Αθροιστικά και εξατομικευμένα πρότυπα επιλογής

Η ανάλυση των διακριτών επιλογών διαχωρίζεται σε δύο κύριες κατηγορίες μοντέλων, στα αθροιστικά και στα εξατομικευμένα. Τα αθροιστικά αναλύουν τα χαρακτηριστικά

στο σύνολο του πληθυσμού που εξετάζεται και υπολογίζουν ποσοστά ή απόλυτα μεγέθη ζήτησης, βάση μέσων χαρακτηριστικών του πληθυσμού. Με άλλα λόγια πραγματοποιείται μακροσκοπική θεώρηση των προβλημάτων. Αυτό έχει όμως ως επακόλουθο η ανάλυσή τους να είναι λιγότερο λεπτομερής και να περιορίζουν την ανάλυση σε μια μέση συμπεριφορά. Αντιθέτως τα εξατομικευμένα μοντέλα επιλογής αναλύουν τα χαρακτηριστικά και τις επιλογές του κάθε μετακινούμενου και με άλλα λόγια προσεγγίζουν τα προβλήματα με μια μικροσκοπική θεώρηση, υπολογίζοντας την πιθανότητα ο κάθε μετακινούμενος να κάνει μια συγκεκριμένη επιλογή. Ο γενικός κανόνας απόφασης που ισχύει στα εξατομικευμένα πρότυπα επιλογής μπορεί να συνοψιστεί στο ότι (Ortuzar et al. 2001):

”Η πιθανότητα των ατόμων να επιλέξουν μια δοθείσα επιλογή είναι συνάρτηση των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών τους και της σχετικής ελκυστικότητας της επιλογής”.

Η διάρθρωση των εξατομικευμένων προτύπων (ή αλλιώς μοντέλων) επιλογής παρουσιάζει τέσσερις κύριες συνιστώσες:

1. Το άτομο που λαμβάνει την απόφαση, δηλαδή ο μετακινούμενος – καθορίζονται τα χαρακτηριστικά του ατόμου, οι απαιτήσεις και οι προτιμήσεις.
2. Οι εναλλακτικές επιλογές – προσδιορίζεται το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών που είναι διαθέσιμες.
3. Τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών – υπολογίζεται το όφελος και το κόστος της επιλογής που προτίμησε ο μετακινούμενος.
4. Κανόνας επιλογής/λήψης αποφάσεων – περιγράφεται η διαδικασία και ο μηχανισμός που χρησιμοποιεί ο μετακινούμενος για να καταλήξει σε μια συγκεκριμένη επιλογή.

Ο μετακινούμενος: Όπως έχει προαναφερθεί, στην ανάλυση των διακριτών επιλογών και στα εξατομικευμένα πρότυπα ο μετακινούμενος λαμβάνεται ως ξεχωριστό άτομο. Για να

επιτευχθεί αυτό και για να διαφανεί η ετερογένεια των προτιμήσεων και των μετακινούμενων πρέπει στο εξατομικευμένο πρότυπο να υπεισέρχονται τα χαρακτηριστικά των ατόμων όπως η ηλικία, το γένος, το εισόδημα, το επίπεδο μόρφωσης και τα γενικότερα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά.

Οι εναλλακτικές επιλογές: Κατά την ανάλυση του μηχανισμού λήψης αποφάσεων είναι απαραίτητη όχι μόνο η γνώση της τελικής απόφασης που επελέγη, αλλά και όλων των υπόλοιπων περιπτώσεων που δεν επελέγησαν. Για αυτό το λόγο λαμβάνονται υπόψιν όλες οι υποθετικές εναλλακτικές επιλογές. Το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών ονομάζεται choice set. Το choice set περιλαμβάνει ένα πεπερασμένο πλήθος εναλλακτικών επιλογών που προσδιορίζεται από το περιβάλλον του μετακινούμενου και συνήθως καθορίζεται από ντετερμινιστικά κριτήρια. Επιπροσθέτως, το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών του κάθε μετακινούμενου αποτελείται από εκείνες τις επιλογές οι οποίες του είναι γνωστές και τις θεωρεί εφικτές. Η τελευταία όμως αυτή πτυχή του ζητήματος προσθέτει και μια πιθανοτική ιδιότητα στα σύνολα επιλογών.

3.3.4. Κανόνας λήψης αποφάσεων και χαρακτηριστικά συνόλου εναλλακτικών επιλογών

Προτού αναλυθεί ο κανόνας λήψης επιλογής μεταξύ ενός συνόλου επιλογών χρήσιμο θα ήταν να παρουσιαστούν στο σημείο αυτό οι βασικές ιδιότητες/παραδοχές που πρέπει να ικανοποιούνται όσον αφορά τα δεδομένα. Το σύνολο των επιλογών πρέπει να πληρεί τα εξής κριτήρια:

- Το σύνολο των επιλογών πρέπει να είναι πεπερασμένο.
- Το σύνολο των επιλογών πρέπει να διαθέτει αμοιβαίως αποκλειόμενες επιλογές, που σημαίνει ότι ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα μπορεί να αναπαριστάται μόνο από μια επιλογή.
- Το σύνολο των επιλογών πρέπει να είναι πλήρες, που σημαίνει ότι όλες οι διαθέσιμες επιλογές πρέπει να αναπαρίστανται από το σύνολα επιλογών.

Εάν το δεύτερο και το τρίτο κριτήριο δεν ικανοποιούνται, τότε ο αναλυτής πρέπει να επανακαθορίσει το σύνολο των επιλογών. Διαφορετικά θα υποπέσει σε χαμηλή

προσαρμογή του προτύπου στα πραγματικά δεδομένα καθώς και σφάλμα που αφορά την ανεξαρτησία των εναλλακτικών επιλογών.

Τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών: Κάθε εναλλακτική επιλογή του choice set χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο ιδιοτήτων. Σημειώνεται πως κάποιες από τις ιδιότητες αυτές είναι γενικές και χαρακτηρίζουν όλες τις εναλλακτικές επιλογές, ενώ κάποιες χαρακτηρίζουν συγκεκριμένες εναλλακτικές επιλογές.

Ο κανόνας επιλογής/λήψης αποφάσεων: Ο κανόνας επιλογής είναι η ανάλυση που πραγματοποιείται από τον κάθε μετακινούμενο, προκειμένου να εκτιμήσει τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών του choice set και τελικά να λάβει την τελική του απόφαση.

Αναφέρονται επιγραμματικά οι κύριες κατηγορίες κανόνων επιλογής:

1. Επικράτησης: Μια εναλλακτική επιλογή προτιμάται όταν, τουλάχιστον όσον αφορά ένα χαρακτηριστικό της, είναι πολύ καλύτερη δηλαδή επικρατέστερη από τις υπόλοιπες, και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της δεν είναι χειρότερα από τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των υπολοίπων επιλογών (δεν οδηγεί όμως σε μοναδική λύση).

2. Ικανοποίησης: Για κάθε χαρακτηριστικό τίθεται ένα αποδεκτό επίπεδο ικανοποίησης που χρησιμοποιείται σαν κριτήριο επιλογής. Εάν μια εναλλακτική λύση δεν ικανοποιεί το κριτήριο τότε απορρίπτεται (δεν οδηγεί όμως σε μοναδική λύση).

3. Χρησιμότητας: Η ελκυστικότητα μιας επιλογής εκφράζεται σαν συνάρτηση όλων των χαρακτηριστικών της που σταθμίζονται κατάλληλα. Η συνάρτηση αυτή εκφράζει την χρησιμότητα που έχει ο μετακινούμενος αν κάνει την συγκεκριμένη επιλογή. Ο μετακινούμενος επιλέγει την λύση που του δίνει την μεγαλύτερη χρησιμότητα (Κανόνας μεγιστοποίησης της Χρησιμότητας).

Η τελευταία περίπτωση είναι και αυτή που χρησιμοποιείται ευρύτατα στην ανάλυση των μετακινήσεων.

3.3.5 Θεωρία στοχαστικής χρησιμότητας

Τα ντετερμινιστικά μοντέλα θα μπορούσαν να περιγράψουν το πρόβλημα της επιλογής ικανοποιητικά, εάν ο αναλυτής είχε στοιχεία για όλες τις μεταβλητές που σχετίζονται με το πρόβλημα της επιλογής. Στη πρόβλημα της επιλογής μέσου οι μετακινούμενοι με τα ίδια χαρακτηριστικά υπάρχει περίπτωση να κάνουν διαφορετικές επιλογές παρόλο που αντιμετωπίζουν παρόμοια εναλλακτικά σενάρια επιλογής μέσου. Υπάρχει περίπτωση ακόμα και ο ίδιος ο μετακινούμενος να κάνει διαφορετικές επιλογές σε διαφορετικές περιστάσεις. Τα μοντέλα στοχαστική χρησιμότητας (ΜΣΧ), που χρησιμοποιούνται εκτενώς στην οικονομετρία και την ανάλυση συμπεριφοράς του μετακινούμενου είναι βασισμένα σε κανόνες ντετερμινιστικών αποφάσεων επιλογής, που όμως οι χρησιμότητες αναπαρίστανται από τυχαίες μεταβλητές. Στα μοντέλα στοχαστικής χρησιμότητας υπάρχει η παραδοχή, όπως και στην οικονομική θεωρία καταναλωτή, ότι ο λήπτης απόφασης χαρακτηρίζεται από τέλεια διακριτική ικανότητα. Ωστόσο ο αναλυτής παραδέχεται ότι δεν υπάρχει πλήρης πληροφορία και πως η αβεβαιότητα πρέπει να προσμετρηθεί. Για την προτυποποίηση ενός προβλήματος επιλογής ο Manski (1977) διέκρινε τέσσερις πηγές αβεβαιότητας οι οποίες παρατίθενται παρακάτω:

- Χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών που δεν παρατηρούνται ή δε μπορούν να ποσοτικοποιηθούν,
- Χαρακτηριστικά των μετακινούμενων που δεν παρατηρούνται ή δε μπορούν να ποσοτικοποιηθούν (διαφορές στις προτιμήσεις των μετακινούμενων),
- Σφάλματα μετρήσεων και ελλιπής πληροφορία,
- Υποκατάστατες (proxy) ή συμβάλλουσες (instrumental) μεταβλητές.

Η χρησιμότητα αναπαριστάται από μία τυχαία μεταβλητή ώστε να αντανακλά την αβεβαιότητα. Πιο συγκεκριμένα, η χρησιμότητα, που ο μετακινούμενος n «εισπράττει» ή

αντιλαμβάνεται ότι εισπράττει από την εναλλακτική επιλογή I , που ανήκει σε ένα σύνολο επιλογών C_n , δίνεται από τον τύπο:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (3.1)$$

- V_{in} είναι η αντιπροσωπευτική, συστηματική, ντετερμινιστική, μετρούμενη χρησιμότητα που είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών x που έχουν μετρηθεί από τον αναλυτή.
- ε_{in} είναι μια στοχαστική ή τυχαία συνιστώσα της χρησιμότητας που αναπαριστά τις ιδιοσυγκρασίες και ιδιαίτερες προτιμήσεις του μετακινούμενου, καθώς και τα σφάλματα μέτρησης και παρατήρησης που κάνει ο αναλυτής.

Βασική προϋπόθεση για να ισχύει η εξίσωση είναι ότι θα πρέπει όλοι οι μετακινούμενοι να έχουν το ίδιο σύνολο επιλογών C_n και να αντιμετωπίζουν τους ίδιους περιορισμούς.

Το ντετερμινιστικό τμήμα της χρησιμότητας V_{in} για κάθε εναλλακτική επιλογή μέσου i που γίνεται από τον μετακινούμενο n εκφράζεται ως συνάρτηση των χαρακτηριστικών του μέσου i και των χαρακτηριστικών του ίδιου του μετακινούμενου n . Επομένως, το τμήμα της χρησιμότητας V_{in} εκφράζεται ως συνάρτηση $V(z_{in}, S_n)$ όπου z_{in} είναι το διάνυσμα των χαρακτηριστικών του μέσου i όπως εκτιμώνται από τον μετακινούμενο n και S_n το διάνυσμα των χαρακτηριστικών του μετακινούμενου n . Η μορφή της συνάρτησης συστηματικής χρησιμότητας μπορεί να απλοποιηθεί κάνοντας χρήση μιας διανυσματικής συνάρτησης h που ορίζει ένα νέο διάνυσμα χαρακτηριστικών z_{in} , και S_n έτσι ώστε $X_{in} = h(z_{in}, S_n)$ για την οποία γίνεται η παραδοχή ότι είναι συνεχής και μονοτονική ως προς τη συνιστώσα z_{in} . Στην περίπτωση μιας παραμετρικής γραμμικής συνάρτησης χρησιμότητας η διανυσματική συνάρτηση h πρέπει να μην περιλαμβάνει άγνωστες παραμέτρους, δηλαδή να είναι πλήρως προσδιοριστική συνάρτηση.

Κατά συνέπεια το ντετερμινιστικό τμήμα της χρησιμότητας μπορεί να εκφραστεί από μια γραμμική παραμετρική συνάρτηση προσδιοριζόμενη πλήρως από ένα διάνυσμα παραμέτρων β ως εξής:

$$V(X_{in}) = V_{in} = \sum_k \beta_{ki} X_{ikn} \quad (3.2)$$

Επιπλέον δεχόμενοι ότι οι μετακινούμενοι έχουν οικονομικά ορθολογική συμπεριφορά και πως έχουν πλήρη και ακριβή πληροφορία για τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών που διαθέτουν, πραγματοποιούν την επιλογή εκείνη που θα μεγιστοποιήσει την προσωπική τους αντιληπτή χρησιμότητα. Συνεπώς η πιθανότητα να επιλεγθεί από το μετακινούμενο το μέσο i μέσα από ένα σύνολο εναλλακτικών C_n εκφράζεται από τον τύπο:

$$P(i|C_n) = P[U_{in} \geq U_{jn} \forall j \in C_n] = P\left[U_{in} = \max_{j \in C_n} U_{jn}\right] \quad (3.3)$$

Προτού αναλυθούν τα μοντέλα των ποιοτικών εξαρτημένων μεταβλητών χρήσιμο είναι να δούμε τις παραδοχές που είναι απαραίτητο να γίνουν προκειμένου να καταστηθεί ένα μοντέλο τυχαίας/στοχαστικής χρησιμότητας λειτουργικό.

Παράμετροι θέσης και κλίμακας: Εισάγοντας δυο αυθαίρετους πραγματικούς αριθμούς a και μ , όπου $\mu > 0$, η πιθανότητα επιλογής του εναλλακτικού μέσου i γίνεται:

$$P[U_{in} \geq U_{jn} \forall j \in C_n] = P[\mu U_{in} + a \geq \mu U_{jn} + a \forall j \in C_n] = P[U_{in} - U_{jn} \geq 0 \forall j \in C_n] \quad (3.4)$$

Η παραπάνω σχέση αποδεικνύει ότι μόνο οι διαφορές των ωφελειών είναι σχετικές και όχι αυτές καθαυτές, που σημαίνει ότι το θέμα της επιλογής μεταξύ εναλλακτικών είναι σχετικό και όχι απόλυτο. Οι παράμετροι θέσης και κλίμακας είναι ιδιαίτερα σημαντικοί στον καθορισμό και τη χρήση του μοντέλου. Η παράμετρος κλίμακας μ συχνά επιλέγεται με βάση την κατάλληλη κανονικοποίηση των διασπορών των τυχαίων/στοχαστικών τμημάτων της χρησιμότητας, ενώ η παράμετρος θέσης a είναι μηδενική. Μπορεί να γίνει η παραδοχή ότι η μέση τιμή των τυχαίων τμημάτων είναι ίση με κάθε κατάλληλη τιμή c η οποία είναι συνήθως μηδέν ή ίση με τη σταθερά Euler γ εάν επιλεγθεί η χρήση των μοντέλων Logit. Εάν θέσουμε ως τη μέση τιμή του σφάλματος που προκύπτει από την εναλλακτική επιλογή i ίση με m_i ($m_i = E(\varepsilon_{in})$), τότε μπορούμε να ορίσουμε μια νέα τυχαία μεταβλητή $e_{in} = \varepsilon_{in} - m_i + c$ έτσι ώστε $E[e_{in}] = c$. Μετά από αυτόν τον μετασχηματισμό η αντιληπτή χρησιμότητα από την επιλογή του μέσου i διαμορφώνεται ως εξής:

$$U_{in} = (V_{in} + m_i) + e_{in} - c \quad (3.5)$$

Επιπλέον η πιθανότητα με την οποία μεγιστοποιείται η αντιληπτή χρησιμότητα έναντι οποιασδήποτε άλλης λόγω χρήσης άλλου μέσου j γίνεται:

$$P[U_{in} \geq U_{jn} \forall j \in C_n] = P[V_{in} + m_i + e_{in} \geq V_{jn} + m_j + e_{jn} \forall j \in C_n] \quad (3.6)$$

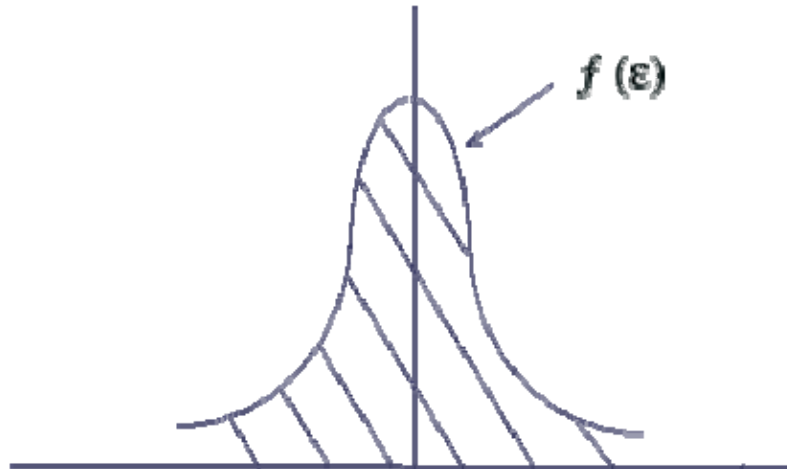
Το πρότυπο που αναπαριστάται αποτελείται από το ντετερμινιστικό τμήμα $V_{in} + m_i$ και το στοχαστικό τμήμα e_{in} με μέση τιμή c . Τα δε τμήματα m_i περιλαμβάνονται ως ειδικές σταθερές των εναλλακτικών επιλογών και ισούται με τις μέσες τιμές των τυχαίων τμημάτων e_{in} . Μπορεί κατά συνέπεια κάποιος να ισχυριστεί χωρίς έλλειψη της γενικότητας ότι τα σφάλματα των μοντέλων στοχαστικής χρησιμότητας έχουν σταθερή μέση τιμή c περιλαμβάνοντας στο ντετερμινιστικό τμήμα των συναρτήσεων χρησιμότητας ειδικές σταθερές των εναλλακτικών επιλογών. Επίσης μορφοποιώντας τη σχέση (3.6) ως προς τη διαφορά των σφαλμάτων e_{jn} , e_{in} έχουμε την εξής εικόνα:

$$P(U_{in} \geq U_{jn} \forall j \in C_n) = P(e_{jn} - e_{in} \geq V_{in} + m_i - V_{jn} + m_j) \quad (3.7)$$

Από την παραπάνω σχέση διαπιστώνουμε ότι η πιθανότητα επιλογής του i μέσου είναι ίση με την πιθανότητα η διαφοράς των τυχαίων τμημάτων της χρησιμότητας του i μέσου από οποιοδήποτε άλλο μέσο j να είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες διαφορές των συστηματικών τους ωφελειών.

Εάν τεθεί ως ε τη διαφορά $e_{jn} - e_{in}$ τότε η κατανομή της πυκνότητας πιθανότητας του ε είναι εκείνη που διαμορφώνει τους διαφορετικούς τύπους μοντέλων καθώς η πιθανότητα επιλογής του i μέσου σχετίζεται ως εξής με τη αθροιστική συχνότητα του ε :

$$\Pr(i) = F(V_{in} - V_{jn}) = \int_{-\infty}^{V_{in} - V_{jn}} f(\varepsilon) d\varepsilon \quad (3.8)$$



Σχήμα 4: Κατανομή πυκνότητας πιθανότητας σφάλματος

Σημειώνεται πως τα μοντέλα στοχαστικής χρησιμότητας που χρησιμοποιούνται ευρέως στον σχεδιασμό των μεταφορών, βασίζονται στην πλειοψηφία τους στις παραδοχές ότι α) Οι κατανομές των σφαλμάτων των συναρτήσεων χρησιμότητας που σχετίζονται με κάθε επιλογή είναι ίδιες (έχουν όλες την ίδια μέση τιμή έστω c , και την ίδια μεταβλητότητα) και β) οι κατανομές των σφαλμάτων είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους δηλαδή δεν συσχετίζονται, παραδοχή που είναι γνωστή κι ως η αρχή της ανεξαρτησίας και ταυτοσημίας των κατανομών των σφαλμάτων των συναρτήσεων χρησιμότητας (i.i.d. independent and identically distributed). Ο περιορισμός αυτός για ανεξαρτησία και ταυτοσημία των κατανομών των σφαλμάτων σημαίνει ότι και οι εναλλακτικές επιλογές που έχει ο μετακινούμενος πρέπει να είναι ανεξάρτητες.

Ανάλογα με τις παραδοχές που λαμβάνονται για την μορφή της κατανομής του σφάλματος υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες μοντέλων:

1. Τα μοντέλα **Logit**, (**Logistic Probability Unit**) τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στις μεταφορές και είναι τα πιο διαδεδομένα μοντέλα δεδομένου ότι περιγράφονται από μια αναλυτική σχέση και επιλύονται εύκολα.
2. Τα μοντέλα **Probit**, (**Probabilistic Unit**) τα οποία παρ' ότι δεν υπόκεινται σε πολλούς από τους περιορισμούς των μοντέλων logit, δεν περιγράφονται από μια αναλυτική σχέση, είναι πολύ δυσκολότερο να επιλυθούν, ιδίως όταν ο αριθμός των εναλλακτικών επιλογών είναι μεγάλος.

3.3.6 Μεθοδολογία Προτύπων με Ποιοτικές Εξαρτημένες Μεταβλητές

3.3.6.1. Γενικά

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3.3.2 το μοντέλο επιλογής μέσου μετακίνησης κατασκευάζεται με βασικό στόχο τη συνάρτηση εκείνη που μεγιστοποιεί την αντιληπτή χρησιμότητα που θα εισπράξει κάποιος εάν επιλέξει ένα μέσο. Συνεπώς η συνάρτηση θα πρέπει να δίνει το αποτέλεσμα μιας (dummy) ψευδομεταβλητής η οποία θα παίρνει την τιμή 1 εάν τα χαρακτηριστικά μέσου και μετακινούμενου (ανεξάρτητες μεταβλητές) οδηγούν (μέσω των παραμέτρων β) σε επιλογή του ενός μέσου (MMM) ή 0 εάν έχει επιλεγθεί άλλο μέσο (IX) στην περίπτωση που οι διαθέσιμες επιλογές είναι δυο. Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή παίρνει δυο μόνο τιμές, τότε το μοντέλο επιλογής ονομάζεται δυαδικό (binary choice model) ενώ στην περίπτωση που είναι διαθέσιμες περισσότερες από δυο επιλογές (MMM, IX, πεζή) το μοντέλο επιλογής ονομάζεται πολυωνυμικό (multiple choice model). Τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανάλυση διακριτών επιλογών είναι το γραμμικό πρότυπο πιθανότητας, και τα πρότυπα logit και probit. Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι μαθηματικές τους διατυπώσεις, οι βασικές τους ιδιότητες, οι μεθοδολογικές τους προσεγγίσεις καθώς και οι διαφορές τους ως προς τα αποτελέσματα τους και τους ελέγχους υποθέσεων και εξειδίκευσης.

Πριν την ανάλυση των προτύπων logit, probit χρήσιμη είναι μια συνοπτική παρουσίαση των βασικών παραδοχών/απαιτήσεων που ισχύουν για κάθε ένα από τα μοντέλα logit, nested logit, probit.

- Οι παρατηρήσεις στην εξαρτημένη μεταβλητή U_{in} έχουν προκύψει από τυχαία δειγματοληψία του πληθυσμού στόχου της έρευνας.
- Η εξαρτημένη μεταβλητή U_{in} σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά X και τα X καθορίζονται από τις «εξωτερικές» επιδράσεις (μεταβλητές) του μοντέλου.
- Υπάρχει αβεβαιότητα στη σχέση των U_{in} και X , όπως αυτή αντανakλάται μεταξύ των παρατηρήσεων μέσω της συναρτησιακής σχέσης.

- Η κατανομή των σφαλμάτων είναι εκείνη που πρέπει να καθορίσει εάν το επιλεγμένο μοντέλο είναι κατάλληλο ή όχι.

3.3.6.2. Γραμμικό πιθανοτικό μοντέλο (LPM)

Λαμβάνοντας υπόψη τις σχέσεις (3.1) και (3.2) το γραμμικό πιθανοτικό μοντέλο εκφράζεται από μια συνάρτηση παλινδρόμησης ως προς τη πλασματική εξαρτημένη μεταβλητή (αντιληπτή χρησιμότητα επιλογής μέσου) U_{in} :

$$U_{in} = \beta_0 + \beta_1 X_{1in} + \beta_2 X_{2in} + \varepsilon_{in} \quad (3.9)$$

όπου η πλασματική μεταβλητή $U_{In}=1$ όταν γίνεται χρήση MMM και $U_{In}=0$ όταν επιλέγεται μετακίνηση με ΙΧ., X_{sin} είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές, β_s συντελεστές παλινδρόμησης και ε_{in} το σφάλμα για το οποίο γίνεται η παραδοχή ότι η μέση τιμή του είναι ίση με το μηδέν ($E(\varepsilon_{in})=0$).

Κατά συνέπεια η προσδοκώμενη τιμή της U_{in} από τη συνάρτηση (3.9) προκύπτει:

$$E(U_{in}) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1in} + \hat{\beta}_2 X_{2in} \quad (3.10)$$

Η εξίσωση (3.10) αναπαριστά την έννοια της υπό συνθήκη πιθανότητας (conditional probability). Συμβολίζοντας με P_{in} την υπό συνθήκη πιθανότητα που ο i μετακινούμενος ωφελείται από την επιλογή του i μέσου τότε προκύπτει το παρακάτω LPM μοντέλο επιλογής μέσου.

$$E(U_{in}) = P_{in} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1in} + \hat{\beta}_2 X_{2in} \quad (3.11)$$

Εάν P_i ορίζεται ως η πιθανότητα που η U_{in} θα είναι ίση με 1, τότε η πιθανότητα που η U_{in} θα είναι ίση με 0 είναι $(1 - P_i)$, αφού η U_{in} μπορεί να παίρνει μόνο δύο τιμές ($i=1$ επιλογή MMM και $i=2$ επιλογή ΙΧ). Άλλωστε είναι γνωστό από τον ορισμό της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας (Σ.Π.Π.) ότι το άθροισμα των πιθανοτήτων να

εμφανιστούν τα αποτελέσματα $k(i=1,2,\dots,k)$ είναι ίσο με τη μονάδα και ότι οι πιθανότητες περιορίζονται μεταξύ του 0 και του 1. Δηλαδή το μοντέλο LPM έχει τις εξής χαρακτηριστικές ιδιότητες:

α) γραμμική μορφή, β) ικανοποίηση προϋποθέσεων $\sum_{i=1}^k P_i = 1$ και $0 \leq P_i \leq 1$.

Βάσει της εκτίμησης των τιμών των συντελεστών β που γίνεται μέσω της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων (Ordinary Least Squares (OLS)) προκύπτει το μοντέλο LPM. Η μέθοδος OLS ορίζεται σαν την τεχνική με την οποία επιχειρείται να εκτιμηθούν οι παράμετροι β ελαχιστοποιώντας την ποσότητα:

$$S = \sum e_i^2 = \sum (U_{in} - \mu_i(\beta))^2 \quad (3.12)$$

Παραγωγίζοντας τη συνάρτηση S σε σχέση με κάθε συντελεστή β_i και λύνοντας το σύστημα των εξισώσεων που θα προκύψει βρίσκεται ο εκτιμητής $\hat{\beta}$.

$$\frac{\partial S}{\partial \beta_i} = 0 \quad \text{για } i=1,2,\dots,k \quad (3.13)$$

Ωστόσο η χρήση αυτού του μοντέλου για την εκτίμηση των συντελεστών της εξίσωσης με ποιοτική εξαρτημένη μεταβλητή συναντά τέσσερα προβλήματα:

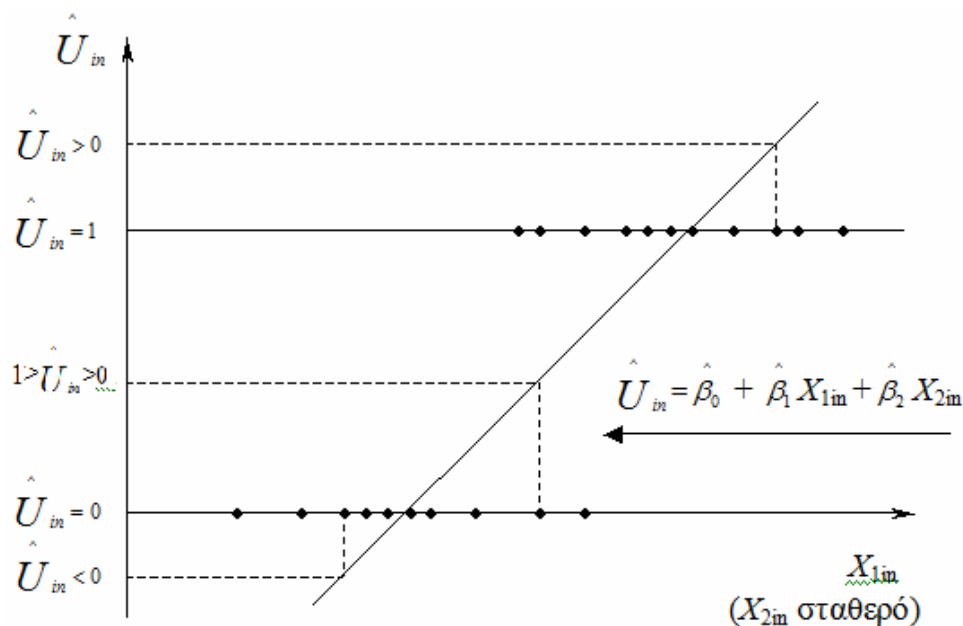
- Το σφάλμα δεν είναι κανονικά κατανοημένο. Στην πραγματικότητα η κανονικότητα που υποτέθηκε δεν ισχύει, διότι ακολουθείται η διωνυμική κατανομή. Καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή παίρνει μόνο δυο τιμές, αν λυθεί η εξίσωση (3.9) ως προς το σφάλμα ε_{in} , προκύπτει ότι παίρνει μία τιμή για κάθε αντίστοιχη τιμή (1 ή 0) της U_{in} με πιθανότητα P_i και $1-P_i$ αντίστοιχα. Επιπλέον μια λύση για το πρόβλημα αυτό, το οποίο δεν μπορεί να κριθεί σοβαρό καθώς οι εκτιμητές παραμένουν αμερόληπτες, είναι η αύξηση του μεγέθους του δείγματος. Άλλωστε ο Malinvaud (1966) απέδειξε με τη βοήθεια του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος ότι οι εκτιμητές με την αύξηση του μεγέθους του δείγματος ($n \rightarrow \infty$) τείνουν να κατανέμονται κανονικά.
- Το σφάλμα πάσχει από ετεροσκεδαστικότητα. Η ομοσκεδαστικότητα είναι βασική προϋπόθεση της ανάλυσης παλινδρόμησης. Δηλαδή πρέπει η διακύμανση του διαταρακτικού όρου (σφάλμα) να παραμένει σταθερή κατά μήκος των

παρατηρήσεων. Η διακύμανση του σφάλματος λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο (3.11) αλλά και τις δύο τιμές που το σφάλμα μπορεί να πάρει αποδεικνύεται πολύ εύκολα ότι εξαρτάται από την πιθανότητα $Var(\varepsilon_i) = P_i(1-P_i)$. Για να αποφευχθεί το πρόβλημα αυτό εφαρμόζεται η μέθοδος των Σταθμισμένων Ελαχίστων Τετραγώνων(WLS) η οποία βασίζεται στον μετασχηματισμό των μεταβλητών διαιρουμένων με τον σταθμισμένο όρο $w_i = \sqrt{U_{in}(1-U_{in})}$. Κατά συνέπεια η συνάρτηση (3.9) γίνεται:

$$\frac{U_{in}}{w_i} = \beta_0 + \beta_1 \frac{X_{1in}}{w_i} + \beta_2 \frac{X_{2in}}{w_i} + \frac{\varepsilon_{in}}{w_i} \quad (3.14)$$

Με το μετασχηματισμό αυτό ο διαταρακτικός όρος γίνεται ομοσκεδαστικός και επομένως η συνάρτηση (3.14) μπορεί να επιλυθεί με τη μέθοδο OLS.

- Η τιμή του συντελεστή R^2 είναι πολύ μικρότερη του 1 και συνήθως βρίσκεται μεταξύ 0,2 και 0,6. Εξαιτίας των τιμών 1 και 0 της εξαρτημένης μεταβλητής τα σφάλματα μπορούν να πάρουν είτε την τιμή $\varepsilon_{in} = 1 - \beta_0 - \beta_1 X_{1in} - \beta_2 X_{2in}$ είτε την τιμή $\varepsilon_{in} = -\beta_0 - \beta_1 X_{1in} - \beta_2 X_{2in}$. Κατά συνέπεια υπάρχει πιθανότητα να παίρνουν υψηλές τιμές και άρα να απέχουν από την γραμμική παλινδρόμηση U_{in} .
- Η πρόβλεψη της U_{in} δεν περιορίζεται μεταξύ 0 και 1. Λόγω του προβλήματος της μη ύπαρξης περιορισμών για τους συντελεστές $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ και δεδομένου ότι οι τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής X_{li} είναι άπειρες υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης εκτιμώμενων τιμών της U_{in} εκτός των ορίων του διαστήματος μεταξύ 0 και 1. Εάν κατασκευαστεί ένα LPM με περιορισμό (Constrained LPM) το οποίο θα θέτει τις αρνητικές τιμές ή αυτές που είναι μεγαλύτερες τις μονάδας με ένα κατώτατο και ανώτερο όριο αντίστοιχα, τότε ο συντελεστής προσαρμογής θα έφτανε μέχρι 0,8 με την προϋπόθεση οι τιμές εκτός ορίων να ήταν λιγοστές.



Σχήμα 5: Γραμμικό πιθανοτικό μοντέλο

Ένα γραμμικό πιθανοτικό μοντέλο έχει εξ ορισμού πολύ αυστηρή υπόθεση ότι η πιθανότητα P_i σχετίζεται γραμμικά με τις ανεξάρτητες μεταβλητές X_{in} (3.11), γεγονός που περιορίζει τη χρήση του μοντέλου ακόμα και αν επιλυθούν τα τέσσερα προβλήματα που προαναφέρθηκαν. Αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι στην περίπτωση της ανεξάρτητης μεταβλητής “δείκτης ιδιοκτησίας ΙΧ” είναι λογική απλούστευση η γραμμική αύξηση σε σχέση με την πιθανότητα χρήσης ΙΧ, αλλά στην πραγματικότητα στις χαμηλές τιμές του δείκτη θα περιμέναμε μικρότερη αύξηση της πιθανότητας, και το αντίθετο στις υψηλές τιμές του δείκτη.

3.3.6.3. Η σιγμοειδής καμπύλη των μοντέλων Logit και Probit

Το τελευταίο αυτό πρόβλημα αναιρείται με την χρήση μη γραμμικών μοντέλων (nonlinear models). Ένα μη γραμμικό μοντέλο ως προς τους συντελεστές β_s απεικονίζεται παρακάτω με μια σιγμοειδή καμπύλη.

Στα μη γραμμικά μοντέλα η μεταβολή της πιθανότητας P_i δεν μένει σταθερή με την αύξηση των τιμών των X_i και παράλληλα οι τιμές P_i δύνανται να βρίσκονται εντός των

πιθανοτικό μοντέλο) χρησιμοποιώντας μια παραλλαγή της αθροιστικής λογιστικής εξίσωσης. (Σχήμα: Μοντέλο Logit)

Για το δυωνυμικό δυαδικό λογιστικό μοντέλο η εξίσωση διαμορφώνεται ως εξής:

$$\ln\left(\frac{D_i}{[1-D_i]}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i \quad (3.15)$$

Συνεπώς η εξίσωση ως προς τη εξαρτημένη μεταβλητή D_i γίνεται:

$$D_i = \frac{1}{1 + e^{-[\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i]}} \quad (3.16)$$

Με αυτό το τρόπο εάν η πλασματική μεταβλητή D_i πάρει την τιμή 1, τότε το αριστερό τμήμα της εξίσωσης τείνει στο άπειρο, ενώ στην περίπτωση που πάρει την τιμή 0, τότε η εξίσωση τείνει στο μείον άπειρο. Αν θέσουμε ως P_i ως την πιθανότητα $D_i=1$ και $1-P_i$ την πιθανότητα $D_i=0$ τότε προκύπτει μια τυχαία μεταβλητή που έχει μια απλή διακριτή κατανομή πιθανοτήτων εκφρασμένη ως εξής:

$$\Pr(D_i, P_i) = P_i^{D_i} (1-P_i)^{1-D_i} \quad (3.17)$$

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-[\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i}]}} \quad (3.18)$$

Το λογιστικό μοντέλο εκτιμάται χρησιμοποιώντας επαναληπτική διαδικασία μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας (Maximum Likelihood). Η μέθοδος αυτή απλά επιλέγει εκτιμήσεις συντελεστών β που μεγιστοποιούν την πιθανοφάνεια του συνόλου των δεδομένων του δείγματος. Σε αντίθεση με την πολλαπλή παλινδρόμηση στην οποία η λύση βρίσκεται με μεγιστοποίηση του τετραγώνου των αποκλίσεων, στη λογιστική παλινδρόμηση μεγιστοποιείται η πιθανοφάνεια της εμφάνισης ενός γεγονότος (π.χ. επιλογή IX).

Η συνάρτηση πιθανοφάνειας υπολογίζει την πιθανότητα παρατήρησης του συγκεκριμένου συνόλου των εξαρτημένων μεταβλητών (υποθέτοντας ότι $D_i=1$ για $n=1, 2 \dots k_I$ ενώ για $n=k_I+1, \dots k$ $D_i=0$). Η συνάρτηση πιθανοφάνειας εκφράζεται ως εξής:

$$L(D_i, P_i) = \prod_{n=1}^k \Pr(D_i, P_i) \xrightarrow{(3.15)} L(D_i, P_i) = \prod_{n=1}^{k_I} P_i \prod_{n=k_I+1}^k (1-P_i) \quad (3.19)$$

Στη συνέχεια αν αντικατασταθεί η πιθανότητα P_i στη σχέση (3.19), τότε η συνάρτηση πιθανοφάνειας εκφράζεται ως προς τις ανεξάρτητες μεταβλητές X και τους συντελεστές παλινδρόμησης β ως εξής:

$$L(\beta_i, X_i) = \frac{\prod_{n=1}^{k_1} e^{\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^2 \beta_i X_{in}\right)}}{\prod_{n=1}^k \left[1 + e^{\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^2 \beta_i X_{in}\right)} \right]} \quad (3.20)$$

Το τελευταίο στάδιο της μεθόδου εκτίμησης ML είναι η εύρεση των συντελεστών β_s που μεγιστοποιούν τη συνάρτηση πιθανοφάνειας L . Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμο να δοθεί ορισμός του λόγου πιθανοτήτων (odds ratio, OR) ως την πιθανότητα να συμβαίνει ένα γεγονός (π.χ. η επιλογή MMM) προς την πιθανότητα να μη συμβεί (π.χ. η επιλογή IX).

$$Odds(X_{in}) = \frac{\Pr(D_i = 1)}{1 - \Pr(D_i = 1)} \quad (3.21)$$

Ο φυσικός λογάριθμος του λόγου των πιθανοτήτων (ή αλλιώς η διαφορά των λογαρίθμων της πιθανότητας να μην ισχύει ένα γεγονός από το λογάριθμο της πιθανότητας να ισχύει) εκφρασμένος συναρτήσει του ανύσματος των συντελεστών β δίνει το σύστημα των εξισώσεων, η πρώτη παράγωγος του οποίου θα μας δώσει το άνυσμα β^{MLE} που μεγιστοποιεί τη συνάρτηση πιθανοφάνειας.

$$\begin{aligned} \log it[\Pr(D_i = 1)] &= \ln[odds(D_i = 1)] = \\ &= \ln\left[\frac{\Pr(D_i = 1)}{1 - \Pr(D_i = 1)}\right] = \beta_o^{MLE} + \beta_1^{MLE} X_{1i} + \beta_2^{MLE} X_{2i} \end{aligned} \quad (3.22)$$

Με την εύρεση των συντελεστών β^{MLE} και κάνοντας χρήση του κανόνα επιλογής (3.3) μπορούν να υπολογιστούν οι μεγιστοποιημένες συστηματικές ωφέλειες (3.2) και στη

συνέχεια οι πιθανότητες του δυαδικού προβλήματος (MMM, IX). Η πιθανότητα επιλογής ενός μέσου i στην περίπτωση που δίνονται μόνο δυο επιλογές δίνεται:

$$P(i=1) = \frac{e^{v_{i=1}}}{e^{v_{i=1} + v_{i=2}}} \quad P(i=2) = 1 - P(i=1) = \frac{e^{v_{i=2}}}{e^{v_{i=1} + v_{i=2}}} \quad (3.23)$$

$$P(IX) = \frac{e^{V_{IX}}}{e^{V_{IX} + V_{MMM}}} \quad P(MMM) = 1 - P(IX) = \frac{e^{V_{MMM}}}{e^{V_{IX} + V_{MMM}}}$$

3.3.7. Πολυωνυμικό μοντέλο Logit

3.3.7.1. Γενική διατύπωση

Πολλές φορές οι επιλογές δεν είναι δύο αλλά περισσότερες. Στον τομέα των μεταφορών για παράδειγμα οι εναλλακτικές διαθέσιμες επιλογές μέσου θα μπορούσαν να είναι τα MMM, το IX, η πεζοπορία, το δίκυκλο, το ταξί, το ποδήλατο, με τα τρία πρώτα να προσομοιάζουν συνεπέστερα την καθημερινότητα των μετακινήσεων. Συνεπώς το δυαδικό μοντέλο μπορεί να υπερτερεί σε απλούστευση, που είναι ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια κατασκευής του μοντέλου αλλά δεν περιγράφει επαρκώς την πολυπλοκότητα της πραγματικότητας. Το πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο διακρίνεται από τις εξής παραδοχές:

- Τα σφάλματα ακολουθούν κατανομές Gumbel.
- Τα σφάλματα κατανέμονται ταυτόσημα και ανεξάρτητα μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών και μεταξύ των παρατηρήσεων (πλήθος δείγματος μετακινούμενων).

Η κατανομή Gumbel έχει την ακόλουθη αθροιστική συνάρτηση κατανομής και πυκνότητας πιθανότητας:

$$F(\varepsilon) = \exp(-e^{-\mu(\varepsilon-\alpha)}), \alpha > 0$$

$$f(\varepsilon) = \alpha e^{-\mu(\varepsilon-\alpha)} \exp[-e^{-\mu(\varepsilon-\alpha)}] \quad (3.24)$$

όπου α είναι παράμετρος θέσης/μέσου και μ είναι μια θετική παράμετρος κλίμακας η οποία καθορίζει τη διασπορά της κατανομής η οποία ισούται με $\pi^2/(6\mu^2)$. Η μέση τιμή της κατανομής γίνεται $\mu + \gamma/\alpha$ όπου γ είναι η σταθερά Euler:

$$\gamma = \lim_{k \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^k \frac{1}{i} - \ln(k) \cong 0,5772 \quad (3.25)$$

Συμψηφίζοντας τις δυο παραδοχές που προαναφέρθηκαν καταλήγει κανείς στην μαθηματική δομή του προτύπου γνωστού ως Multinomial logit Model (MNL), το οποίο δίνει τις πιθανότητες επιλογής της κάθε μιας των εναλλακτικών ως συνάρτηση της συστηματικής χρησιμότητας. Η γενική διατύπωση σε αντιστοιχία με το τύπο (3.23) της επιλογής ενός εκ των εναλλακτικών i ($i=1,2,\dots,j$) από ένα σύνολο επιλογών C_n εκφράζεται από τη σχέση:

$$P(i) = \frac{e^{v_i}}{\sum_{i \in C_n} e^{v_i}} \quad (3.26)$$

3.3.7.2. Η ανεξαρτησία των μη σχετικών επιλογών (IIA)

Μια σημαντική ιδιότητα του πολυωνυμικού λογιστικού μοντέλου είναι η ανεξαρτησία των μη σχετικών επιλογών (Independence of Irrelevant Alternatives ή IIA). Η ιδιότητα αυτή ουσιαστικά σημαίνει πως ο λόγος δύο μη μηδενικών πιθανοτήτων δύο τυχαίων εναλλακτικών επιλογών είναι ανεξάρτητος από το choice set. Αυτό ισχύει για οποιοδήποτε choice set C_1 και C_2 για τα οποία ισχύει $C_1 \subseteq C_n$ και $C_2 \subseteq C_n$ και για οποιαδήποτε εναλλακτική επιλογή i και j που ανήκουν στα C_1 και C_2 . Οπότε ισχύει:

$$\frac{P(i|C_1)}{P(j|C_1)} = \frac{P(i|C_2)}{P(j|C_2)} \quad (3.27)$$

Ένας ισοδύναμος ορισμός είναι και ο εξής: Όταν δύο τυχαίες επιλογές έχουν μη μηδενική πιθανότητα, τότε ο λόγος της μιας πιθανότητας προς την άλλη δεν επηρεάζεται από την παρουσία ή απουσία άλλων εναλλακτικών επιλογών, στο σύνολο των επιλογών που έχει ο μετακινούμενος. Αν τη σχέση (3.26) την αναπτύξουμε για $i=1,2,\dots,j-1,j$ όπου $i \in C_n$ τότε έχουμε τις εξής πιθανότητες επιλογής του i μέσου:

$$\begin{aligned}
P(1) &= \frac{e^{V_1}}{\sum_{i \in C_n} e^{V_i}}, \\
P(2) &= \frac{e^{V_2}}{\sum_{i \in C_n} e^{V_i}}, \\
&\dots \\
P(j-1) &= \frac{e^{V_{j-1}}}{\sum_{i \in C_n} e^{V_i}}, \\
P(j) &= \frac{e^{V_j}}{\sum_{i \in C_n} e^{V_i}}
\end{aligned} \tag{3.28}$$

Αν πάρει κανείς τώρα τους διαδοχικούς λόγους των πιθανοτήτων τότε παρουσιάζεται η εξής εικόνα:

$$\begin{aligned}
\frac{P(1)}{P(2)} &= \frac{e^{V_1}}{e^{V_2}} = e^{V_1 - V_2} \\
&\dots \\
\frac{P(j-1)}{P(j)} &= \frac{e^{V_{j-1}}}{e^{V_j}} = e^{V_{j-1} - V_j}
\end{aligned} \tag{3.29}$$

Συνεπώς ο λόγος των πιθανοτήτων για κάθε ζευγάρι εναλλακτικών επιλογών εξαρτάται μόνο από τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών αυτών των επιλογών και όχι τρίτων επιλογών και θα ίσχυε το ίδιο είτε η τρίτη εναλλακτική επιλογή ήταν διαθέσιμη είτε όχι. Αυτό μπορεί να εκφραστεί γενικά για κάθε ζευγάρι εναλλακτικών επιλογών i, k όπου $i, k \in C_n$ με την παρακάτω σχέση:

$$\frac{P(i)}{P(k)} = \frac{e^{V_i}}{e^{V_k}} = e^{(V_i - V_k)} \tag{3.30}$$

Παρόλ' αυτά η ιδιότητα ΠΑ περιορίζει τα πολυωνμικά λογιστικά μοντέλα. Ωστόσο μοντέλα με πολλές κοινωνικοοικονομικές μεταβλητές είναι δυνατόν να λύνουν το

πρόβλημα παραβίασης της ανεξαρτησίας των εναλλακτικών επιλογών. Ο περιορισμός είναι γνωστός και ως το παράδοξο των κόκκινων και μπλε λεωφορείων. Στο παράδειγμα που ακολουθεί θα γίνει μια προσπάθεια περιγραφής του.

Σε μια πόλη, το 50% των μετακινούμενων χρησιμοποιεί ΙΧ και το υπόλοιπο 50% λεωφορείο.

Επομένως ισχύει:

$$P(\Lambda\omega\phi|\{\Lambda\omega\phi, IX\}) = P(IX|\{\Lambda\omega\phi, IX\}) = \frac{e^{\beta V}}{\sum_{i \in \{\Lambda\omega\phi, IX\}} e^{\beta V}} = 0.5 = 50\%$$

Έστω ότι ο διευθυντής της εταιρείας αστικών συγκοινωνιών αποφασίζει να βάψει τα μισά λεωφορεία μπλε και τα μισά κόκκινα, αλλά κατορθώνει να διατηρήσει το ίδιο επίπεδο εξυπηρέτησης όπως πριν.

Επομένως: $V_{\Lambda\omega\phi-M\pi\lambda\epsilon} = V_{\Lambda\omega\phi-K\omicron\kappa}$

Η δε χρησιμότητα του ΙΧ παραμένει σταθερή.

Άρα: $V_{IX} = V_{\Lambda\omega\phi-M\pi\lambda\epsilon} = V_{\Lambda\omega\phi-K\omicron\kappa}$

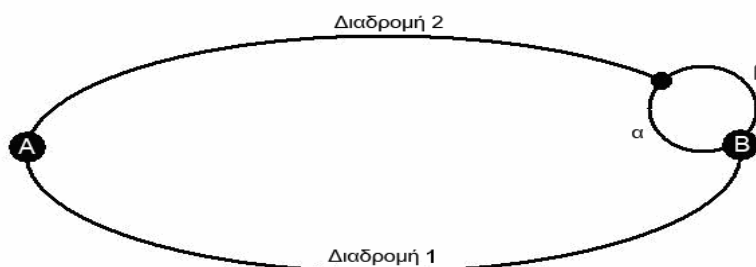
Οπότε:

$$\begin{aligned} P(\Lambda - M|\{\Lambda - M, \Lambda - K, IX\}) &= P(\Lambda - M|\{\Lambda - M, \Lambda - K, IX\}) = \\ &= P(IX|\{\Lambda - M, \Lambda - K, IX\}) = \frac{e^{\beta V}}{\sum_{i \in \{\Lambda - M, \Lambda - K, IX\}} e^{\beta V}} = 0.33 = 33,33\% \end{aligned}$$

Είναι ένα παράδειγμα που δείχνει τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν όταν συσχετίζονται οι εναλλακτικές επιλογές που αναλύονται.

Μια διαφορετική παρουσίαση του ίδιου προβλήματος μπορεί να θεωρηθεί και η παρακάτω:

Έστω ότι ένας μετακινούμενος ταξιδεύει από ένα σημείο Α σε ένα σημείο Β και έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ δύο διαφορετικών διαδρομών (διαδρομή 1 και διαδρομή 2).



Σχήμα 7: Παράδειγμα ΠΑ

Η διαδρομή 2 όμως περιλαμβάνει σε κάποιο σημείο της μια διακλάδωση με αποτέλεσμα τελικά το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών διαδρομής να αποτελείται από τα $\{1, 2\alpha, 2\beta\}$. Ως μοναδικό κριτήριο επιλογής τίθεται ο συνολικός χρόνος διαδρομής και θεωρείται πως όλες οι διαδρομές έχουν ίση διάρκεια: $V(1) = V(2\alpha) = V(2\beta) = T$ ενώ ο χρόνος των τμημάτων α και β είναι ίσος με t .

Η πιθανότητα κάθε εναλλακτικής επιλογής που δίδει το Logit μοντέλο στο παράδειγμα αυτό είναι ίσο με:

$$P(1 | \{1, 2\alpha, 2\beta\}) = P(2\alpha | \{1, 2\alpha, 2\beta\}) = P(2\beta | \{1, 2\alpha, 2\beta\}) = \frac{e^{\mu T}}{\sum_{i \in \{1, 2\alpha, 2\beta\}} e^{\mu T}} = \frac{1}{3}$$

Είναι πασιφανές πως το αποτέλεσμα δεν εξαρτάται από την τιμή του t . Παρόλ' αυτά όταν το t είναι σημαντικά μικρότερο από τον συνολικό χρόνο T , αναμένεται οι πιθανότητες να είναι για τη διαδρομή 1 50% και για τις διαδρομές 2α και 2β 25%. Το Πολυωνυμικό Logit μοντέλο δυστυχώς και σε αυτή την περίπτωση δεν περιγράφει ικανοποιητικά το αποτέλεσμα που διαισθητικά θα περίμενε κανείς.

Μια θεμελιώδη ιδιότητα του πολυωνυμικού μοντέλου logit είναι ότι η πιθανότητα επιλογής του εναλλακτικού μέσου i εξαρτάται μόνο από τις διαφορές των συστηματικών ωφελειών και όχι των πραγματικών τιμών. Εάν στη σχέση (3.25) προσθέσουμε σε κάθε συστηματική χρησιμότητα τη τιμή ΔV τότε η σχέση που δίνει τη πιθανότητα επιλογής του μέσου i γίνεται:

$$\begin{aligned}
P(i) &= \frac{e^{V_i + \Delta V}}{\sum_{i \in C_n} e^{V_i + \Delta V}} = \frac{e^{V_i} e^{\Delta V}}{e^{V_1 + \Delta V} + e^{V_2 + \Delta V} + \dots + e^{V_n + \Delta V}} = \\
&= \frac{e^{V_i} (e^{\Delta V})}{e^{V_1} e^{\Delta V} + e^{V_2} e^{\Delta V} + \dots + e^{V_n} e^{\Delta V}} = \frac{e^{V_i} (e^{\Delta V})}{(e^{V_1} + e^{V_2} + \dots + e^{V_n}) (e^{\Delta V})} = \\
&= \frac{e^{V_i} (e^{\Delta V})}{\sum_{i \in C_n} e^{V_i} (e^{\Delta V})} = \frac{e^{V_i}}{\sum_{i \in C_n} e^{V_i}}
\end{aligned}$$

που είναι ίση με την πιθανότητα επιλογής του μέσου i προτού αυξηθεί η συστηματική χρησιμότητα χρήσης οποιουδήποτε μέσου κατά ΔV (3.26).

3.3.7.3. Ελαστικότητες των μοντέλων MNL

Ο αναλυτής μπορεί να χρησιμοποιήσει τους συντελεστές που εκτιμήθηκαν από το λογιστικό μοντέλο για να καθορίσει τόσο τις εξατομικευμένες (disaggregate direct elasticities), όσο και τις αθροιστικές ελαστικότητες (aggregate elasticities), όπως και τις σταυροειδής (disaggregate cross) ελαστικότητες. Ο αναλυτής ενδιαφέρεται να γνωρίζει την επίδραση που έχει πάνω στη χρησιμότητα από την επιλογή κάποιου μέσου η αλλαγή (αύξηση ή μείωση) μιας μονάδας από τη αξία κάποιου χαρακτηριστικού της εναλλακτικής επιλογής. Η εξατομικευμένη ελαστικότητα της παραμέτρου k , που αφορά το μετακινούμενο n , ο οποίος κάνει την επιλογή του i μέσου δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$E_{x_{ink}}^{P_n(i)} = [1 - P_n(i)] x_{ink} \beta_k \quad (3.31)$$

Εάν ο αναλυτής ενδιαφέρεται για την επίδραση που προκαλεί η μεταβολή μιας μονάδας της αξίας ενός χαρακτηριστικού k στη χρήση κάποιου μέσου i όταν επιλεγθεί/προτιμηθεί

ένα μέσο j τότε η έκφραση της διασταυρωμένης ελαστικότητας δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$E_{x_{ink}}^{P_n(i)} = [-P_n(j)]x_{jnk}\beta_k \quad (3.32)$$

Τέλος στη περίπτωση που ο αναλυτής ενδιαφέρεται να υπολογίσει την επίδραση που έχει η μεταβολή της αξίας ενός χαρακτηριστικού k του μέσου i σε ένα υποσύνολο μετακινούμενων που έχουν το κοινό γνώρισμα να επιλέγουν για τη μετακίνηση τους το μέσο i τότε ο τύπος αυτής της ελαστικότητας ονομάζεται αθροιστικός. Ο τύπος αυτός είναι ο βαρυτικός μέσος των ατομικών ελαστικοτήτων ενός υποσυνόλου μετακινούμενων που επιλέγουν το μέσο i . Η αθροιστική ελαστικότητα δίνεται από τον τύπο:

$$E_{x_{ik}}^{P_i} = \frac{\sum_{n=1}^N P_n(i) E_{x_{ink}}^{P_n(i)}}{\sum_{n=1}^N P_n(i)} \quad (3.33)$$

Ο τύπος αυτός είναι χρήσιμος όταν θέλουμε να δούμε πως αντιδράει ένα ομοιογενές υποσύνολο με όμοια κριτήρια επιλογής μέσου μεταφοράς απέναντι στην αλλαγή της αξίας κάποιου χαρακτηριστικού. Έχει σημασία η χρήση του στις πολιτικές που εφαρμόζονται για την αλλαγή του καταμερισμού στα μέσα, εντοπίζοντας την αλλαγή τις συμπεριφοράς των μετακινούμενων κάτω από την προβλεπόμενη επίδραση μιας ενδεχόμενης εφαρμογής αυτών των πολιτικών (μείωση των τιμών στις κάρτες απεριορίστων διαδρομών κλπ.).

3.3.7.4. Ερμηνεία συντελεστών του μοντέλου MNL

Υπάρχουν μερικοί κανόνες βάσει των οποίων μπορεί κάποιος να ερμηνεύσει τους συντελεστές που προέκυψαν από την κατασκευή του πολυωνυμικού λογιστικού μοντέλου. Ορισμένοι από αυτούς είναι οι εξής:

- Οι ειδικές σταθερές των εναλλακτικών επιλογών μπορούν να συμπεριληφθούν μόνο στα πολυωνυμικά λογιστικά μοντέλα για $n-1$ εναλλακτικές επιλογές. Χαρακτηριστικά των μετακινούμενων όπως κοινωνικοοικονομικές μεταβλητές πρέπει να εισάγονται ως ειδικές σταθερές των εναλλακτικών επιλογών. Ενώ η επίδραση των χαρακτηριστικών των εναλλακτικών αποφάσεων, όπως το κόστος που επιφέρουν στον μετακινούμενο οι διάφορες επιλογές και ο χρόνος που δαπάνησε εξαιτίας αυτών των επιλογών, εισάγονται στα μοντέλα ως γενικοί συντελεστές.
- Οι συντελεστές των μεταβλητών έχουν σημασία μόνο σε σχέση ο ένας προς τον άλλον. Δεν μπορεί να υπάρξει δηλαδή απόλυτη ερμηνευτική προσέγγιση των συντελεστών που προέκυψαν από το μοντέλο. Με άλλα λόγια, το απόλυτο μέγεθος των συντελεστών δεν είναι επιδεκτικό ερμηνείας όπως είναι στα μοντέλα παλινδρόμησης που υπολογίστηκαν με τη μέθοδο ελάχιστων τετραγώνων.
- Όπως συμβαίνει με τους συντελεστές στα μοντέλα παλινδρόμησης, οι πιθανότητες που ελέγχονται σε σχέση με το t -statistics είναι υπο συνθήκη/δυνητικές πιθανότητες. Για παράδειγμα τα περισσότερα υπολογιστικά προγράμματα διενεργούν έλεγχο- t , ο οποίος παράγει την πιθανότητα των δεδομένων που παρατηρήθηκαν δίνοντας ως παραγματική τιμή συντελεστή ίση με το μηδέν. Αυτό είναι διαφορετικό από την πιθανότητα ο συντελεστής να είναι μηδέν, δίνοντας τα δεδομένα.
- Για ένα μοντέλο logit είναι σημαντική η οικονομική σημασία των συντελεστών παλινδρόμησης. Ο λόγος δυο συντελεστών μιας συνάρτησης χρησιμότητας παρέχει πληροφορία για το πώς οι μετακινούμενοι μπορούν να «ανταλλάξουν» την χρησιμότητα που έχουν από ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό με μια χρησιμότητα λόγω ενός άλλου χαρακτηριστικού. Ο λόγος αυτός είναι γνωστός ως οριακή τιμή υποκατάστασης.

3.3.8. Το Ιεραρχικό μοντέλο Logit (Nested Logit)

Όταν οι εναλλακτικές επιλογές που εξετάζει ο μετακινούμενος δεν είναι ανεξάρτητες, τότε η εφαρμογή του πολυωνυμικού μοντέλου logit θα οδηγήσει σε μη αξιόπιστες εκτιμήσεις των συντελεστών των συναρτήσεων χρησιμότητας. Έχει αποδειχθεί ότι το πρόβλημα αυτό, μπορεί να παρακαμφθεί με την εφαρμογή του ιεραρχικού μοντέλου logit. Το ιεραρχικό μοντέλο logit θεωρεί ότι κάθε μετακινούμενος αξιολογεί τις εναλλακτικές επιλογές που έχει με βάση την χρησιμότητα που συνδέεται με κάθε επιλογή. Επιπλέον θεωρεί ότι ο μετακινούμενος χωρίζει την μετακίνησή του σε διάφορα στάδια και στην συνέχεια ακολουθεί μια διαδοχική διαδικασία λήψης αποφάσεων. Έτσι οι διαφορετικές εναλλακτικές επιλογές που συσχετίζονται, ομαδοποιούνται και αναπαρίστανται με μια σύνθετη μεταβλητή που συνδέεται με μια σύνθετη συνάρτηση χρησιμότητας.

Το ιεραρχημένο λογαριθμικό μοντέλο πρωτοπεριγράφηκε από τον Ben Akiva (1973), ως επέκταση του πολυωνυμικού λογαριθμικού προτύπου και σχεδιάστηκε προκειμένου να ερμηνεύσει τη συσχέτιση μεταξύ των εναλλακτικών. Είναι πρότυπο που βασίζεται στην ιεραρχική επιμεροποίηση του συνόλου των εναλλακτικών C σε διάφορα υποσύνολα C_k έτσι ώστε να ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$C = \bigcup_k C_k, \quad C_k \cap C_i = \emptyset, \forall k \neq i \quad (3.34)$$

Η συνάρτηση χρησιμότητας για κάθε εναλλακτική αποτελείται από ένα ειδικό τμήμα που αφορά την εναλλακτική και ένα πιο γενικό τμήμα που αφορά το υποσύνολο «φωλιά» στο οποίο ανήκει αυτή η εναλλακτική. Κατά συνέπεια αν η εναλλακτική i ανήκει στο υποσύνολο C_k τότε η χρησιμότητα της επιλογής της εκφράζεται από τη μαθηματική σχέση ως εξής:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i + V_{C_k} + \varepsilon_{C_k} \quad (3.35)$$

Ισχύει η υπόθεση ότι τα σφάλματα ε_i και ε_k είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ότι όπως και με τα πολυωνυμικά λογαριθμικά μοντέλα το σφάλμα ε_i κατανέμεται ταυτόσημα και ανεξάρτητα κατά Gumbel με παράμετρο κλίμακας σ_k . Η κατανομή των σφαλμάτων ε_k

είναι τέτοια ώστε η τυχαία μεταβλητή $\max_{j \in C_k} U_j$ κατανέμεται κατά Gumbel με παράμετρο κλίμακας σ_k .

Κάθε υποσύνολο-φωλιά του συνόλου των εναλλακτικών επιλογών συσχετίζεται με μια ψευδο-χρησιμότητα, καλούμενη συχνά στη βιβλιογραφία ως σύνθετη χρησιμότητα, αναμενόμενη μέγιστη χρησιμότητα, περιεκτική αξία, προσβασιμότητα. Η σύνθετη χρησιμότητα για το υποσύνολο ορίζεται από την παρακάτω μαθηματική σχέση.

$$V'_{c_k} = V_{C_k} + \frac{1}{\sigma_k} \ln \sum_{j \in C_k} e^{\sigma_k V_j} \quad (3.36)$$

όπου V_{C_k} είναι η συνιστώσα της χρησιμότητας που είναι η ίδια για όλες τις εναλλακτικές επιλογές του υποσυνόλου C_k . Στην περίπτωση που ισχύουν όλα τα παραπάνω το πρότυπο πιθανότητας περιγράφεται ως εξής:

$$P_C(i) = P_C(C_k) P_{C_k}(i)$$

$$\text{όπου} \quad P_C(C_k) = \frac{e^{\mu V_{C_k}^i}}{\sum_{i=1}^n e^{\mu V_{C_k}^i}}$$

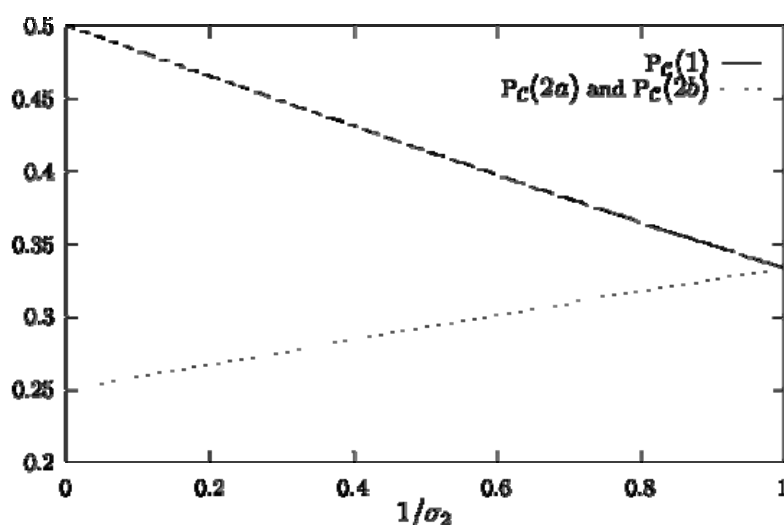
$$\text{και} \quad P_{C_k}(i) = \frac{e^{\sigma_k V_j}}{\sum_{j \in C_k} e^{\sigma_k V_j}}$$

Οι παράμετροι κλίμακας μ και σ_k αντανακλούν τη συσχέτιση μεταξύ των εναλλακτικών που ανήκουν στο υποσύνολο C_k . Αν θεωρηθεί ότι i και j είναι δυο εναλλακτικές επιλογές του υποσυνόλου C_k , τότε ο λόγος των παραμέτρων κλίμακας σχετίζεται με τη συσχέτιση των ωφελειών των εναλλακτικών επιλογών ως εξής:

$$\frac{\mu}{\sigma_k} = \sqrt{1 - \text{corr}(U_i, U_j)}$$

όπου ο λόγος προφανώς παίρνει τιμή μεταξύ μηδέν και ένα. Οι Ben Akiva και Lerman (1985) παρήγαγαν αυτή τη συνθήκη βασιζόμενη στη θεωρία χρησιμότητας. Χρήσιμο επίσης είναι να σημειωθεί πως οι συναρτήσεις χρησιμότητας είναι συσχετίσιμες όταν ο λόγος των παραμέτρων κλίμακας είναι ίσος με τη μονάδα. Οι παράμετροι είναι στενά

συνδεδεμένοι με το μοντέλο. Ουσιαστικά όμως μόνο ο λόγος τους είναι ερμηνεύσιμος. Συνήθης πρακτική είναι να θεωρείται αυθαίρετα ένας από αυτούς ίσος με τη μια τιμή (συνήθως 1) Παρακάτω θέτοντας τη παράμετρο κλίμακας $\mu=1$ παρατίθενται το διάγραμμα που ερμηνεύει τη σχέση που έχουν οι πιθανότητες να επιλεγθούν τρία μέσα (1) MMM, (2a) IX, (2b) πεζοπορία με την παράμετρο κλίμακας σ_2 που αναφέρεται στο υποσύνολο επιλογών (2) (δηλαδή IX και πεζοπορία). Οι τιμές των πιθανοτήτων $P(1)$, $P(2a)$ και $P(2b)$ ως συνάρτηση του λόγου $1/\sigma_2$ φαίνονται παρακάτω και μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την κατασκευή του μοντέλου.



Σχήμα 8: Πιθανότητες εναλλακτικών επιλογών – $1/\sigma_2$

Εύκολα μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι όταν $(1/\sigma_2)=1$ τότε η επεξεργασία βασιζόμενη στην κατασκευή ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου παράγει παρόμοια αποτελέσματα με αυτά του πολωνυμικού λογαριθμικού προτύπου και όπως φαίνεται από το παραπάνω σχήμα οι πιθανότητες ισούνται με $(1/3)$. Από την άλλη όταν η παράμετρος κλίμακας σ_2 τείνει στο άπειρο, τότε ο λόγος $1/\sigma_2$ τείνει στο μηδέν, και οι πιθανότητες πλησιάζουν προς την τιμή $1/2$. Δηλαδή όταν η παράμετρος κλίμακας του ενός υποσυνόλου τείνει στο άπειρο οι πιθανότητες των δυο υποσυνόλων ισομερίζονται και κατά συνέπεια το μοντέλο γίνεται μοντέλο δυαδικής επιλογής. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι δυο δεύτερης τάξης επιλογές a και b να μπορούν και να αγνοηθούν στη διαδικασία επιλογής αλλά και στη διαδικασία προσομοίωσής της με ένα μοντέλο επιλογών.

Υπάρχουν περιπτώσεις όμως που και αυτή η ιεραρχική δομή χωλαίνει στους περιορισμούς των ιδιοτήτων που την χαρακτηρίζουν. Όταν οι εναλλακτικές επιλογές δεν μπορούν να μεριστούν σε κατάλληλα ιεραρχημένα και ασυσχέτιστα υποσύνολα έτσι ώστε να αποφεύγεται η συσχέτισή τους κατά τη λήψη απόφασης, τότε τα ιεραρχημένα λογαριθμικά πρότυπα δεν είναι κατάλληλα για εφαρμογή. Ορισμένα μοντέλα που ανήκουν στην ευρύτερη οικογένεια των λογαριθμικών προτύπων ενσωματώνουν πιο σύνθετες δομές συσχέτισης. Για παράδειγμα ο Cascetta (1996) ενσωματώνει αλληλοκαλυπτόμενα «μονοπάτια» συναφών «διαδρομών» της διαδικασίας επιλογής χρησιμοποιώντας παράγοντες εξίσωσης της ομοιομορφίας των επιλογών. Οι Koppelman και Wen (1997) κατάφεραν να δεσμεύσουν τη συσχέτιση ενός ζεύγους εναλλακτικών επιλογών ενώ στη συνέχεια ο Vovsha (1997) πρότεινε ένα διασταυρωμένο ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο οι εναλλακτικές επιλογές να ανήκουν σε παραπάνω από ένα υποσύνολα εναλλακτικών επιλογών. Τα δυο τελευταία μοντέλα προέρχονται από το μοντέλο γενικευμένων ακραίων τιμών (GEV).

3.3.9. Το μοντέλο Probit

Τα μοντέλα probit και logit είναι παρόμοια μεταξύ τους. Στο probit όμως χρησιμοποιείται η αθροιστική κανονική πιθανοτική κατανομή. Οι δυο διαδικασίες είναι παρόμοιες σε σημείο που μπορούν πολύ εύκολα να μπερδευτούν μεταξύ τους με αποτέλεσμα να έχουμε παρόμοιες προβλεπόμενες πιθανότητες. Τα μοντέλα probit αντιμετωπίζουν ουσιαστικά όλους τους περιορισμούς των logit. Ο μόνος περιορισμός των μοντέλων probit είναι ότι απαιτούν κανονικές κατανομές για όλα τα μη παρατηρούμενα χαρακτηριστικά της χρησιμότητας (σφάλματα). Σε πολλές, ίσως τις περισσότερες περιπτώσεις, οι κανονικές κατανομές παρέχουν μια σωστή αναπαράσταση των τυχαίων παραγόντων. Εντούτοις σε μερικές περιπτώσεις οι κανονικές κατανομές δεν είναι κατάλληλες και μπορούν να οδηγούν σε διαστρεβλωμένες προβλέψεις.

Τα μοντέλα αυτά έχουν την γνωστή συνάρτηση χρησιμότητας $U_n = V_n + \varepsilon_n$ όπου τα U_n , V_n και ε_n περιγράφονται από πίνακες διαστάσεων $(J_n \times I)$. Οι πίνακες (ή διανύσματα) των σφαλμάτων $\varepsilon_n = [\varepsilon_{1n}, \varepsilon_{2n}, \dots, \varepsilon_{Jn}]^T$ κατανέμονται κανονικά και έχουν ως μέσω όρο ένα

μηδενικό πίνακα, η δε διασπορά-συνδιασπορά περιγράφεται από ένα πίνακα Σ_n διαστάσεων $(J_n \times J_n)$. Η πιθανότητα ένας μετακινούμενος n να επιλέξει την εναλλακτική επιλογή i από ένα σύνολο επιλογών C_n δίδεται από την σχέση:

$$P(i|C_n) = P(U_{jn} - U_{in} \leq 0 \forall j \in A_q)$$

Σημειώνεται πως αν θεωρηθεί ο πίνακας Δ_i διαστάσεων $(J_{q-1} \times J_q)$ τέτοιος ώστε:

$$\Delta_i U_v = [U_{1n} - U_{in}, \dots, U_{(i-1)n} - U_{in}, U_{(i+1)n} - U_{in}, \dots, U_{J_n n} - U_{in}]^T$$

Οπότε ισχύει:

$$\Delta_i U_n \sim N(\Delta_i V_n, \Delta_i \Sigma_n \Delta_i^T)$$

Η δε συνάρτηση πυκνότητας δίνεται από:

$$f_i(x) = \lambda e^{\left[-\frac{1}{2}(x-\Delta_i V_n)^T (\Delta_i \Sigma_n \Delta_i^T)^{-1} (x-\Delta_i V_n)\right]}$$

όπου:

$$\lambda = (2\pi)^{\frac{J_n-1}{2}} \left| \Delta_i \Sigma_n \Delta_i^T \right|^{-\frac{1}{2}}$$

και:

$$P(i | C_n) = P(\Delta_i U_n \leq 0) = \int_{-\infty}^0 \dots \int_{-\infty}^0 f_i(x) dx_1 \dots dx_{i-1} dx_{i+1} \dots dx_{J_n}$$

Ο πίνακας Δ_i είναι ένας πίνακας του οποίου η i στήλη περιέχει την τιμή -1 σε όλες της σειρές. Εάν αφαιρεθεί η i στήλη προκύπτει ένας χαρακτηριστικός για κάθε εναλλακτική επιλογή i πίνακας διαστάσεων $(J_{n-1} \times J_{n-1})$. Τονίζεται όμως πως το παραπάνω ολοκλήρωμα ακόμη και για σχετικά μικρό πλήθος εναλλακτικών επιλογών είναι μη υπολογίσιμο. Επιπροσθέτως το πλήθος των άγνωστων παραμέτρων στον πίνακα διασποράς-συνδιασποράς αυξάνεται τετραγωνικά σε σχέση με τον πλήθος των εναλλακτικών επιλογών. Γι' αυτούς τους λόγους πολλές φορές ανάλογα με την περίπτωση κατασκευάζονται υβριδικά μοντέλα που ουσιαστικά διατηρούν τα θετικά στοιχεία και

των δύο μοντέλων logit και probit. Για μεγαλύτερη εμβάθυνση ο αναγνώστης καλείται να ανατρέξει στην διεθνή βιβλιογραφία.

3.3.10. Προσέγγιση της διαδικασίας ανάπτυξης των Logit, Probit και Nested Logit Μοντέλων

Το πρώτο που πρέπει να κάνει ένας αναλυτής που έχει στόχο να κάνει προσομοίωση της υπάρχουσας κατάστασης, είναι να γνωρίζει τους ελέγχους που πρέπει να διενεργήσει προκειμένου να είναι συνεπής, τόσο με τη προσέγγιση της πραγματικότητας στο βαθμό που είναι εφικτό, όσο και με τις βασικές παραδοχές και ιδιότητες που ισχύουν στη θεωρητική ανάλυση των μοντέλων όπως αναπτύχθηκε παραπάνω. Πριν ξεκινήσει όμως την έρευνα που πρέπει να κάνει για τη συλλογή των δεδομένων, χρήσιμο είναι να έχει υπόψη του το εύρος των αποτελεσμάτων που είναι ικανός να πετύχει με την εφαρμογή των μοντέλων, καθώς το εύρος είναι εκείνο που προκαλεί την ανάγκη για περισσότερους ελέγχους. Συνοπτικά τα επιθυμητά αποτελέσματα αναλύονται στις εξής τέσσερις κατηγορίες:

- Συναρτησιακή σχέση μεταξύ της χρησιμότητας από την επιλογή μέσου και των χαρακτηριστικών X που την επηρεάζουν μέσω της εκτίμησης των συντελεστών.
- Βαθμός προσαρμογής μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και των X χαρακτηριστικών (εξατομικευμένων και συνολικών/γενικών).
- Ποσοστό της αβεβαιότητας της εκάστοτε εναλλακτικής επιλογής που εξηγείται από τα τεστ υποθέσεων.
- Βαθμός εμπιστοσύνης του προτύπου για προβλέψεις πάνω σε μελλοντικές αλλαγές των παρατηρήσεων ή των χαρακτηριστικών. Είναι σημαντικό για έναν αναλυτή το πρότυπο που κατασκευάζει να μπορεί να χρησιμοποιηθεί προσαρμόζοντας την ικανότητα της γενίκευσης των αποτελεσμάτων του μοντέλου στις τυχούσες μεταβολές των τιμών των διαφόρων χαρακτηριστικών, που πιθανόν να προκύψουν τόσο με την πάροδο του χρόνου όσο και λόγω των εξελίξεων στο χώρο.

Προτού καθορίσει ο ερευνητής το μοντέλο επιλογής, δηλαδή το είδος και το πλήθος των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών που θέλει να χρησιμοποιήσει, πρέπει να ανατρέξει στη βιβλιογραφία και να συμβουλευτεί μελέτες πάνω σε παρόμοια περιοχή μελέτης. Είναι αποδεκτό ότι ο αναλυτής δε γνωρίζει εκ των προτέρων την πολυπλοκότητα των υποκείμενων σχέσεων και πως κάθε προσομοίωση της πραγματικότητας είναι ως κάποιο βαθμό λανθασμένη. Για αυτόν ακριβώς το λόγο πρέπει ο αναλυτής να εντοπίσει «δοκιμασμένες συνταγές» που θα τον οδηγήσουν σε μια γενική κατεύθυνση. Για παράδειγμα, σε μια διπλωματική εργασία όπως η εν προκειμένω ο αναλυτής καλείται να ανατρέξει σε παλαιότερες αλλά και σύγχρονες μελέτες που έχουν γίνει στο θέμα των διακριτών προτύπων επιλογής μέσου μετακίνησης μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας σε πανεπιστημιακά campus. Άλλωστε όπως έχει ειπωθεί και στην εισαγωγή υπάρχουν ειδικά χαρακτηριστικά που αφορούν τη περιοχή μελέτη- περιοχή άφιξης μετακινούμενων από τα οποία μπορεί να εμπνευστεί ο ερευνητής.

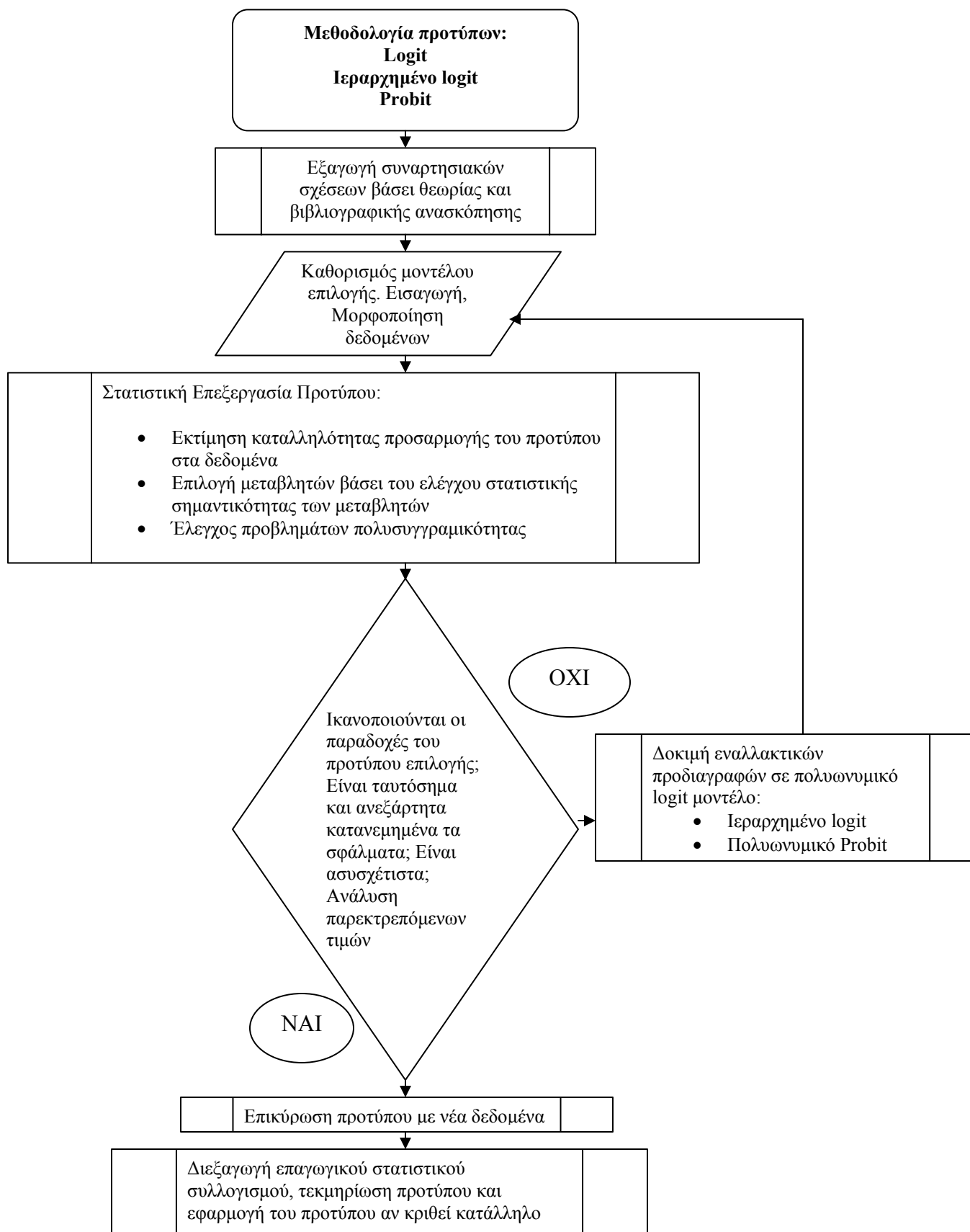
Συνεπώς εκτός από την επιτόπια έρευνα καλείται να εντοπίσει στοιχεία της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που μπορεί να τον βοηθήσουν στη συλλογή εκείνων των δεδομένων σχετικά με τη διαδικασία λήψης απόφασης με βάσει όμως τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που έχουν οι μετακινούμενοι.

Στη συνέχεια ο αναλυτής υπεισέρχεται στην ουσιαστικότερη διαδικασία επαναληπτικής μορφής όπως αυτή περιγράφεται από το διάγραμμα ροής που ακολουθεί.

Η επαναληπτική διαδικασία ξεκινάει εισάγοντας στο υπολογιστικό πρόγραμμα τις γενικές ερμηνευτικές μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσει ο αναλυτής καθώς και το choice set που θα περιλαμβάνει τις διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές ως διακριτή εξαρτημένη μεταβλητή. Μετά την απαραίτητη μορφοποίηση των μεταβλητών ή ακόμη και την κατασκευή ορισμένων ακολουθεί η διάκριση των μεταβλητών σε κατηγορικές ή ποιοτικές (factor) (όπως π.χ. το φύλο, η κατοχή διπλώματος ΙΧ), διάταξης (level) (όπως π.χ. οι ηλικιακές ομάδες, ομάδες δεικτών ιδιοκτησίας), και συνεχείς (covariates) μεταβλητές όταν οι παρατηρήσεις μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή σε κάποιο διάστημα (όπως π.χ. χρόνος, κόστος).

Για τον καθορισμό του προτύπου πρέπει να γίνει πρώτα έλεγχος προβλήματος πολλυσυγγραμικότητας, έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας των επιλεγμένων μεταβλητών και τέλος έλεγχοι που αφορούν την προσαρμογή και τη συνολική στατιστική σημαντικότητα του προτύπου.

Σχήμα 9: Μεθοδολογία προτύπων Logit, Nested logit και Probit



3.3.11. Στατιστικοί έλεγχοι – Βασικές στατιστικές έννοιες

Παρακάτω παρουσιάζονται οι στατιστικοί έλεγχοι που είναι απαραίτητοι τόσο κατά την πορεία εκτίμησης του προτύπου, όσο και για την πιστοποίηση της στατιστικής σημαντικότητας αυτού και των παραμέτρων του.

Έλεγχος Συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών

Μια από τις αρχικές υποθέσεις στην κατασκευή ενός μοντέλου απαιτεί οι ερμηνευτικές μεταβλητές να μην σχετίζονται μεταξύ τους. Με άλλα λόγια οι ερμηνευτικές μεταβλητές δεν πρέπει να επιδεικνύουν πολύ-συγγραμμικότητα (multicollinearity). Όταν δε γίνεται αυτό, έχουμε ένα μοντέλο στο οποίο παρουσιάζεται υψηλοτάτη προβλεπτικότητα αλλά οι ερμηνευτικές μεταβλητές είναι στατιστικά ασήμαντες. Αυτό οφείλεται στο ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές συσχετίζονται γραμμικά μεταξύ τους και δε μπορεί να εξατομικευτεί η επίδραση κάθε μεταβλητής πάνω στην εξαρτημένη. Τα κύρια συμπτώματα πολυσυγγραμμικότητας που εμφανίζονται σε πολυμεταβλητά μοντέλα είναι τα εξής:

- Τιμές του συντελεστή προσδιορισμού κοντά στην μονάδα με μεγάλα τυπικά σφάλματα για τους εκτιμητές και χαμηλές τιμές για τους λόγους t . Δηλαδή έχουμε ένα μοντέλο στο οποίο παρουσιάζεται υψηλότατη προβλεπτικότητα αλλά οι ερμηνευτικές μεταβλητές είναι στατιστικά ασήμαντες. Αυτό οφείλεται στο ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές συσχετίζονται γραμμικά μεταξύ τους και δε μπορεί να εξατομικευτεί η επίδραση κάθε μεταβλητής πάνω στην εξαρτημένη.
- Τα πρόσημα ενός ή περισσοτέρων συντελεστών να μην συμφωνούν με τα αναμενόμενα.
- Η προσθαφαίρεση μιας ανεξάρτητης μεταβλητής να προκαλεί δραστικές αλλαγές στις εκτιμήσεις των τιμών των παραμέτρων του εκτιμηθέντος μοντέλου.
- Η προσθαφαίρεση μικρού αριθμού παρατηρήσεων από το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε να προκαλεί μεταβολές στις τιμές των εκτιμηθέντων συντελεστών και στα τυπικά τους σφάλματα

Για την επιλογή των ανεξάρτητων μεταβλητών οι οποίες θα συμπεριληφθούν στο μοντέλο θα πρέπει να ελεγχθεί ο συντελεστής συσχέτισής τους. Η ποσοτική μέτρηση της έντασης της σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών ονομάζεται **συντελεστής συσχέτισης** (The Pearson Product Moment Coefficient of Correlation).

$$\rho = \frac{\text{cov}(X_1, X_2)}{\sigma_{x_1} \sigma_{x_2}} = \frac{E[(X_1 - \mu_{x_1})(X_2 - \mu_{x_2})]}{\sigma_{x_1} \sigma_{x_2}}, \quad -1 \leq \rho \leq 1$$

Όπου: $E[\]$ η αναμενόμενη τιμή

μ_{x_1}, μ_{x_2} οι μέσες τιμές δύο τυχαίων μεταβλητών X_1 και X_2 αντίστοιχα

$\sigma_{x_1}, \sigma_{x_2}$ οι τυπικές αποκλίσεις των τυχαίων μεταβλητών X_1 και X_2 αντίστοιχα

Ο συντελεστής αυτός παίρνει πάντα τιμές από -1 έως 1. Όσο πιο κοντά στο μηδέν είναι ο συντελεστής, τόσο πιο μικρή είναι η σχέση μεταξύ των δύο τυχαίων μεταβλητών. Δηλαδή αν πάρει την τιμή 0, σημαίνει πως δεν υφίσταται καμία συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών (στατιστική ανεξαρτησία), ενώ αν πάρει μια εκ των τιμών 1 ή -1 τότε ουσιαστικά θεωρείται πως υπάρχει μια τέλεια θετική ή αρνητική συσχέτιση αντίστοιχα. Στην περίπτωση που εντοπίζεται το πρόβλημα της πολυσυγγραμικότητας προτείνονται τα ακόλουθα διορθωτικά μέτρα:

- Παράλειψη μεταβλητών (προτείνεται κυρίως στην απλή μορφή πολυσυγγραμικότητας).
- Χρήση a priori πληροφοριών.
- Αύξηση μεγέθους δείγματος (ένα εκτεταμένο δείγμα μπορεί να μειώσει τη σοβαρότητα του προβλήματος πολυσυγγραμικότητας).
- Μετασχηματισμός μεταβλητών και συναρτησιακής σχέσης.
- Ραχοειδής παλλινδρόμηση και μέθοδος κύριων συνιστωσών.

Οι μεταβλητές μιας συνάρτησης χρησιμότητας πρέπει να έχουν χαμηλή ή και μηδενική συσχέτιση μεταξύ τους, ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο της συμμεταβλητότητας (covariance). Ένας εμπειρικός κανόνας για πιθανά προβλήματα πολυσυγγραμικότητας

είναι η απαίτηση ο συντελεστής συσχέτισης να είναι μεγαλύτερος από 0,75 ή μικρότερος από -0,75 για δυο ανεξάρτητες μεταβλητές.

Εκτίμηση Μέγιστης Πιθανοφάνειας (Maximum Likelihood Estimation)

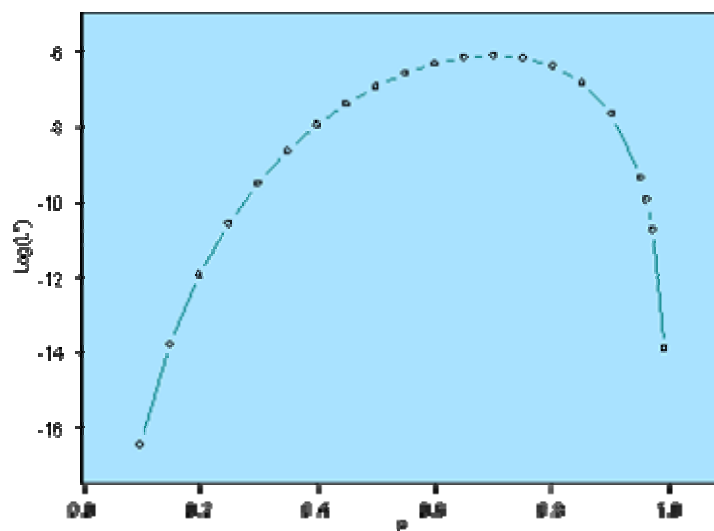
Ο προσδιορισμός του προτύπου γίνεται με την εκτίμηση της μέγιστης πιθανοφάνειας. Η βασική της αρχή είναι ότι υπολογίζει παραμέτρους για τις οποίες οι παρατηρήσεις του δείγματος είναι πιο πιθανό να αντικατοπτρίζουν την πραγματική συμπεριφορά του πληθυσμού. Αποτελεί δημοφιλή μέθοδο εκτίμησης προτύπων-μοντέλων κυρίως λόγω της ικανότητάς της να παρέχει ικανοποιητικές εκτιμήσεις για πολύπλοκα δεδομένα. Για το Πολυωνυμικό Πρότυπο η συνάρτηση μέγιστης πιθανοφάνειας έχει την παρακάτω μορφή:

$$L(\beta_i / s_1, s_2, \dots, s_T) = \prod_{t=1}^T P_s(s_t / \beta_i)$$

Όπου: β_i είναι η προς εκτίμηση παράμετρος

s_t είναι ένα από τα δείγματα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον συνολικό πληθυσμό

Με μαθηματικούς όρους η αναζήτηση της μέγιστης τιμής μιας συνάρτησης πιθανοφάνειας ισοδυναμεί με την αναζήτηση του μέγιστου ακρότατου της λογαριθμικής συνάρτησης της πιθανοφάνειας.



Σχήμα 10: Παράδειγμα μέγιστης πιθανοφάνειας

Έλεγχος Στατιστικής Σημαντικότητας των Μεταβλητών

Κατά τη διαδικασία προσαρμογής του μοντέλου στα δεδομένα, ο κάθε αναλυτής οφείλει να εξηγήσει τις επιλογές των ατόμων του δείγματος προσθέτοντας μεταβλητές στις συναρτήσεις χρησιμότητας. Εάν μια επεξηγηματική μεταβλητή δε συνεισφέρει στην κατανόηση των επιλογών, τότε η παράμετρος που αναφέρεται στην μεταβλητή θα είναι στατιστικά ίση με το μηδέν. Ο έλεγχος της στατιστικής σημαντικότητας μιας μεταβλητής στη γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης συνήθως πραγματοποιείται μέσω ενός t-Test ή F-Test. Όμως οι έλεγχοι αυτοί δεν είναι διαθέσιμοι για την ανάλυση της επιλογής μέσω του Πολυωνυμικού μοντέλου Logit. Αντ' αυτών χρησιμοποιείται ο ασυμπτωτικός ισοδύναμος έλεγχος, γνωστός και ως Wald – statistic. Η σχέση του ελέγχου, που υπολογίζεται και ερμηνεύεται ακριβώς όπως το t-Test, είναι η παρακάτω:

$$Wald = \frac{\beta}{Std.Err.(\beta_i)}$$

Όπου *Std.Err.* είναι το τυπικό σφάλμα της παραμέτρου β_i .

Για να διευκρινιστεί αν η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική γίνεται σύγκριση της τιμής Wald με μια κρίσιμη Wald-τιμή. Θεωρείται δε ότι η τιμή αυτή είναι ισοδύναμη οριακά με αυτή του t-Test για τα διάφορα επίπεδα σημαντικότητας. Στην διεθνή βιβλιογραφία πολλές φορές ο δείκτης Wald συμβολίζεται και ως t^* .

Έλεγχος της Συνολικής Στατιστικής Σημαντικότητας του Προτύπου

Ένας πιο γενικός και ικανοποιητικός έλεγχος είναι κι αυτός του λόγου πιθανοφάνειας. Ο έλεγχος αυτός χρησιμοποιείται για διάφορους σκοπούς όπως την εκτίμηση της σημαντικότητας των παραμέτρων, την αξιολόγηση της συνολικής σημαντικότητας του μοντέλου κλπ. Ο έλεγχος της συνολικής στατιστικής σημαντικότητας του μοντέλου πραγματοποιείται με τον παρακάτω τύπο:

$$-2(LL_{BaseModel} - LL_{EstimatedModel}) \geq \chi^2_{(Newparameters)}$$

Όπου: $LL_{BaseModel}$ είναι η λογαριθμική πιθανοφάνεια του μοντέλου όταν τίθενται ως συναρτήσεις χρησιμότητας μόνο οι σταθερές παράμετροι της κάθε εναλλακτικής.

$LL_{EstimatedModel}$ είναι η λογαριθμική πιθανοφάνεια του εκτιμώμενου μοντέλου.

$\chi^2_{(Newparameters)}$ είναι η τιμή χ^2 για βαθμούς ελευθερίας ίσους με την διαφορά του αριθμού των εκτιμηθέντων παραμέτρων μεταξύ του βασικού μοντέλου και του εκτιμώμενου μοντέλου.

Σημειώνεται επίσης πως αν το εκτιμώμενο μοντέλο της συνάρτησης χρησιμότητας είναι το:

$$V_i = \beta_{0i} + \beta_{1i}X_1 + \dots + \beta_{ni}X_n$$

Τότε το βασικό μοντέλο είναι το : $U_i = \beta_{0i}$

Εάν η τιμή του αριστερού σκέλους της παραπάνω ανισότητας είναι μεγαλύτερη, τότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση ότι το εκτιμώμενο μοντέλο δεν είναι καλύτερο από το μοντέλο που περιέχει μόνο τις σταθερές για κάθε εναλλακτικό μέσο (βασικό μοντέλο). Αντίθετα αν είναι μικρότερη, τότε δεν είναι δυνατόν να προκύψει ασφαλές συμπέρασμα για το αν το εκτιμώμενο μοντέλο είναι καλύτερο από το μοντέλο βάσης και έτσι ως βέλτιστη εκτίμηση της χρησιμότητας λαμβάνεται η μέση χρησιμότητα που εκτιμάται από το βασικό μοντέλο.

Έλεγχος Συνολικής Προσαρμογής του μοντέλου στα δεδομένα

Ο δείκτης που χρησιμοποιείται συχνότερα για την προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα είναι ο ρ^2 ή αλλιώς *ψευδο- R^2* (Washington et al 2003). Ο τύπος του δείκτη είναι:

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL_{EstimatedModel}}{LL_{BaseModel}}, \quad 0 \leq \rho^2 \leq 1$$

Όπου: $LL_{BaseModel}$ είναι η αρχική λογαριθμική πιθανοφάνεια του μοντέλου με όλες τις παραμέτρους των χρησιμοτήτων ίσες με μηδέν, εκτός των σταθερών όρων (constant terms).

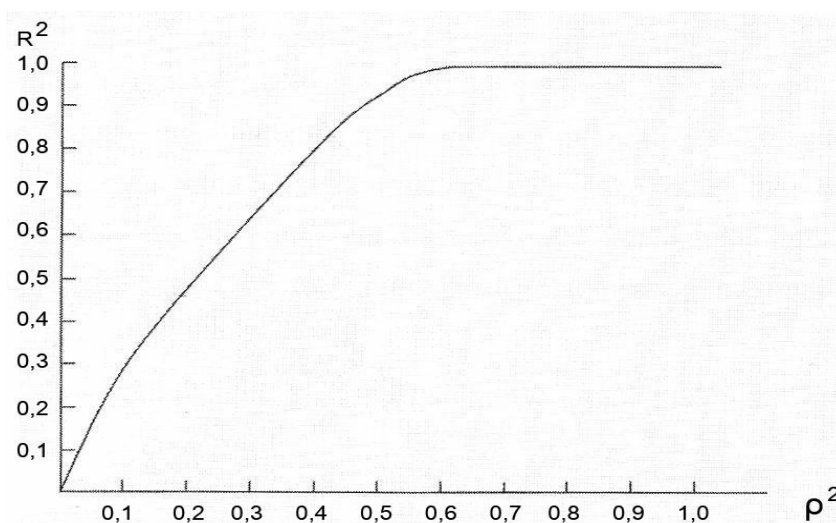
$LL_{EstimatedModel}$ είναι η λογαριθμική πιθανοφάνεια του εκτιμώμενου μοντέλου.

Ακολουθεί ο διορθωμένος συντελεστής:

$$\overline{\rho^2} = 1 - \frac{LL_{EstimatedModel} - K}{LL_{ZeroModel}}$$

Όπου: K είναι η διαφορά του αριθμού των εκτιμώμενων παραμέτρων ανάμεσα στα δύο πρότυπα.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως ενώ ο δείκτης έχει κάποια ομοιότητα με τον δείκτη πολλαπλού προσδιορισμού των προτύπων παλινδρόμησης, η τιμή του δεν μπορεί να αξιολογηθεί με την ίδια μέθοδο που εφαρμόζεται σε αυτόν. Ο McFadden το 1975 απέδειξε ότι υπάρχει μια εμπειρική σχέση μεταξύ των δύο δεικτών που περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα. Τέλος για τα εξατομικευμένα πρότυπα επιλογής δείκτες ρ^2 με τιμές μεγαλύτερες του 0,3 θεωρούνται καλές προσαρμογές προτύπων. Τονίζεται πως με βάση το διάγραμμα αποδεικνύεται ότι δείκτες ρ^2 με τιμές από 0,3 έως 0,4 μπορούν να συσχετιστούν με τους αντίστοιχους R^2 των μοντέλων παλινδρόμησης με τιμές από 0,62 έως 0,8.



Σχήμα 11: Σχέση $R^2 - \rho^2$

Για να διαπιστωθεί αν έχουν ικανοποιηθεί οι παραδοχές του μοντέλου επιλογής γίνονται οι ε έλεγχοι όπως περιγράφονται παρακάτω:

Έλεγχος Ανεξαρτησίας των μη σχετικών επιλογών

Ο έλεγχος αυτός οδηγεί στο συμπέρασμα εάν εκτός των άλλων τα σφάλματα κατανέμονται ανεξάρτητα και ταυτόσημα που είναι βασική ιδιότητα των πολυωνυμικών λογαριθμικών προτύπων.

Έλεγχος ΙΙΑ**1. Hausman – McFadden (1984) έλεγχος σε υποσύνολο εναλλακτικών επιλογών**

Εκτίμηση των logit μοντέλων δυο φορές.

- a) για ένα ολοκληρωμένο σύνολο εναλλακτικών επιλογών
- b) για ένα ιδιαίτερο υποσύνολο των εναλλακτικών επιλογών (και ένα υποσύνολο του δείγματος που επιλέγει από αυτό το υποσύνολο)

Εάν ισχύει η ιδιότητα ΙΙΑ τότε τα δύο σύνολα των εναλλακτικών επιλογών θα πρέπει να είναι στατιστικώς διαφορετικά. Αν τεθεί όπου β_b τις εκτιμήτριες δεχόμενοι το b σενάριο και Ω_b τον αντίστοιχο πίνακα συνδιακύμανσης. Επίσης αν τεθεί όπου β_a τις εκτιμήτριες για τις ίδιες παραμέτρους προερχόμενες από το σενάριο a και Ω_a αντίστοιχο πίνακα συνδιακύμανσης. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι κοινοί παράμετροι που μπορούν να εκτιμηθούν στο σενάριο a μπορεί να μην είναι ταυτόσημοι στο σενάριο b . Στη περίπτωση αυτή γίνεται η υπόθεση ότι οι εκτιμήτριες β_a αναφέρονται στο υποδιάνυσμα των παραμέτρων που είναι ταυτόσημες και στα δυο σενάρια. Τότε εάν ο τετραγωνικός μέσος:

$$q = (\beta_a - \beta_b)'(\Omega_b - \Omega_a)^{-1}(\beta_a - \beta_b)$$

ακολουθεί ασυμπτωτική χ^2 κατανομή τότε το τεστ ΙΙΑ επαληθεύεται. Στον υπολογισμό του τεστ, πρέπει κάποιος να περιορίσει τη σύγκριση μεταξύ των παραμέτρων συλλέγοντας το απαραίτητο πλήθος στοιχείων, προκειμένου η διαφορά των πινάκων συνδιακύμανσης να μην είναι ιδιάζουσα. Όταν γίνει αυτό, τότε οι βαθμοί ελευθερίας του στατιστικού ελέγχου χ^2 ισούνται με το βαθμό της διαφορά $\Omega_b - \Omega_a$.

2. Mc Fadden έλεγχος παραλειπόμενων μεταβλητών

Η διαδικασία του ελέγχου περιγράφεται από τα παρακάτω βήματα:

- Εκτίμηση του βασικού μοντέλου logit, χρησιμοποιώντας όλες τις παρατηρήσεις.
 - Υπόθεση ότι είναι C ένα ιδιαίτερο υποσύνολο των εναλλακτικών επιλογών.
 - Δημιουργία νέων μεταβλητών με μια από τις ακόλουθες τρεις μορφές α), β), γ).
- α) Εάν x_{in} είναι οι μεταβλητές του βασικού λογιστικού μοντέλου, ορίζουμε νέες μεταβλητές z_{in}

$$z_{in} = \begin{cases} x_{in} - \left(\sum_{j \in C_n} P_{jn} x_{jn} \right) / \left(\sum_{j \in C_n} P_{jn} \right) & \text{εάν } i \in C_n \\ 0 & \text{εάν } i \notin C_n \end{cases}$$

Όπου P_{jn} είναι υπολογισμένο από το βασικό εκτιμώμενο μοντέλο. Οι μεταβλητές z_{in} μπορούν να γραφτούν και σε συντετμημένη μορφή ως $z_{in} = \delta_{iC}(x_{in} - x_{Cn})$, όπου $\delta_{iC} = 1$ αν $i \in C$ και $x_{Cn} = \sum_{j \in C} P_{jn} x_j$ όπου P_{jn} η υπό συνθήκη πιθανότητα της επιλογής j από το σύνολο C υπολογισμένη από το βασικό μοντέλο.

- β) Εάν $V_{in} = x_{in} \beta$ η αντιπροσωπευτική χρησιμότητα από το βασικό μοντέλο υπολογιζόμενη από τους παραμέτρους που εκτιμήθηκαν στο βασικό μοντέλο τότε θα τεθεί μια νέα μεταβλητή με την παρακάτω μορφή:

$$z_{in} = \begin{cases} V_{in} - \left(\sum_{j \in C_n} P_{jn} V_{jn} \right) / \left(\sum_{j \in C_n} P_{jn} \right) & \text{εάν } i \in C_n \\ 0 & \text{εάν } i \notin C_n \end{cases}$$

ή αλλιώς σε συμφωνία με τα παραπάνω $z_{in} = \delta_{iC}(V_{in} - V_{Cn})$.

- γ) Ορίζεται νέα μεταβλητή με την παρακάτω μορφή:

$$z_{in} = \begin{cases} -\log \left(P_{in} / \sum_{j \in C_n} P_{jn} \right) & \text{εάν } i \in C_n \\ 0 & \text{εάν } i \notin C_n \end{cases}$$

όπου P_{in} υπολογισμένη με βάση τις εκτιμήτριες του βασικού μοντέλου.

- Εκτίμηση ενός «διογκωμένου» μοντέλου που περιέχει τις μεταβλητές του βασικού μοντέλου και τις νέες μεταβλητές z_{in} και διεξαγωγή τεστ LR όπου οι συντελεστές των μεταβλητών z_{in} είναι μηδέν:

$$LR = 2 [LL \text{ με παραμέτρους των } z - LL \text{ χωρίς τις παραμέτρους των } z]$$

Εάν η ιδιότητα ΠΑ ισχύει τότε θα πρέπει το στατιστικό LR να περιγράφεται με χ^2 κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας.

Ορισμένες επισημάνσεις των τεστ ΠΑ:

- Το τεστ που χρησιμοποιεί μεταβλητές τύπου α) είναι ισοδύναμο με τον έλεγχο Hausman – McFadden για το υποσύνολο των εναλλακτικών επιλογών C_n .
- Το τεστ που χρησιμοποιεί μεταβλητές τύπου β) είναι ισοδύναμο με τον έλεγχο ενός βαθμού ελευθερίας Hausman – McFadden επικεντρωμένο στην κατεύθυνση καθορισμού του προτύπου από τις παραμέτρους β . Με τον έλεγχο αυτό είναι δυνατόν να έχει μεγαλύτερη ισχύ η ιδιότητα αυτή από ότι με τον προηγούμενο έλεγχο, αν υπάρχει ουσιαστική διακύμανση μεταξύ των συστημικών χρησιμοτήτων μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών του συνόλου C_n .
- Το τεστ που χρησιμοποιεί μεταβλητές τύπου γ) είναι ισοδύναμο με τον έλεγχο του βασικού πολυωνυμικού λογιστικού μοντέλου έναντι του εμφωλευμένου. Με τον έλεγχο γίνεται σε βάθος διάκριση των προτιμήσεων μεταξύ εναλλακτικών που ανήκουν στο σύνολο C_n από ότι αν οι εναλλακτικές δεν ανήκουν στο ίδιο σύνολο εναλλακτικών επιλογών. Μια επιπρόσθετη μεταβλητή μπορεί να ερμηνευτεί ως μια προκαταρκτική εκτίμηση της συμπεριληφθείσας αξίας του συντελεστή για το ιεραρχημένο σύνολο επιλογών.
- Τα τεστ τύπου β) και γ) είναι στενά συσχετιζόμενα. Η λογαριθμική έκφραση που εμφανίζεται στου τύπου γ) μεταβλητές z_{in} μπορεί να αναγραφεί ως εξής:

$$-\log\left(P_{in}/\sum_{j \in C_n} P_{jn}\right) = -V_{in} + \log\left(\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn}}\right) = -(V_{in} - V_{Cn}) + \log\left(\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn} - V_{Cn}}\right)$$

Το πρώτο τμήμα του δεξιού τμήματος της παραπάνω σχέσης ομοιάζει με τις μεταβλητές τύπου β) εκτός από το πρόσημο. Ενώ το τελευταίο τμήμα είναι σταθερό αν οι χρησιμότητες κατανέμονται ομοιόμορφα στο σύνολο των επιλογών. Διαμορφώνοντας το ανάπτυγμα Taylor της συνάρτησης $V_{jn} - V_{Cn}$ διαπιστώνεται ότι το τμήμα της πρώτης σειράς εξαφανίζεται και ότι η διακύμανση εμφανίζεται μόνο στη δεύτερη σειρά. Κατά αυτό τον τρόπο με χρήση μεταβλητών τύπου β ή γ τα αποτελέσματα τείνουν να είναι ίδια, εκτός της περίπτωσης που υπάρχει μεγάλη διακύμανση μεταξύ των συστημικών χρησιμοτήτων εντός του συνόλου των εναλλακτικών επιλογών C_n .

- Οι έλεγχοι που περιγράφησαν παραπάνω αναφέρονται για ένα απλό συγκεκριμένο υποσύνολο εναλλακτικών επιλογών C_n . Δεν είναι αποτελεσματικό αλλά επουσιώδες το να ελέγχεις το MNL μοντέλο έναντι των «φωλιών» που μπορεί να διαθέτει ταυτόχρονα, απλά εισάγοντας μια παραλειπόμενη για κάθε πιθανή «φωλιά» και ελέγχοντας από κοινού εάν οι συντελεστές των παραλειπόμενων μεταβλητών είναι μηδέν ή όχι. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι εναλλακτικές φωλιές μπορεί να επικαλύπτονται. Οι συντελεστές των παραλειπόμενων μεταβλητών παράγουν κάποιο συμπέρασμα-οδηγό για την επιλογή της ιεραρχικής δομής του δένδρου αποφάσεων-επιλογών στην περίπτωση που αποτύχει ο έλεγχος ΠΑ.
- Εάν υπάρχουν υποσύνολα C_n ειδικών ψευδομεταβλητών στο βασικό μοντέλο, τότε κάποιες από τις παραλειπόμενες τύπου α μεταβλητές ομοιάζουν με αυτές και κατά συνέπεια δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία του ελέγχου.
- Ο αναλυτής μπορεί να απορρίψει την μηδενική υπόθεση είτε εάν προκύψει ότι η ΠΑ ιδιότητα δεν ισχύει, είτε υπάρχουν κάποια προβλήματα στην ειδίκευση του μοντέλου όπως οι παραλειπόμενες μεταβλητές ή αποτυχία της λογιστικής μορφής εξαιτίας της ασυμμετρίας των κατανομών.

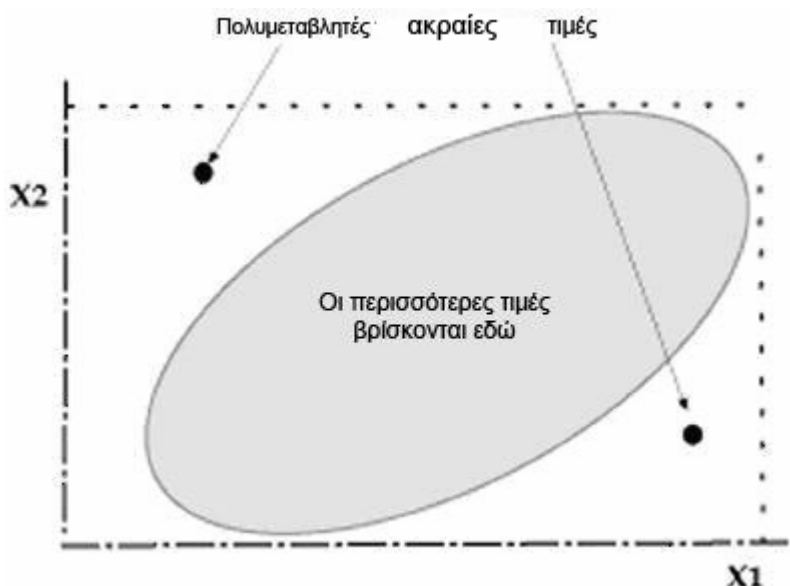
- Τέλος απόρριψη του ΠΑ τεστ όταν το σύνολο C_n δεν αναπαριστά επακριβώς το μοντέλο του δέντρου αποφάσεων-επιλογών. Ως εκ τούτου ο έλεγχος ΠΑ θα έχει και τυπικά τη μεγαλύτερη ισχύ όταν το σύνολο C_n είναι εκείνη η «φωλιά» για την οποία λαμβάνει χώρα η αποτυχία της ΠΑ, δεν είναι ανεξάρτητες οι μη σχετικές επιλογές.

Έλεγχος μη συσχέτισης των σφαλμάτων

Συσχετιζόμενα σφάλματα παρουσιάζονται είτε όταν μη παρατηρήσιμα χαρακτηριστικά διακρίνονται μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών, είτε όταν στοιχεία πάνελ χρησιμοποιούνται και οι επιλογές είναι συσχετιζόμενες με το χρόνο. Για την πρώτη περίπτωση χρειάζεται να ελεγχθεί η παραδοχή ΠΑ. Στην περίπτωση των στοιχείων πάνελ πρέπει να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα με τη χρήση σοφιστικών μεθόδων διατάσσοντας μαζί τόσο συγχρονικά δεδομένα όσο και στοιχεία πάνελ.

Ανάλυση παρεκτρεπόμενων τιμών

Προτού ο αναλυτής προχωρήσει στην επικύρωση του προτύπου με νέα δεδομένα θα πρέπει να παρουσιάσει ανάλυση ακραίων τιμών (outlier analysis). Για να κάνει αυτή την ανάλυση πρέπει να ελέγξει τις πιθανότητες των προβλεπόμενων επιλογών με αυτές των εναλλακτικών επιλεγθέντων. Παρεκτρεπόμενη τιμή μπορεί να θεωρηθεί η περίπτωση η απόφαση να επιλεγθεί τελικώς παρόλο που είχε μόλις 1% εν δυνάμει πιθανότητα να επιλεγεί. Όταν βρεθούν τέτοιες περιπτώσεις ο αναλυτής οφείλει να ελέγξει για σφάλματα που οφείλονται σε λάθη κωδικοποίησης, συλλογής ή μέτρησης που γίνονται στις μεταβλητές. Εάν μια παρατήρηση βρεθεί ότι έχει σχέση επιρροής αλλά δεν είναι λανθασμένη τότε ο αναλυτής οφείλει να βρεί τρόπους ώστε να εξετάσει από που πηγάζει το φαινόμενο αυτό. Ένας τρόπος είναι ο αναλυτής να εκτιμήσει το μοντέλο καταρχάς χωρίς να συμπεριλάβει την παρατήρηση αυτή και εκ των υστέρων συμπεριλαμβάνοντας την.



Σχήμα 12: Παράδειγμα ακραίων τιμών

3.3.12. Σημασία της διαδικασίας επικύρωσης του μοντέλου και επαγωγική στατιστική

Μετά τους ελέγχους ακολουθεί η επικύρωση του μοντέλου με νέα δεδομένα. Είναι σημαντικό να κατανοήσει κανείς ότι είναι δύσκολο να ερμηνεύσει αποτελέσματα και προβλέψεις ατομικών αποφάσεων ή επιλογών με τη χρήση μοντέλων MNL. Η επικύρωση θα πρέπει να είναι συνεπής με την πραγματική ερμηνεία του μοντέλου. Αυτό σημαίνει ότι η πιθανότητα $Pr_n(i)$ είναι μακροπρόθεσμη πρόβλεψη της πιθανότητας και επιπλέον θα μπορούσε να επικυρωθεί κατάλληλα από πάνελ δεδομένα (panel data) των παρατηρήσεων σε άτομα ή μέσω των παρατηρήσεων σε φαινομενικά ομογενείς ομάδες του δείγματος.

Μετά από όλα τα παραπάνω ο αναλυτής διεξάγει επαγωγικό στατιστικό συλλογισμό, να τεκμηριώσει το πρότυπο και να το εφαρμόσει.

Επαγωγική στατιστική είναι ένα σύνολο από διαδικασίες με τις οποίες εξάγονται συμπεράσματα και θεμελιώνονται ισχυρισμοί για το στοχαστικό φαινόμενο που παρήγαγε τα στοιχεία χρησιμοποιώντας (α) το αξιωματικό στατιστικό μοντέλο (postulated statistical model) και (β) την πραγματοποίηση του δείγματος (the sample

realization – the observed data). Η επαγωγική στατιστική είναι θεμελιώδης για τη στατιστική θεωρία και επιτρέπει στον αναλυτή να κάνει έρευνα για τον πληθυσμό.

Υπάρχουν σημαντικοί εκτιμώμενοι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Μερικοί από αυτούς είναι οι εξής:

- Οι εκτιμητές βήτα οι οποίες αναπαριστούν την μέση μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής (πιθανότητα επιλογής) που προκαλεί η μεταβολή κατά μια μονάδα των ανεξάρτητων X .
- Y_{hat} : που αντανakλά τη μέση ανταπόκριση δεδομένου ενός συνδυασμού των τιμών X .

Η ερμηνεία των διαστημάτων εμπιστοσύνης είναι πολύ σημαντική. Το διάστημα εμπιστοσύνης 1- α για μια παράμετρο β δείχνει ότι η εμφάνιση αληθινής τιμής του β θα αποτύχει εντός ορίων εμπιστοσύνης μετά από επαναλήψεις δείγματος με ίδια επίπεδα τιμών X α φορές στις εκατό.

3.3.13 Τεκμηρίωση και Εφαρμογή Προτύπου

Αφού το μοντέλο εκτιμηθεί και θεωρηθεί ότι προσαρμόζεται καλύτερα στο πραγματικό σύστημα μεταξύ άλλων ανταγωνιστικών μοντέλων, χρειάζεται ο αναλυτής να τεκμηριώσει θεωρητικά το μοντέλο έτσι ώστε αν κάποιος θελήσει να μελετήσει την όλη προσπάθεια του αναλυτή, να μπορεί να το κάνει. Είναι σημαντική η αναγνώριση ότι ένα μοντέλο που πετυχαίνει τα αναμενόμενα αποτελέσματα είναι μόνο ένα μοντέλο άξιο αναφοράς. Και τούτο διότι η συγκέντρωση της γνώσης βασίζεται στην αντικειμενική αναφορά των αποτελεσμάτων και όχι μόνο στην απόδοση της επιτυχίας του μοντέλου. Είναι σημαντικότερο να αναφέρει ο αναλυτής ποιες είναι οι μεταβλητές που δεν εμφανίζουν σημαντική σχέση επιρροής με την εξαρτημένη μεταβλητή (κριτήριο στατιστικής σημαντικότητας) από ότι το αντίθετο.

Μετά την αναφορά των αποτελεσμάτων του μοντέλου, θα έχουν παραχθεί επαρκείς πληροφορίες τέτοιες ώστε ο επόμενος αναλυτής να μπορέσει να επαληθεύσει τα αποτελέσματα. Τονίζεται πως η μη αναφορά στοιχείων όπως το μέγεθος του δείγματος

που χρησιμοποιήθηκε, ο χειρισμός δεδομένων, η διασπορά κ.ά. είναι προφανές πως θα επιφέρει προβλήματα σε επόμενες μελέτες του ίδιας περιοχής μελέτης.

Πιθανόν, η πιο σημαντική εκδοχή της τεκμηρίωσης του μοντέλου είναι το θεωρητικό υπόβαθρο πίσω από αυτό. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν θα πρέπει να ακολουθούνται από μια θεωρητική τεκμηρίωση. Επιπρόσθετα, οι εξισώσεις του τελικού προτύπου, ο έλεγχος *Wald – statistic*, το *ψευδο- R^2* , *MLE*, *F-test*, κ.α. θα πρέπει να αναφερθούν κατά την τεκμηρίωση του προτύπου. Η πλήρης τεκμηρίωση του μοντέλου θα επιτρέψει την μελλοντική ενίσχυση του ήδη εκτιμημένου.

Η εφαρμογή του προτύπου είναι μια διαδικασία που πρέπει σταδιακά να απαντάει σε διάφορα ερωτήματα που προφανώς λόγω της κατασκευής του έχει προβλεφθεί να απαντηθούν. Μερικά μόνο από τα ερωτήματα είναι τα εξής:

- Πρόκειται το μοντέλο να φανεί χρήσιμο για τον τομέα που προορίζεται;
- Έχει το μοντέλο επικυρωθεί;
- Το πέρασμα του χρόνου θα ακυρώσει τις προβλέψεις του μοντέλου;
- Η μεταφορά του μοντέλου σε άλλη γεωγραφική περιοχή ενέχει κινδύνους για την ακρίβεια του μοντέλου;

Οι ερωτήσεις αυτές μαζί και με άλλες προσεκτικά στοχευμένες γύρω από το συγκεκριμένο υπό μελέτη φαινόμενο θα βοηθήσουν σε ένα αποτελεσματικό και επιστημονικά άρτιο πλάνο εφαρμογής.

4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

4.1 Υπολογισμός Απαραίτητων Στοιχείων για τη Δομή του Προτύπου

4.1.1 Υπολογισμός κόστους για MMM και IX

Προτού γίνει η ανάπτυξη του Πολυωνυμικού Προτύπου Logit για τους φοιτητές της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου πρέπει να εκτιμηθούν τα απαραίτητα στοιχεία που θα εισαχθούν στο πρότυπο και δεν έχουν υπολογισθεί άμεσα από τη διεξαχθείσα έρευνα Δεδηλωμένης Προτίμησης.

Όπως διαπιστώθηκε από τη θεωρία επιλογών και τη βιβλιογραφία ο χρόνος και το κόστος αποτελούν τις κύριες συνιστώσες ντετερμινιστικού χαρακτήρα επιλογής οι οποίες δύναται σε πρώτη προσέγγιση να προσομοιάζουν σε ικανοποιητικό βαθμό την πραγματικότητα (πραγματικό σύστημα επιλογών). Επομένως τα στοιχεία που απομένει να εκτιμηθούν αφορούν στο κόστος διαδρομής από κατοικία προς τον τελικό προορισμό για τα επιλεγθέντα, από το κάθε άτομο μέσα μετακίνησης εξαιρουμένης της πεζοπορίας η οποία θεωρείται πως δεν έχει κάποιο κόστος. Απομένει συνεπώς ο υπολογισμός του κόστους μετακίνησης με MMM για τον κάθε συνδυασμό μέσων που επελέγησαν και το κόστος μετακίνησης για χρήση IX αυτοκινήτου.

Υπολογισμός κόστους μετακίνησης για χρήση MMM

Ο υπολογισμός του κόστους διαδρομής με MMM έγινε βάσει των απαντήσεων που δόθηκαν στην ερώτηση για τον τρόπο πληρωμής στην περίπτωση που ο μετακινούμενος εξυπηρετούνταν από τα MMM. Από τις δυνατές απαντήσεις λήφθηκαν υπόψιν για την κατασκευή της μεταβλητής του κόστους μόνο οι εξής:

α) εισιτήριο απλό β) εισιτήριο 90' γ) μηνιαία κάρτα και δ) ετήσια κάρτα

Οι τρεις τελευταίες δεν επηρεάζονται από τον συνδυασμό των μέσων, ενώ για το απλό εισιτήριο χρειάστηκαν οι τιμές των εισιτηρίων της ακαδημαϊκής χρονιάς 2005-2006 που διεξήχθη η έρευνα.

Για τους μετακινούμενους με MMM που ακυρώνουν εισιτήριο απλό βρέθηκαν οι εξής συνδυασμοί και με βάση τις τιμές εισιτηρίων κάθε μετακινούμενος είχε το αντίστοιχο κόστος της μετακίνησης του.

Πιν.β. Υπολογισμός κόστους MMM

Συνδυασμοί MMM		Κόστος Διαδρομής
Λεωφορείο	0,25	0,25
Λεωφορείο1+Λεωφορείο2	0,25+0,25	0,50
Τρόλεϊ+Λεωφορείο	0,25+0,25	0,50
Μετρό+Λεωφορείο	0,40+0,25	0,65
Λεωφ1+Μετρό+Λεωφ2	0,25+0,40+0,25	0,90
Τρόλεϊ+Μετρό+Λεωφορείο	0,25+0,40+0,25	0,90
Μετρό+Μετρό+Λεωφορείο	0,40+0,25	0,65
ΗΣΑΠ+Μετρό+Λεωφορείο	0,40+0,25	0,65
ΤΡΑΜ+Μετρό+Λεωφορείο	0,30+0,40+0,25	0,95
Προαστιακός+Μετρό+Λεωφ	0,40+0,25	0,65
Λεωφ1+Λεωφ2+Μετρό+Λεωφ3	0,25+0,25+0,40+0,25	1,15
Λεωφ1+Μετρό+Μετρό+Λεωφ2	0,25+0,40+0,25	0,90
Λεωφ1+ΗΣΑΠ+Μετρό+Λεωφ2	0,25+0,40+0,25	0,90
Λεωφ1+Προαστιακός+Μετρό+Λεωφ2	0,25+0,40+0,25	0,90
ΗΣΑΠ+Προαστιακός+Μετρό+Λεωφορείο	0,40+0,25	0,65
ΤΡΑΜ+Μετρό+Μετρό+Λεωφορείο	0,30+0,40+0,25	0,95
Carpooling+Μετρό+Μετρό+Λεωφορείο	0,40+0,25	0,65
Λεωφ1+ΗΣΑΠ+Προαστιακός+Μετρό+Λεωφ2	0,25+0,40+0,25	0,90

Για τους μετακινούμενους με MMM που ακυρώνουν εισιτήριο διάρκειας 90 λεπτών το κόστος της διαδρομής τους είναι 0,50 δηλαδή όσο ήταν η τιμή του εισιτηρίου το 2005.

Για τους μετακινούμενους με ΜΜΜ που αγοράζουν κάρτα απεριόριστων διαδρομών (μηνιαία ή ετήσια) το κόστος διαδρομής υπολογίστηκε ως εξής:

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΡΤΑ: $\text{Κόστος διαδρομής} = (\text{Κόστος Μηνιαίας κάρτας}) / [(30 \text{ μέρες}) * \lambda]$

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΡΤΑ: $\text{Κόστος διαδρομής} = (\text{Κόστος Ετήσιας κάρτας}) / [(365 \text{ μέρες}) * \lambda]$

Όπου το κόστος της μηνιαίας και της ετήσιας κάρτας ήταν 19€ και 190€ αντίστοιχα και λ είναι το ελάχιστο πλήθος διαδρομών που θα κάνει κάποιος/α καθημερινά για αυτό το σκοπό της μετακίνησης. Με την παραδοχή ότι $\lambda=2$ δεδομένου ότι ο φοιτητής/τρια θα πάει έστω μια φορά στη σχολή και θα επιστρέψει σπίτι του.

Με βάσει τα παραπάνω το κόστος διαδρομής με μηνιαία κάρτα είναι 0,32€ και με ετήσια κάρτα είναι 0,26€.

Υπολογισμός κόστους μετακίνησης για χρήση ΙΧ

Για τον υπολογισμό του κόστους μετακίνησης με τη χρήση ΙΧ οχήματος ο πρώτος παράγοντας που έπρεπε να προσδιορισθεί είναι η χιλιομετρική απόσταση των κεντροειδών της κάθε περιοχής από την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Αυτή υπολογίστηκε με τη χρήση προγράμματος γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών MapInfo με σημεία προέλευσης τα κεντροειδή των περιοχών κατοικίας των φοιτητών/τριών και σημείο προορισμού την περιοχή μελέτης της Πολυτεχνειούπολης. Υπολογίστηκαν οι αποστάσεις για όλους τους μετακινούμενους ανεξαρτήτως μέσου που επιλέγουν για να μετακινηθούν με τη λογική ότι η απόσταση πιθανόν να είναι μια από τις μεταβλητές που θα επηρεάζουν την επιλογή μέσου και ιδιαιτέρως η πεζοπορία.

Το κόστος μετακίνησης με ΙΧ υπολογίστηκε με βάση τη Νέα Ελληνική Μεθοδολογία Υπολογισμού του Λειτουργικού Κόστους των Οχημάτων (1^ο Διεθνές Συνέδριο για την Έρευνα στις Μεταφορές). Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ισχύει πλέον επίσημα στη χώρα μας το λειτουργικό κόστος υπολογίζεται αθροίζοντας τρεις ανεξάρτητες παραμέτρους κόστους:

K_1 : βασικό κόστος κίνησης

K_2 : προσωπικό κόστος

K_3 : κόστος καυσίμου

Το τελικό λειτουργικό κόστος υπολογίζεται ως:

$$K = K_1 + K_2 + K_3$$

Στο βασικό κόστος κίνησης K_1 περιλαμβάνονται η συντήρηση, τα ελαστικά, η απόσβεση, η φορολογία, η ασφάλιση, το κόστος ατυχημάτων και τα λοιπά έξοδα. Για τη παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήσαμε το βασικό κόστος κίνησης χωρίς να συνυπολογίζεται το κόστος της φορολογίας των οχημάτων. Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις υπόλοιπες τιμές των παραμέτρων του βασικού κόστους κίνησης και για τύπο οχήματος «ΙΧ επιβατικό μεσαίο» το συνολικό βασικό κόστος ανά χιλιόμετρο ήταν (σε τιμές έτους 2000) 61,05 δρχ/km. Η συγκεκριμένη τιμή μπορεί να ισχύει για 3-5 χρόνια και απλώς να αναπροσαρμόζεται κάθε χρόνο τιμαριθμικά. Η έρευνα που έγινε για την παρούσα εργασία βρίσκεται οριακά εντός της προθεσμίας. Κατά συνέπεια μετατρέποντας τις δραχμές σε € και προσθέτοντας για 5 χρόνια κάθε χρόνο αύξηση 3% επί της τιμής, το βασικό κόστος κίνησης γίνεται $(61.05/340.75) * (1.03^5) = 0,2077 \text{ €/km}$.

Για τον υπολογισμό του κόστους καυσίμου υπολογίζεται η μέση κατανάλωση καυσίμου (lt/100km) και κατόπιν πολλαπλασιάζοντας την με την τιμή του καυσίμου (€/lt). Η μέση κατανάλωση καυσίμου υπολογίζεται βάσει της μέσης ταχύτητας κίνησης των οχημάτων και τη μέση κλίση των οδών. Η Νέα Ελληνική μεθοδολογία προτείνει τον παρακάτω τύπο για τον υπολογισμό της μέσης κατανάλωσης καυσίμου B_p :

$$B_p = \left(\frac{100}{V^{0,7}} + 0,59 * e^{0,017 * V} - 0,3 \right) * e^{\left(0,7 - \frac{(V-120)^2}{1950} \right) * \left(0,015 + \frac{s}{100} \right)}$$

Όπου V η μέση ταχύτητα κίνησης οχημάτων και s η μέση κλίση των οδών.

Η μέση ταχύτητα κίνησης των οχημάτων εξαρτάται από τον μέσο ωριαίο κυκλοφοριακό φόρτο ελαφρών και βαρέων οχημάτων και από τη μέση καμπυλότητα. Η μέση ταχύτητα

κίνησης των οχημάτων στη λεωφόρο Κηφισίας, από την Κηφισιά ως το κέντρο έχει πέσει σήμερα στα 20-22 km/h, ενώ τις ώρες αιχμής στα 15 km/h. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία του ΕΜΠ, το τμήμα από λεωφόρο Αλεξάνδρας έως Κατεχάκη είναι κορεσμένο καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, με μέση ταχύτητα (στις ώρες αιχμής) τα 10-15 km/h. Το τμήμα από Κατεχάκη έως Υγεία παρουσιάζει έντονο πρόβλημα το διάστημα 7.30-9.30 π.μ. με μέση ταχύτητα τα 20 km/h. Τέλος, το τμήμα από Υγεία έως Κηφισιά είναι κορεσμένο από 8-10.30 το πρωί, με μέση ταχύτητα 25-30 km/h. Με βάση τα παραπάνω και συνυπολογίζοντας ότι η συγκεκριμένη μετακίνηση (φοιτητών προς ΕΜΠ) έχει το χαρακτηριστικό των πολλών αιχμών κατά τη διάρκεια της ημέρας (βλέπε Εισαγωγή) θα θεωρηθεί ως μέση ταχύτητα κίνησης οχημάτων 25 km/h. Θεωρώντας μέση κλίση οδών 0% και κάνοντας χρήση του παραπάνω τύπου προκύπτει μέση κατανάλωση καυσίμου $B_p = 11,98 \text{ lt/100km}$. Αν πάρουμε τιμή λίτρου του έτους 2005 0,90 €/lt τότε το κόστος καυσίμου ανά χιλιόμετρο προκύπτει $(11,98/100) \cdot 0,90 = 0,1078 \text{ €/km}$.

Το προσωπικό κόστος κίνησης K_2 σε αντίθεση με τις άλλες παραμέτρους του λειτουργικού κόστους είναι ανεξάρτητο από την απόσταση και είναι εξαρτώμενο από το χρόνο μετακίνησης. Λόγω του ότι βασικός στόχος της εργασίας δεν είναι να υπολογισθεί το ακριβές κόστος αλλά να φανεί εάν και κατά πόσο επηρεάζει την επιλογή μέσου των φοιτητών/τριών θα αγνοηθεί το προσωπικό κόστος. Κατά αυτό τον τρόπο θα αποφευχθεί και το πρόβλημα της πολυσυγγραμικότητας, αφού η είσοδος στο μοντέλο μιας μεταβλητής που εξαρτάται από το χρόνο μετακίνησης θα είχε αρκετά μεγάλη συσχέτιση με τη μεταβλητή του χρόνου μετακίνησης.

Με βάση την παραπάνω μεθοδολογία, τις απαιτούμενες παραδοχές που έγιναν για τις ανάγκες της εργασίας και με δεδομένες τις χιλιομετρικές αποστάσεις που προέκυψαν με τη χρήση του MapInfo παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του βασικού κόστους κίνησης $K_1 = 0,2077 \text{ €/km}$, του κόστους καυσίμου $K_3 = 0,1078 \text{ €/km}$ και του λειτουργικού κόστους $K = K_1 + K_3 = 0,31 \text{ €/km}$ για κάθε περιοχή-αφετηρία της μετακίνησης των φοιτητών/τριών που χρησιμοποιούν ΙΧ.

Σκοπός του Προσδιορισμού του Προτύπου

Σκοπός του προτύπου είναι η επεξήγηση της διαδικασίας της επιλογής μεταφορικού μέσου μέσω της συσχέτισης κάποιων βασικών χαρακτηριστικών τόσο των εναλλακτικών επιλογών όσο και του ίδιου του ατόμου που καλείται να επιλέξει. Τα χαρακτηριστικά αυτά, τα οποία είναι και οι βασικές μεταβλητές του προτύπου, ουσιαστικά χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία της χρησιμότητας που λαμβάνει ένας μεταφερόμενος επιλέγοντας ένα μεταφορικό μέσο.

4.1.2 Υπολογισμός του κόστους και του χρόνου μετακίνησης για τα μη επιλεχθέντα μεταφορικά μέσα

Ένα βασικό στοιχείο για την ανάλυση της επιλογής μέσου μέσω του προτύπου Logit, είναι ο προσδιορισμός του κόστους και του χρόνου μετακίνησης για κάθε μια από τις μη επιλεχθείσες εναλλακτικές επιλογές από το χρήστη στη φάση του πειράματος Αποκαλυπτόμενης Προτίμησης.

Προσδιορισμός κόστους και χρόνου μετακίνησης για τα MMM

Για την εκτίμηση του κόστους μετακίνησης με MMM, στην περίπτωση που ο μετακινούμενος δεν έχει επιλέξει MMM, γίνεται η παραδοχή ότι ο μετακινούμενος έχει επιλέξει μηνιαία κάρτα ως τρόπο πληρωμής MMM, η οποία ανά ημέρα του κοστίζει 0,32€.

Για την εκτίμηση του χρόνου μετακίνησης με MMM, στην περίπτωση που ο μετακινούμενος δεν έχει επιλέξει MMM, γίνεται η παραδοχή ότι ο χρόνος μετακίνησης ισούται με την απόσταση που διανύει ο μετακινούμενος διαιρούμενη με την μέση ταχύτητα των MMM (=15km/h).

Προσδιορισμός κόστους και χρόνου μετακίνησης για το IX

Για την εκτίμηση του κόστους μετακίνησης με IX στην περίπτωση που ο μετακινούμενος δεν έχει επιλέξει IX, η απόσταση πολλαπλασιάζεται με 0,31€/km, το οποίο υπολογίστηκε προηγουμένως ως λειτουργικό κόστος οχήματος IX.

Για την εκτίμηση του χρόνου μετακίνησης με ΙΧ στην περίπτωση που ο μετακινούμενος δεν έχει επιλέξει ΙΧ γίνεται η παραδοχή ότι ο χρόνος μετακίνησης ισούται με την απόσταση που διανύει ο μετακινούμενος διαιρούμενη με την μέση ταχύτητα των ΙΧ (=25 km/h).

Προσδιορισμός κόστους και χρόνου μετακίνησης για την Πεζή μετακίνηση

Σε κάθε περίπτωση, είτε ο μετακινούμενος έχει επιλέξει την πεζή μετακίνηση, είτε όχι γίνεται η παραδοχή ότι το κόστος βαδίσματος είναι αμελητέο.

Επίσης όμοια για την εκτίμηση του χρόνου μετακίνησης για πεζή μετακίνηση, στην περίπτωση που ο μετακινούμενος δεν έχει τελικώς επιλέξει πεζή μετακίνηση, γίνεται η παραδοχή ότι ο χρόνος μετακίνησης ισούται με την απόσταση που διανύει ο μετακινούμενος διαιρούμενη με την ταχύτητα (=4,8 km/h).

4.1.3 Υπολογισμός του χρόνου πεζής μετακίνησης από χώρο τελευταίας αποβίβασης μέχρι τον τελικό προορισμό για τα μη επιλεγθέντα μεταφορικά μέσα

Για την εκτίμηση του χρόνου πεζής μετακίνησης από το σημείο της τελευταίας αποβίβασης από το τελευταίο ΜΜΜ μέχρι τον τελικό προορισμό, στην περίπτωση που δεν έχει επιλέξει ο μετακινούμενος ΜΜΜ, γίνεται η παραδοχή ότι ο χρόνος πεζής μετακίνησης ισούται με το μέσο χρόνο πεζής διαδρομής από το σημείο αποβίβασης από το ΙΧ μέχρι τον τελικό προορισμό (2,7 λεπτά).

Για την εκτίμηση του χρόνου πεζής μετακίνησης από το σημείο της τελευταίας αποβίβασης από το ΙΧ μέχρι τον τελικό προορισμό, στην περίπτωση που δεν έχει επιλέξει ο μετακινούμενος ΙΧ, γίνεται η παραδοχή ότι ο χρόνος πεζής μετακίνησης ισούται με το μέσο χρόνο πεζής διαδρομής από το σημείο αποβίβασης από το τελευταίο ΜΜΜ μέχρι τον τελικό προορισμό (6,5 λεπτά).

4.2. Δομή του Προτύπου

Το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών βάση του οποίου επιλέξαμε να διαμορφώσουμε το πρότυπο περιλαμβάνει τις εξής επιλογές:

- MMM
- IX
- Πεζή

Από τον Πίνακα M06 διαπιστώνεται ότι αυτές οι επιλογές ανταποκρίνονται στο 95% περίπου του συνόλου των μετακινούμενων. Κατα συνέπεια θεωρείται ότι αυτές οι τρεις επιλογές προσεγγίζουν σε ικανοποιητικό βαθμό το σύνολο του «χάρτη» των μετακινήσεων. Επιπλέον προκειμένου το σύνολο που εξετάζουμε να έχει ομοιογενή χαρακτηριστικά στη συμπεριφορά του δεν λήφθησαν υπόψη στο πρότυπο οι εργαζόμενοι και οι καθηγητές.

Μια άλλη βασική χαρακτηριστική ιδιότητα που πρέπει να ληφθεί υπόψιν όταν ο αναλυτής προσπαθεί να προσομοιάσει το σύνολο των διακριτών εναλλακτικών επιλογών είναι η διαθεσιμότητα αυτών σε όλους τους μετακινούμενους. Μια ματιά στις εναλλακτικές επιλογές θα δείξει ότι η επιλογή των MMM είναι η μόνη επιλογή που κανείς μπορεί να ισχυριστεί ότι είναι διαθέσιμη για όλους. Η επιλογή όμως του IX δεν μπορεί να θεωρηθεί εκ των προτέρων διαθέσιμη. Για να εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα της επιλογής θεωρούνται ως ικανοί δείκτες οι μεταβλητές «δείκτης ιδιοκτησίας IX» και «κατοχή διπλώματος». Κατά συνέπεια για να θεωρηθεί ότι κάποιος έχει στη διάθεση του τη δυνατότητα να οδηγήσει και να φτάσει κατά αυτό τον τρόπο στην Πολυτεχνειούπολη πρέπει να ικανοποιούνται οι εξής συνθήκες (1^ο σεν συνθηκών):

- Δείκτης ιδιοκτησίας $IX > 0$ (δηλαδή ένα τουλάχιστον διαθέσιμο IX)
- Κατοχή διπλώματος οδήγησης ($N_{ai} = 1$)

Όσον αφορά την πεζοπορία ενώ εκ φύσεως της επιλογής θα μπορούσε να θεωρηθεί διαθέσιμο θεωρήθηκε ότι υπάρχει ένα ανεκτό όριο που προτίθεται κάποιος να βαδίζει πέραν του οποίου θα μπορούσε να υποτεθεί ότι η πεζοπορία δεν μπορεί να είναι

συνιστώσα του συνόλου των εναλλακτικών επιλογών. Κάνοντας χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS διαπιστώθηκε ότι η πεζοπορία επιλέγεται για αποστάσεις μέχρι και 3,5km. Κατά συνέπεια για να θεωρηθεί ότι ο μετακινούμενος έχει στο σύνολο των διακριτών του επιλογών την επιλογή πεζοπορία πρέπει να ικανοποιείται η παρακάτω συνθήκη (2^ο σετ συνθηκών):

- Απόσταση αφετηρίας (κατοικία) έως τελικό προορισμό (ΕΜΠ) > 3.500m

Αυτομάτως δημιουργούνται τρεις κατηγορίες μετακινούμενων:

1^η κατηγορία μετακινούμενων (ικανοποίηση και των δυο συνόλων συνθηκών)

Σύνολο εναλλακτικών διαθέσιμων επιλογών: **MMM (0), IX (1), Βάδισμα (2)**

2^η κατηγορία μετακινούμενων (ικανοποίηση μόνο 1^{ου} συνόλου συνθηκών)

Σύνολο εναλλακτικών επιλογών: **MMM (0), IX(1)**

3^η κατηγορία μετακινούμενων (ικανοποίηση μόνο 2^{ου} συνόλου συνθηκών)

Σύνολο εναλλακτικών επιλογών: **MMM (0), πεζοπορία (2)**

Προφανώς 4^η κατηγορία δεν εξετάζεται καθώς η περίπτωση να μην ικανοποιούνται και δυο επιλογές οδηγεί σε μία και μοναδική επιλογή : τη χρήση MMM.

Με μια διερεύνηση του πλήθους και των ποσοστών των μετακινούμενων για κάθε μια από τις τρεις κατηγορίες προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα στους παρακάτω πίνακες.

ΑΠΟΣΤΑΣΗ $\leq 3,5\text{km}$, ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ IX > 0 , ΚΑΤΟΧΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ = 1

	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ
MMM	43	31,4%
IX	33	24,1%
ΠΕΖΗ	61	44,5%
ΣΥΝΟΛΟ	137	100%

ΑΠΟΣΤΑΣΗ $\geq 3,5\text{km}$, ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ IX > 0 , ΚΑΤΟΧΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ =1

	ΠΛΗΘΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ
MMM	196	46,3%
IX	227	53,7%
ΣΥΝΟΛΟ	423	100%

Στη τρίτη κατηγορία υπάρχουν παρατηρήσεις μόνο για 13 μετακινούμενους. Άρα είναι αδιάφορο για περαιτέρω ανάλυση. Συνολικά εξετάζεται το 49% του συνολικού δείγματος. Το ποσοστό αυτό είναι λογικό εάν σκεφτεί κανείς ότι 40% περίπου του δείγματος δεν έχουν δίπλωμα οδήγησης ενώ ένα συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό αυτών μένει σε απόσταση μεγαλύτερη από 3,5km. Αποτέλεσμα αυτού ένα ποσοστό που αγγίζει το 50% των μετακινούμενων δεν έχει άλλη διαθέσιμη επιλογή για να μετακινηθεί εκτός της χρήσης MMM.

Στα πλαίσια της ανάλυσης του δείγματος κατά την προτυποποίηση πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω αναλύσεις. Αρχικά τονίζεται ότι το δείγμα χωρίστηκε σε δύο κύριες κατηγορίες. Στην πρώτη εντάχθηκαν όσοι διέμεναν σε περιοχές με μήκος απόστασης μεταξύ των κεντροειδών μικρότερο των 3500 μέτρων και στην δεύτερη σε περιοχές που η απόσταση είναι άνω των 3500 μέτρων. Κατόπιν τέθηκε ως σκοπός η κάθε ομάδα να έχει κοινά κάποια βασικά χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα λήφθηκε υπόψιν ο μετακινούμενος κάθε ομάδας να έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τα ίδια μέσα. Επομένως στην πρώτη ομάδα οι μετακινούμενοι έχουν τη δυνατότητα να επιλέξουν να προσέλθουν στην Πολυτεχνειούπολη είτε βαδίζοντας, είτε χρησιμοποιώντας ΙΧ είτε καταφεύγοντας στη λύση των MMM. Αντιθέτως οι μετακινούμενοι της δεύτερης κατηγορίας μπορούν να επιλέξουν μόνο μεταξύ ΙΧ και χρήσης MMM. Η περίπτωση όπου οι μετακινούμενοι διαμένουν σε περιοχές που απέχουν πάνω από 3500 μέτρα και δεν έχουν τη δυνατότητα χρήσης ΙΧ αποκλείστηκαν από το ενδεχόμενο προτυποποίησης λόγω του ότι ουσιαστικά είναι υποχρεωμένοι να καταφύγουν στη χρήση MMM, αφού η πεζοπορία αποκλείεται και κρίνεται ασύμφορη για λόγους απόστασης και άρα δεν τίθεται θέμα προτυποποίησης τους. Επίσης η περίπτωση, όπου οι μετακινούμενοι διαμένουν σε απόσταση μικρότερη από 3500 μέτρα και δεν έχουν είτε δίπλωμα οδήγησης, είτε ΙΧ αυτοκίνητο, και επομένως αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν γενικότερα το ΙΧ ως εναλλακτική λύση, αποκλείστηκε διότι το δείγμα αυτής της περίπτωσης των μετακινούμενων ήταν πάρα πολύ μικρό και οι πληροφορίες που μας έδινε δεν ήταν επαρκείς.

Κοντινές περιοχές

Για την πρώτη κατηγορία για μετακινούμενους που διαμένουν σε απόσταση μικρότερη ή ίση των 3500 μέτρων και έχουν τις εναλλακτικές επιλογές της πεζοπορία και της χρήσης είτε ΙΧ είτε ΜΜΜ ισχύουν τα παρακάτω στοιχεία.

Πιν. ΠΚ1: Μετακινούμενοι κοντινών περιοχών

ΜΕΣΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΜΜΜ	43	31,4
ΙΧ	33	24,1
ΠΕΖΗ	61	44,5
ΣΥΝΟΛΟ	137	100,0

Οι μετακινούμενοι που ελήφθησαν υπόψιν στην κατηγορία αυτή είναι 137 εκ των οποίων το 31,4% χρησιμοποιεί ΜΜΜ το 24,1% χρησιμοποιεί ΙΧ και το 44,5 % επιλέγει την πεζοπορία.

Κατά την ανάλυση της κατηγορίας αυτής προέκυψε η παρακάτω εικόνα σχετικά με το φύλο των μετακινούμενων.

Πιν. ΠΚ2: Φύλο μετακινούμενων κοντινών περιοχών

137 ΕΓΚΥΡΕΣ / 137 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΦΥΛΟ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	36	26,3
ΑΝΤΡΕΣ	101	73,7
ΣΥΝΟΛΟ	137	100,0

Όπου το 26,3% είναι γυναίκες και το 73,7 είναι άντρες.

Παρακάτω δε ακολουθεί πίνακας με τις ηλικίες του δείγματος.

Πιν. ΠΚ3: Ηλικία μετακινούμενων κοντινών περιοχών

127 ΕΓΚΥΡΕΣ / 137 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΗΛΙΚΙΑΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
17-18	8	6,3
19	21	16,5
20	30	23,6
21	21	16,5
22-23	29	22,8
24-60	18	14,2
ΣΥΝΟΛΟ	127	100,0

Ενδεικτικά δε μπορεί κανείς να παρατηρήσει όπως ήταν αναμενόμενο για τις κοντινές περιοχές ότι οι μετακινούμενοι δεν πραγματοποιούν συνήθως μετεπιβίβαση.

Πιν. ΠΚ4: Μετεπιβιβάσεις κοντινών περιοχών

137 ΕΓΚΥΡΕΣ / 137 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΚΑΜΙΑ	125	91,2
ΜΙΑ	10	7,3
ΔΥΟ	1	,7
ΤΡΕΙΣ	1	,7
ΣΥΝΟΛΟ	137	100,0

Η ανάλυση των δεικτών ιδιοκτησίας κατέγραψε την παρακάτω εικόνα. Όπου χαρακτηριστικά στο 41,6% των μετακινούμενων αντιστοιχεί από ένα μέχρι και δύο ΙΧ αυτοκίνητα ανά μέλος οικογενείας, ενώ στο 31,4% αντιστοιχεί από δύο μέχρι και τρία ΙΧ αυτοκίνητα ανά μέλος οικογενείας.

Πιν. ΠΚ5: Ομάδες δεικτών ιδιοκτησίας κοντινών περιοχών

137 ΕΓΚΥΡΕΣ / 137 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΟΜΑΔΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
(0-0,25]	26	19,0
(0,25-0,50]	57	41,6
(0,50-0,75]	43	31,4
(0,75-1,00]	9	6,6
(1,00-3,00]	2	1,5
ΣΥΝΟΛΟ	151	100,0

Παρακάτω ακολουθούν πίνακες που έχουν να κάνουν με του βασικούς λόγους επιλογής ΙΧ και τους βασικούς λόγους μη επιλογής ΜΜΜ.

Πιν. ΠΚ6: Καθυστέρηση ως λόγος μη επιλογής ΜΜΜ - κοντινές περιοχές

31 ΕΓΚΥΡΕΣ / 137 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΩΣ ΛΟΓΟΣ ΑΠΟΣΤΡΟΦΗΣ ΜΜΜ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΟΧΙ	7	22,6
ΝΑΙ	24	77,4
ΣΥΝΟΛΟ	31	100,0

Πιν. ΠΚ7: Ελλιπής σύνδεση ως λόγος μη επιλογής ΜΜΜ - κοντινές περιοχές

31 ΕΓΚΥΡΕΣ / 137 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΕΛΛΙΠΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗ ΩΣ ΛΟΓΟΣ ΑΠΟΣΤΡΟΦΗΣ ΜΜΜ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΟΧΙ	15	48,4
ΝΑΙ	16	51,6
ΣΥΝΟΛΟ	31	100,0

Πιν. ΠΚ8: Ταχύτητα ως λόγος επιλογής IX – κοντινές περιοχές

26 ΕΓΚΥΡΕΣ / 137 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΩΣ ΛΟΓΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ IX	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΟΧΙ	8	30,8
ΝΑΙ	18	69,2
ΣΥΝΟΛΟ	26	100,0

Πιν. ΠΚ9: Άνεση ως λόγος επιλογής IX – κοντινές περιοχές

26 ΕΓΚΥΡΕΣ / 137 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΑΝΕΣΗ ΩΣ ΛΟΓΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ IX	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΟΧΙ	7	26,9
ΝΑΙ	19	73,1
ΣΥΝΟΛΟ	26	100,0

Τέλος για την προτίμηση του τρόπου πληρωμής δεν ήταν εφικτό να υπάρξει ξεκάθαρη εικόνα λόγω μόνο των 13 απαντήσεων που εδόθησαν στην ερώτηση αυτή.

Ενδιαφέρον υπάρχει στον να δει κανείς κατά πόσο επηρεάζει το φύλο του μετακινούμενου την επιλογή μέσου. Παρακάτω διαφαίνεται πως σε γενικές γραμμές οι άντρες προτιμούν την πεζοπορία ενώ οι γυναίκες δείχνουν μια ελαφρά προτίμηση στα ΜΜΜ.

Πιν. ΠΚ10: Σχέση μέσου με φύλο – κοντινές περιοχές

ΜΕΣΟ - ΦΥΛΟ		
ΜΕΣΟ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΑΝΤΡΕΣ
MMM	14	29
	38,9%	28,7%
ΙΧ	11	22
	30,6%	21,8%
ΠΕΖΗ	11	50
	30,6%	49,5%
ΣΥΝΟΛΟ	36	101
	100,0%	100,0%

Παρακάτω κατά την ανάλυση της επιρροής του δείκτη ιδιοκτησίας στην επιλογή μέσου, διαφαίνεται σε πρώτη φάση η σαφής προτίμηση των μετακινούμενων προς την πεζοπορία και σε δεύτερη φάση το γεγονός πως όσο αυξάνεται ο δείκτης ιδιοκτησίας τόσο πιο μεγάλη είναι η πιθανότητα να χρησιμοποιήσει ο μετακινούμενος ΙΧ.

Πιν. ΠΚ11: Σχέση μέσου με δείκτη ιδιοκτησίας – κοντινές περιοχές

ΜΕΣΟ - ΟΜΑΔΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ					
	ΟΜΑΔΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ				
ΜΕΣΟ	(0,00-0,25)	(0,25-0,50)	(0,50-0,75)	(0,75-1,00)	(1,00-3,00)
MMM	14	18	9	2	0
	53,8%	31,6%	20,9%	22,2%	,0%
ΙΧ	6	8	14	4	1
	23,1%	14,0%	32,6%	44,4%	50,0%
ΠΕΖΗ	6	31	20	3	1
	23,1%	54,4%	46,5%	33,3%	50,0%
ΣΥΝΟΛΟ	26	57	43	9	2
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Μακρινές περιοχές

Για τις μακρινές περιοχές αντίστοιχα ισχύουν τα παρακάτω

Πιν. ΠΜ1: Μετακινούμενοι μακρινών περιοχών

ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
MMM	196	46,3
IX	227	53,7
ΣΥΝΟΛΟ	423	100,0

Όπου το 46,3% των μετακινούμενων της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιεί MMM και το 53,7% IX.

Το δε δείγμα αποτελείται κατά 31,7% από γυναίκες και κατά 68,3% από αρένες.

Πιν. ΠΜ2: Φύλο μετακινούμενων μακρινών περιοχών

423 ΕΓΚΥΡΕΣ / 423 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΦΥΛΟ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	134	31,7
ΑΝΤΡΕΣ	289	68,3
ΣΥΝΟΛΟ	423	100,0

Οι δε ηλικίες των μετακινούμενων της κατηγορίας αυτής έχουν την παρακάτω εικόνα.

Πιν. ΠΜ3: Ηλικία μετακινούμενων μακρινών περιοχών

382 ΕΓΚΥΡΕΣ / 423 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΗΛΙΚΙΑΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
17-18	34	8,9
19	77	20,2
20	77	20,2
21	86	22,5
22-23	66	17,3
24-60	42	11,0
ΣΥΝΟΛΟ	382	100,0

Επίσης οι μετεπιβιβάσεις που καταγράφηκαν αποτυπώνονται ως εξής:

Πιν. ΠΜ4: Μετεπιβιβάσεις μετακινούμενων μακρινών περιοχών

423 ΕΓΚΥΡΕΣ / 423 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΚΑΜΙΑ	253	59,8
ΜΙΑ	46	10,9
ΔΥΟ	80	18,9
ΤΡΕΙΣ	39	9,2
ΤΕΣΣΕΡΙΣ	5	1,2
ΣΥΝΟΛΟ	423	100,0

Παρατηρεί κανείς πως ένα ποσοστό πλέον του 50% δεν μετεπιβιβάζονται. Και τούτο διότι όπως προαναφέρθηκε οι περισσότεροι χρησιμοποιούν ΙΧ. Σημαντικό ποσοστό παρουσιάζουν επίσης οι υποκατηγορίες της μιας (10,9%) και των δύο μετεπιβιβάσεων (18,9%).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι τα ποσοστά στις ομάδες των δεικτών ιδιοκτησίας δεν έχουν αλλάξει δραματικά σε σχέση με την κατηγορία των κοντινών περιοχών. Απλά παρατηρείται μια μικρή μείωση στην κατηγορία (0-0,25] και μια αύξηση στις κατηγορίες (0,25-0,50] και (0,50-0,75] αντίστοιχα.

Πιν. ΠΜ5: Ομάδες δεικτών ιδιοκτησίας μακρινών περιοχών

423 ΕΓΚΥΡΕΣ / 423 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΟΜΑΔΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
(0,00-0,25]	62	14,7
(0,25-0,50]	194	45,9
(0,50-0,75]	117	27,7
(0,75-1,00]	40	9,5
(1,00-3,00]	10	2,4
ΣΥΝΟΛΟ	423	100,0

Συν τοις άλλοις στην κατηγορία των μακρινών περιοχών υπάρχει ευκρινέστερη εικόνα για την προτίμηση του τρόπου πληρωμής στα ΜΜΜ. Πάνω από τους μισούς προτιμούν την μηνιαία κάρτα και μετά ακολουθεί σε ποσοστό 38,5% η προτίμηση πληρωμής μέσω απλού εισιτηρίου.

Πιν. ΠΜ6: Τρόπος πληρωμής ΜΜΜ – μακρινές περιοχές

78 ΕΓΚΥΡΕΣ / 423 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΤΡΟΠΟΣ ΠΛΗΡΩΜΗΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ ΑΠΛΟ	30	38,5
ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΡΤΑ	44	56,4
ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ 90'	3	3,8
ΑΛΛΟ	1	1,3
ΣΥΝΟΛΟ	78	100,0

Τέλος όπως και προηγουμένως ακολουθούν πίνακες που σχετίζονται με τους λόγους μη επιλογής ΜΜΜ και τους λόγους επιλογής ΙΧ.

Πιν. ΠΜ7: Καθυστέρηση ως λόγος μη επιλογής ΜΜΜ – μακρινές περιοχές

87 ΕΓΚΥΡΕΣ / 423 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΩΣ ΛΟΓΟΣ ΑΠΟΣΤΡΟΦΗΣ ΜΜΜ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΟΧΙ	37	42,5
ΝΑΙ	50	57,5
ΣΥΝΟΛΟ	87	100,0

Πιν. ΠΜ8: Ελλιπής σύνδεση ως λόγος μη επιλογής ΜΜΜ - μακρινές περιοχές

87 ΕΓΚΥΡΕΣ / 423 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΕΛΛΙΠΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗ ΩΣ ΛΟΓΟΣ ΑΠΟΣΤΡΟΦΗΣ ΜΜΜ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΟΧΙ	47	54,0
ΝΑΙ	40	46,0
ΣΥΝΟΛΟ	87	100,0

Πιν. ΠΜ9: Ταχύτητα ως λόγος επιλογής IX – μακρινές περιοχές

205 ΕΓΚΥΡΕΣ / 423 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΩΣ ΛΟΓΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ IX	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΟΧΙ	41	20,0
ΝΑΙ	164	80,0
ΣΥΝΟΛΟ	205	100,0

Πιν. ΠΜ10: Άνεση ως λόγος επιλογής IX – μακρινές περιοχές

205 ΕΓΚΥΡΕΣ / 423 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
ΑΝΕΣΗ ΩΣ ΛΟΓΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ IX	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΟΧΙ	36	17,6
ΝΑΙ	169	82,4
ΣΥΝΟΛΟ	205	100,0

Συμπερασματολογικά παρατηρεί κανείς πως οι λόγοι επιλογής IX έχουν ελαφρώς αυξημένο ποσοστό σε σχέση με την κατηγορία των μετακινούμενων των κοντινών περιοχών. Γενικά όμως παραμένουν πάνω κάτω στα ίδια πλαίσια. Επίσης παρατηρείται μια αντιστροφή των ποσοστών του λόγου αποστροφής MMM “Ελλιπής Σύνδεση”, ενώ τέλος σημαντική μείωση του ποσοστού του λόγου αποστροφής MMM “Καθυστερήση”.

Στην κατηγορία των μακρινών περιοχών το φύλο των μετακινούμενων δεν επηρεάζει ουσιαστικά την επιλογή μέσου μετακίνησης, όπως εύκολα μπορεί να παρατηρήσει κανείς στον παρακάτω πίνακα. Τα ποσοστά για κάθε μέσο μετακίνησης είναι ίδια και για τους άντρες αλλά και για τις γυναίκες

Πιν. ΠΜ11: Σχέση μέσου με φύλο – μακρινές περιοχές

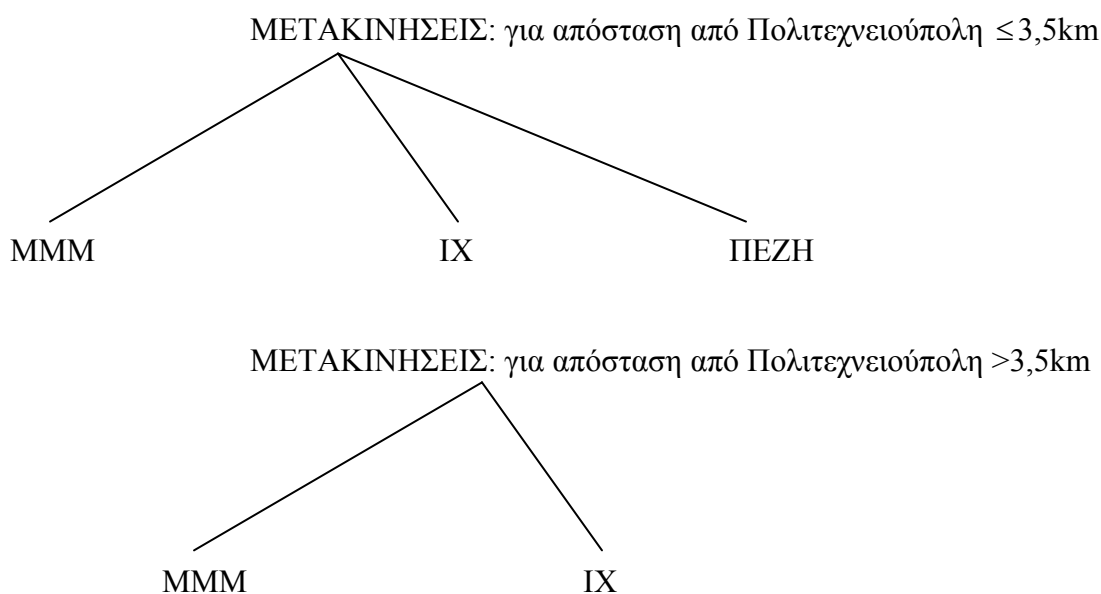
ΜΕΣΟ - ΦΥΛΟ		
ΜΕΣΟ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΑΝΤΡΕΣ
MMM	63	133
	47,0%	46,0%
IX	71	156
	53,0%	54,0%
ΣΥΝΟΛΟ	134	289
	100,0%	100,0%

Τέλος είναι σαφής η τάση των μετακινούμενων καθώς αυξάνεται ο δείκτης ιδιοκτησίας να επιλέγουν ΙΧ αυτοκίνητο αντί για ΜΜΜ. Συγκεκριμένα ενώ στην κατηγορία (0-0,25] τα ποσοστά είναι ΜΜΜ 82,3% και ΙΧ 17,7% στην τελευταία αντιστρέφονται σταδιακά για να φτάσουν να γίνουν στην κατηγορία (1-3] ΜΜΜ 7,5% και ΙΧ 92,5%.

Πιν. ΠΜ12: Σχέση μέσου με δείκτη ιδιοκτησίας – μακρινές περιοχές

ΜΕΣΟ - ΟΜΑΔΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ					
	ΟΜΑΔΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ				
ΜΕΣΟ	(0,00-0,25]	(0,25-0,50]	(0,50-0,75]	(0,75-1,00]	(1,00-3,00]
ΜΜΜ	51	111	31	3	0
	82,3%	57,2%	26,5%	7,5%	,0%
ΙΧ	11	83	86	37	10
	17,7%	42,8%	73,5%	92,5%	100,0%
ΣΥΝΟΛΟ	62	194	117	40	10
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Μετά από την παραπάνω περιγραφική ανάλυση διαπιστώνεται ότι η επιλογή μέσου μετακίνησης από φοιτητές προς την Πολυτεχνειούπολη μπορεί να προσομοιωθεί επαρκώς από ένα Δυναμικό Λογαριθμικό Μοντέλο και ένα Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Μοντέλο για τις προαναφερθείσες κατηγορίες μετακινούμενων (απόσταση >3,5km και απόσταση ≤3,5km αντίστοιχα). Παρακάτω παρουσιάζονται σχηματικά τα δύο δέντρα διαχωρισμού των μετακινήσεων που αντιπροσωπεύουν κάθε μια από της δυο κατηγορίες.



4.3. Ανάπτυξη του Δίτιμου (MMM, IX) Λογιστικού Προτύπου (>3,5 km)

Προσέγγιση του προτύπου: Κατόπιν δοκιμών με χρήση Limdep και με βάση ότι το κόστος, ο χρόνος, η ηλικία, το φύλο, η διαθεσιμότητα IX επηρεάζουν τα ποσοστά επιλογής μέσου όπως φαίνεται στην ανάλυση που προηγήθηκε αναπτύχθηκε Δίτιμο Λογιστικό Πρότυπο στο οποίο εισάγονται οι παραπάνω μεταβλητές.

1) Μορφές Συναρτήσεων Χρησιμότητας

$$U(MMM) = ASCMMM + SEXMMM * SEX + AGEMMM * BINAGE$$

$$U(IX) = TIX * TIMEIX + CIX * COSTIX + DIX * DEIKTHS$$

Όπου ASCMMM είναι η εξειδικευμένη σταθερά του MMM

TIX είναι οι παράμετρος του συνολικού χρόνου διαδρομής του εναλλακτικού μέσου IX.

CIX είναι οι παράμετρος του συνολικού κόστους διαδρομής του εναλλακτικού μέσου IX.

DIX είναι η παράμετρος της διαθεσιμότητας IX, SEXMMM η παράμετρος της δίτιμης μεταβλητής «Φύλο» που παίρνει την τιμή 1 για άνδρες και 0 για γυναίκες και AGEMMM η παράμετρος της δίτιμης μεταβλητής «Ηλικία» που παίρνει την τιμή 1 για ηλικία >20 και διαφορετικά 0.

2) Υπολογισμός Συντελεστών Συσχέτισης των μεταβλητών

	COSTIX	TIMEIX	DEIKTHS
COSTIX	1,00000	0,52781	0,14976
TIMEIX	0,52781	1,00000	0,25249
DEIKTHS	0,14976	0,25249	1,00000

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι δεν υπάρχει πρόβλημα πολυσυγγραμικότητας ακόμα και αν χρησιμοποιηθούν όλες οι μεταβλητές μαζί. Πρόβλημα συσχέτισης θα υπήρχε μόνο στην περίπτωση που ο ενδεχόμενος συντελεστής ήταν πάνω από 0,75.

3) Εκτίμηση του Αρχικού Προτύπου – Έλεγχος Στατιστικής Σημαντικότητας Μεταβλητών

Στο στάδιο αυτό γίνεται η εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης χρησιμότητας των MMM και IX και δίνονται τα μεγέθη για την εκτίμηση της στατιστικής του επάρκειας. Έτσι για το Δίτιμο Πρότυπο δίνεται ο παρακάτω πίνακας.

Πιν BIN1: Προσδιορισμός του Δίτιμου Προτύπου

```
NLOGIT; LHS=MMMIX; CHOICES=MMM,IX;MODEL:
      U(MMM)=ASCMMM+SEXMMM*SEX+AGEMMM*BINAGE/
      U(IX)=TIX*TIMEIX+DIX*DEIKTHS+CIX*COSTIX$
Normal exit from iterations. Exit status=0.
```

```
+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates              |
| Model estimated: Jul 16, 2008 at 02:50:38AM. |
| Dependent variable                       Choice |
| Weighting variable                       None   |
| Number of observations                     423   |
| Iterations completed                      7     |
| Log likelihood function                -156.7915 |
| Log-L for Choice model =                 -156.79149 |
| R2=1-LogL/LogL*   Log-L fncn   R-sqrd   RsqAdj |
| No coefficients   -293.2013   .46524   .45755 |
| Constants only   -292.0643   .46316   .45544 |
| Chi-squared[ 5]   =          270.54562 |
| Prob [ chi squared > value ] =   .00000 |
| Response data are given as ind. choice. |
| Number of obs.=   423, skipped   0 bad obs. |
+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+-----+
ASCMMM    5.456783469    .65600809    8.318    .0000
SEXMMM    -.5146931038    .31485029    -1.635    .1021
AGEMMM    -.8343111220    .28402245    -2.937    .0033
TIX        .1615234977    .21257527E-01    7.598    .0000
DIX        6.081495933    .82063814    7.411    .0000
CIX        -.9688674686    .17247116    -5.618    .0000
(Note: E+nn or E-nn means multiply by 10 to + or -nn power.)
```

Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα που παρουσιάζει ο πίνακας, έχουμε:

- ο Τιμή της συνάρτησης Log Likelihood του εκτιμώμενου μοντέλου:

$$LL_{ESTIMATED\ MODEL} = -156,7915$$

- ο Τα πρόσημα των συντελεστών έχουν την αναμενόμενη μορφή.
- ο Στη δεύτερη στήλη του πίνακα δίνονται οι εκτιμηθείσες παράμετροι των μεταβλητών του προτύπου. Έτσι, οι εκτιμώμενες από αυτό το μοντέλο συναρτήσεις χρησιμότητας, είναι για κάθε επιλογή:

$$U(MMM) = +5,457 - 0,515*(\text{Φύλο}) - 0,834*(\text{Ηλικία})$$

$$U(IX) = +0,162*(\text{Συνολικός Χρόνος}) + 6,081*(\text{Διαθεσιμότητα IX}) - 0,969*(\text{Κόστος})$$

- ο Στην τέταρτη στήλη του πίνακα φαίνεται η τιμή t^* για την κάθε μεταβλητή που διερευνά τη στατιστική σημαντικότητα της κάθε μεταβλητής. Για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης, η τιμή t^* δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την κρίσιμη τιμή του t -test για 95% επίπεδο σημαντικότητας, δηλαδή την τιμή 1,96. Από τα αποτελέσματα του πίνακα φαίνεται ότι όλες οι μεταβλητές είναι σημαντικές σε επίπεδο 95%, εκτός του φύλου που είναι σημαντική για επίπεδο 90%.
- ο Στην πέμπτη στήλη παρουσιάζεται η τιμή της πιθανότητας (γνωστή και ως p -value) για το t -Test της τέταρτης στήλης. Πιθανότητα κάτω από το 5%, για επίπεδο σημαντικότητας 95%, υποδηλώνει ότι η μεταβλητή δεν είναι στατιστικά ίση με το μηδέν (δηλαδή ότι είναι στατιστικά σημαντική).

4) Έλεγχος της Συνολικής Στατιστικής Σημαντικότητας του Προτύπου

Όπως είδαμε και στην παράγραφο 3.3.11, για τον έλεγχο αυτό στο Πρότυπο Logit, χρησιμοποιείται ο τύπος,

$$-2(LL_{base\ model} - LL_{estimated\ model}) > \chi^2_{(new\ parameters)}$$

και επομένως είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της λογαριθμικής πιθανοφάνειας του μοντέλου βάσης $LL_{base\ model}$. Είναι σημαντικό να τονιστεί σε αυτό το σημείο, ότι το μοντέλο βάσης ουσιαστικά εκφράζει τις συναρτήσεις χρησιμότητας μόνο με σταθερές παραμέτρους, εκφράζοντας το μερίδιο αγοράς της κάθε εναλλακτικής επιλογής. Στην

περίπτωση μας (binary), η σταθερή παράμετρος είναι μία. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται ο προσδιορισμός του προτύπου βάσης.

NLOGIT; LHS=MMIX; CHOICES=MMM,IX;RHS=ONES
Normal exit from iterations. Exit status=0.

```
+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates             |
| Model estimated: Jul 16, 2008 at 06:22:54AM. |
| Dependent variable                       Choice |
| Weighting variable                       None |
| Number of observations                     423 |
| Iterations completed                      1 |
| Log likelihood function                   -292.0643 |
| Log-L for Choice model =                 -292.06430 |
| R2=1-LogL/LogL*   Log-L fncn   R-sqrd   RsqAdj |
| No coefficients   -293.2013   .00388   .00152 |
| Constants only    -292.0643   .00000   -.00237 |
| Response data are given as ind. choice. |
| Number of obs.=   423, skipped   0 bad obs. |
+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| A_MMM    | -.1468353583 | .97505524E-01 | -1.506 | .1321 |
| (Note: E+nn or E-nn means multiply by 10 to + or -nn power.)
```

Η λογαριθμική συνάρτηση πιθανότητας, δίνει για αυτό το πρότυπο:

$$LL_{base\ model} = -292,064$$

Στη συνέχεια προσδιορίζεται ο δείκτης χ^2 . Για επίπεδο σημαντικότητας 95% και 5 βαθμούς ελευθερίας (6 παράμετροι του εκτιμώμενου μοντέλου – 1 παράμετρος του μοντέλου βάσης) ο δείκτης χ^2 παίρνει την τιμή 11,070.

Η μηδενική υπόθεση σε αυτό τον έλεγχο είναι ότι το εκτιμώμενο μοντέλο δεν είναι πιο σημαντικό από το μοντέλο βάσης. Αν το $-2LL$ είναι μεγαλύτερο από το χ^2 , η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται.

$$-2(LL_{base\ model} - LL_{estimated\ model}) = 270,545 > \chi^2 = 11,070$$

Άρα, η υπόθεση απορρίπτεται.

5) Έλεγχος Προσαρμογής Προτύπου

Ο έλεγχος προσαρμογής του προτύπου γίνεται με τη χρήση του δείκτη $\psi\epsilon\upsilon\delta\acute{o}\text{-}\rho^2$.

$$\text{Ο τύπος είναι: } \rho^2 = 1 - \frac{LL_{estimated\ model}}{LL_{base\ model}} = 1 - \frac{-156,7915}{-292,064} = 0,463$$

Ο έλεγχος αυτός κρίνεται ικανοποιητικός, αφού το πρότυπο προσαρμόζεται κατά **46.3%** στα δεδομένα. Όπως έχει ήδη αναφερθεί για διακριτά πρότυπα επιλογής μέσου, η προσαρμογή κρίνεται ικανοποιητική όταν ο $\psi\epsilon\upsilon\delta\acute{o}\text{-}\rho^2$ είναι μεγαλύτερος του 0,3 (Hensher 2005).

4.4. Ανάπτυξη του Πολυωνμικού Λογιστικού Προτύπου (<3,5 km)

ΔΟΚΙΜΗ 1^η

Normal exit from iterations. Exit status=0.

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates |
| Model estimated: Jul 16, 2008 at 09:30:52AM. |
| Dependent variable Choice |
| Weighting variable None |
| Number of observations 137 |
| Iterations completed 29 |
| Log likelihood function -35.95718 |
| Log-L for Choice model = -35.95718 |
| R2=1-LogL/LogL* Log-L fncn R-sqrd RsqAdj |
| No coefficients -150.5099 .76110 .75391 |
| Constants only -146.1577 .75398 .74658 |
| Chi-squared[ 6] = 220.40109 |
| Prob [ chi squared > value ] = .00000 |
| Response data are given as ind. choice. |
| Number of obs.= 137, skipped 0 bad obs. |
+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+-----+
ASCMMM 117.6428977 6474906.8 .000 1.0000
TMMM .4121114575 .11480461 3.590 .0003
CMMM -380.0166223 20234084. .000 1.0000
DMMM -.7275458732E-01 2.4900940 -.029 .9767
ASCIX -2.941279948 .67115879 -4.382 .0000
TIX .5042088802 .22844330 2.207 .0273
CIX 2.126314645 2.2537616 .943 .3455
TBAD .2907630147E-01 .35134674E-01 .828 .4079
(Note: E+nn or E-nn means multiply by 10 to + or -nn power.)

```

ΔΟΚΙΜΗ 2^η

Normal exit from iterations. Exit status=0.

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates             |
| Model estimated: Jul 16, 2008 at 09:29:24AM. |
| Dependent variable                       Choice |
| Weighting variable                       None |
| Number of observations                     137 |
| Iterations completed                      29 |
| Log likelihood function                   -33.13420 |
| Log-L for Choice model =                 -33.13420 |
| R2=1-LogL/LogL*   Log-L fncn   R-sqrd   RsqAdj |
| No coefficients   -150.5099   .77985   .76889 |
| Constants only   -146.1577   .77330   .76201 |
| Chi-squared[11]   =          226.04705 |
| Prob [ chi squared > value ] =   .00000 |
| Response data are given as ind. choice. |
| Number of obs.=   137, skipped   0 bad obs. |
+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+-----+
ASCMMM    122.4295096    6014157.2    .000    1.0000
TMMM      .4595837604     .12456704    3.689    .0002
CMMM      -390.8171072    18794241.    .000    1.0000
DMMM      -.4622948333     2.8195006    -.164    .8698
ASCIX     -3.377858451    1.5826521    -2.134    .0328
TIX       .4954554203     .21452909    2.310    .0209
CIX       2.801273651     2.1720248    1.290    .1972
SEXIX     2.039532249     1.5712327    1.298    .1943
DIX       1.583442434     1.6543314    .957    .3385
AGEIX     -.7334817376     1.3977567    -.525    .5998
TBAD      .2194662366E-01   .37656367E-01   .583    .5600
SEXBAD    2.678045095     1.5258183    1.755    .0792
AGEBAD    .1123534197E-02     1.3604860     .001    .9993
(Note: E+nn or E-nn means multiply by 10 to + or -nn power.)

```

Από τις παραπάνω δοκιμές προκύπτει ότι δεν υπάρχει καμία μεταβλητή στατιστικώς σημαντική για το πρότυπο εκτός του χρόνου μετακίνησης για MMM και IX. Συνεπώς είναι αδύνατον να προχωρήσει κανείς σε ασφαλή συμπεράσματα και να γίνει ανάλυση σε ένα τέτοιο πρότυπο. Διερευνήθηκαν οι λόγοι από τους οποίους προκύπτουν οι μεταβλητές αυτές ασήμαντες, η ανάλυση των οποίων περιγράφεται παρακάτω:

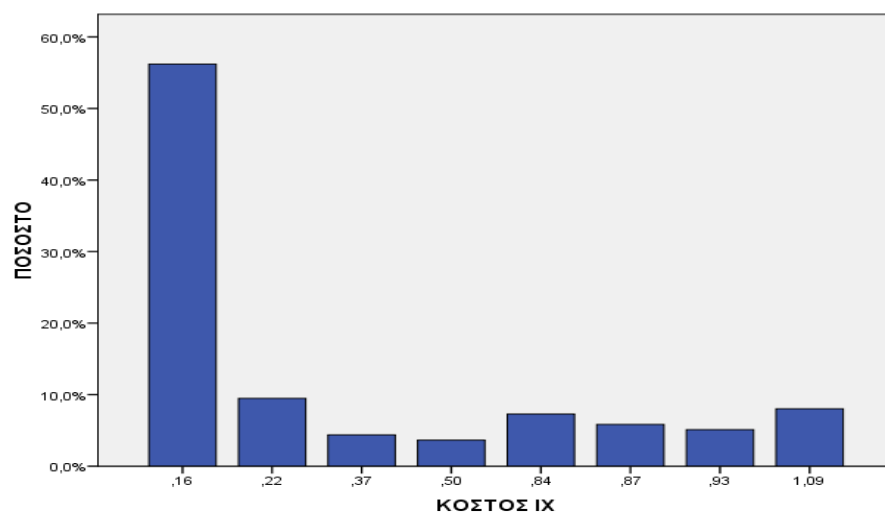
Για το φύλο, ο λόγος που προκύπτει ασήμαντη μεταβλητή γίνεται ξεκάθαρος από τον πίνακα ΠΚ10, όπου φαίνεται πως δεν υπάρχει κάποια σαφής προτίμηση. Συγκεκριμένα

οι γυναίκες προτιμούν ελαφρώς τα MMM (38,9% των γυναικών), ενώ οι άντρες κυρίως προσέρχονται στην Πολυτεχνειούπολη βαδίζοντας (49,5% των αντρών). Αντίθετα θα περίμενε κανείς να υπάρχει μια προτίμηση των αντρών προς το ΙΧ, κάτι που δεν ισχύει (21,8% των αντρών).

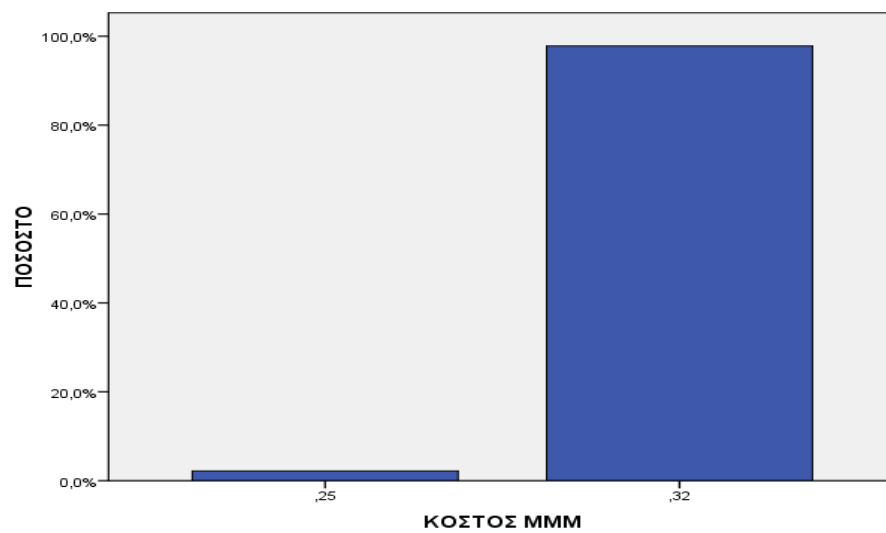
Για το δείκτη ιδιοκτησίας προκύπτει η μη σημαντικότητα λόγω της μη ύπαρξης ξεκάθαρης εικόνας (βλέπε πίνακα ΠΚ11). Σε καμία ομάδα δεικτών ιδιοκτησίας δεν υπάρχει ξεκάθαρη προτίμηση και η εικόνα αυτή ισχύει και στις τρεις εναλλακτικές επιλογές.

Για την ηλικία επίσης ισχύει πως δεν υπάρχει σαφής προτίμηση ή έστω αλλαγή προτίμησης καθώς η ηλικία του μετακινούμενου αυξάνεται.

Το κόστος δεν λειτουργεί ικανοποιητικά λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων (Δ.Κ.1 και Δ.Κ.2) γύρω από μια συγκεκριμένη τιμή και στην περίπτωση των ΙΧ αλλά και στην περίπτωση των MMM.



Δ.Κ.1: Ποσοστό μετακινούμενων σε σχέση με το κόστος ΙΧ



Δ.Κ.2: Ποσοστό μετακινούμενων σε σχέση με το κόστος ΜΜΜ

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. Συμπεράσματα από το Πρότυπο επιλογής μέσου μετακίνησης

Ανακεφαλαιώνοντας την ανάλυση που έγινε στο προηγούμενο κεφάλαιο συνοψίζονται στο παρόν τα βασικά συμπεράσματα στον παρακάτω πίνακα (Πιν:BIN2).

**Πιν.BIN2: Ανακεφαλαιωτική Παρουσίαση του Τελικού Προτύπου
(απόσταση >3,5km)**

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	Συντελεστής (coefficient)	t-statistic
Σταθερά MMM	5,457	8,318
«Φύλο» (1 για άνδρες, 0 για γυναίκες) (για MMM)	-0,515	-1,635
«Ηλικία» (1 για >20, 0 διαφορετικά) (για MMM)	-0,834	-2,937
«Χρόνος μετακίνησης» (για IX)	0,161	7,598
«Κόστος μετακίνησης» (για IX)	-0,969	-5,618
«Διαθεσιμότητα οχημάτων IX» (για IX)	6,081	7,411

α) Σχετική προτίμηση

Από το πρόσημο της μεταβλητής διαπιστώνεται ποια είναι η σχετική προτίμηση των μετακινούμενων στο μέσο στο οποίο έχει εισαχθεί η σταθερά, σε σχέση με το εναλλακτικό μέσο. Από το θετικό πρόσημο στη σταθερά των MMM διαπιστώνεται ότι οι μετακινούμενοι έχουν σχετικά μεγαλύτερη προτίμηση στα MMM σε σχέση με το IX.

β) Τα πρόσημα των συντελεστών των μεταβλητών

Τα πρόσημα των συντελεστών έχουν την αναμενόμενη μορφή. Πιο συγκεκριμένα:

Για τις δίτιμες μεταβλητές «Φύλο» και «Ηλικία» το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει, όπως ήταν αναμενόμενο ότι τόσο οι άνδρες, όσο και οι μετακινούμενοι ηλικίας μεγαλύτερης των 20 χρόνων έχουν μικρότερη πιθανότητα να επιλέξουν MMM από ότι IX.

Ο χρόνος μετακίνησης έχει πρόσημο θετικό, που σημαίνει ότι με σταθερές τις τιμές των υπολοίπων παραμέτρων όταν αυξάνει ο χρόνος μετακίνησης με IX τότε αυξάνει η πιθανότητα επιλογής IX σε σχέση με τα MMM. Το αποτέλεσμα αυτό σημαίνει όταν ο μετακινούμενος διαπιστώνει ότι από την αφετηρία της μετακίνησής του θα χρειαστεί πολύς χρόνος προκειμένου να φτάσει στον προορισμό του, επομένως του προκαλείται η αίσθηση ότι καθυστερεί εάν τελικώς χρησιμοποιήσει MMM, γεγονός που όπως προέκυψε στην επεξεργασία του δείγματος, είναι παράγοντας αποστροφής των MMM.

Το κόστος μετακίνησης που υπολογίστηκε με βάση την απόσταση, έχει αρνητικό πρόσημο, γεγονός που συμφωνεί με το νόμο της ζήτησης. Το αρνητικό πρόσημο δείχνει ότι με σταθερές τις τιμές των υπολοίπων παραμέτρων, όταν αυξάνεται το κόστος μετακίνησης με IX, μειώνεται η πιθανότητα επιλογής IX και κατά συνέπεια αυξάνεται η πιθανότητα επιλογής MMM. Αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι για μεγάλες αποστάσεις (δηλαδή αυξημένο κόστος IX) που η αφετηρία του μετακινούμενου εδρεύει στα δυτικά και νότια προάστια ο μετακινούμενος είναι αναμενόμενο να προσπαθήσει να αποφύγει την κίνηση και να κατευθυνθεί προς την επιλογή μέσων σταθερής τροχιάς.

Όσον αφορά την μεταβλητή «Διαθεσιμότητα IX» που έχει εισαχθεί στο πρότυπο, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι αποτελεί μια κοινωνικοοικονομική μεταβλητή που ουσιαστικά αντικατοπτρίζει το οικογενειακό εισόδημα. Όπως φαίνεται από τον τελευταίο πίνακα, αυτή η μεταβλητή είναι στατιστικώς σημαντική και έχει θετικό πρόσημο. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι με σταθερές τις τιμές των υπολοίπων παραμέτρων όταν

αυξάνεται η διαθεσιμότητα IX, τότε η πιθανότητα επιλογής IX αυξάνεται σε σχέση με τα MMM των οποίων η πιθανότητα επιλογής τους μειώνεται.

Παρ' ολ' αυτά ένας συγκοινωνιολόγος μηχανικός δεν μπορεί να αρκεστεί σε συμπεράσματα ποιοτικής φύσεως, όπως αυτά που προαναφέρθηκαν. Είναι επομένως σημαντικό να ποσοτικοποιήσει τις ποσοστιαίες μεταβολές που μπορεί να επιφέρουν οι ενδεχόμενες μεταβολές των τιμών των παραμέτρων είτε ποσοστιαία, είτε κατά μονάδες.

Μεταβολές στη ζήτηση του κάθε μέσου κατόπιν μεταβολών στις τιμές των παραμέτρων

Οι εξισώσεις (5.1) και (5.2) δίνουν την επίδραση μιας αύξησης του κόστους μετακίνησης με IX στην επιλογή IX και στην επιλογή MMM αντίστοιχα:

$$\frac{\Delta P_{IX}}{\Delta c_{IX}} = P_{IX} * (1 - P_{IX}) * \beta_c < 0 \quad (5.1)$$

$$\frac{\Delta P_{MMM}}{\Delta c_{IX}} = -P_{MMM} * P_{IX} * \beta_c > 0 \quad (5.2)$$

$$\frac{\Delta P_{IX}}{\Delta c_{IX}} = 0,537 * 0,463 * (-0,969) = -0,241$$

$$\frac{\Delta P_{MMM}}{\Delta c_{IX}} = -0,463 * 0,537 * (-0,969) = +0,241$$

Από το παραπάνω αποτέλεσμα προκύπτει το συμπέρασμα ότι 1 € αύξηση του κόστους μετακίνησης μειώνει την πιθανότητα χρήσης IX κατά 24,1%, δηλαδή από 53,7% σε 29,6% και αυξάνει την πιθανότητα επιλογής MMM κατά 24,1%, δηλαδή αντίστοιχα από 46,3% σε 70,4%.

$$\frac{\Delta P_{IX}}{\Delta t_{IX}} = 0,537 * 0,463 * (+0,162) = +0,04$$

$$\frac{\Delta P_{MMM}}{\Delta t_{IX}} = -0,463 * 0,537 * (+0,162) = -0,04$$

Όσον αφορά το χρόνο μετακίνησης προκύπτει ότι αύξηση ενός λεπτού του χρόνου μετακίνησης με ΙΧ αυξάνει την πιθανότητα χρήσης ΙΧ κατά 4%, δηλαδή από 53,7% σε 57,7% και μειώνει την πιθανότητα επιλογής ΜΜΜ κατά 4% δηλαδή από 24,1% σε 20,1% αντίστοιχα.

$$\frac{\Delta P_{IX}}{\Delta d_{IX}} = 0,537 * 0,463 * (+6,081) = +1,5119$$

$$\frac{\Delta P_{MMM}}{\Delta d_{IX}} = -0,463 * 0,537 * (-6,081) = -1,5119$$

Από το παραπάνω αποτέλεσμα προκύπτει ότι μια μονάδα αύξηση της διαθεσιμότητας ΙΧ αυξάνει την πιθανότητα χρήσης ΙΧ κατά 151,19%. Ωστόσο αυτό το αποτέλεσμα δε δίνει λογικό συμπέρασμα για μια μονάδα αύξηση. Ενδιαφέρον έχει το συμπέρασμα που προκύπτει λόγω αύξησης της διαθεσιμότητας ΙΧ κατά 0,25 μονάδες.

Όσον αφορά τη διαθεσιμότητα σε ΙΧ, 0,25 μονάδες αύξησης της διαθεσιμότητας ΙΧ αυξάνει την πιθανότητα χρήσης ΙΧ κατά 151,19%/4=37,79%.

Πιν.ΒΙΝ3: Επιρροή μεταβολών στη ζήτηση των μέσων – πρότυπο

ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ*	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΛΛΑΓΗ	
	P(ΙΧ)	P(ΜΜΜ)
1 λεπτό αύξηση του χρόνου μετακίνησης με ΙΧ	+4%	-4%
1 € αύξησης του κόστους μετακίνησης με ΙΧ	-24,1%	+24,1%
0,25 μονάδες αύξηση του δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ	+37,8%	-37,8%

*Κάθε αλλαγή πολιτικής είναι βασισμένη στην παραδοχή ότι P(ΙΧ)=53,7% και P(ΜΜΜ)=46,3%

ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΕΣ

Προκειμένου να εντοπίσει ο ερευνητής την ευαισθησία που έχει η πιθανότητα της εκάστοτε επιλογής στις τιμές των παραμέτρων, πρέπει να υπολογίσει τις ελαστικότητες με βάση τους τύπους (3.31) και (3.32) και τις μέσες τιμές των παραμέτρων.

$$E_{x_{IXn\text{time}}}^{P_n(IX)} = [1 - P_n(IX)] x_{IXn\text{time}} \beta_{\text{time}}$$

$$= 0,436 * 30,21 * (+0,162) = 2,13\%$$

$$E_{x_{IXn\text{time}}}^{P_n(MMM)} = [-P_n(IX)] x_{IXn\text{time}} \beta_{\text{time}}$$

$$= -0,537 * 30,21 * (+0,162) = -2,62\%$$

1% αύξηση του χρόνου μετακίνησης με IX αυξάνει την πιθανότητα επιλογής IX κατά 2.13% και μειώνει την πιθανότητα επιλογής MMM κατά 2,62%

$$E_{x_{IXn\text{COST}}}^{P_n(IX)} = [1 - P_n(IX)] x_{IXn\text{COST}} \beta_{\text{COST}}$$

$$= 0,436 * 2,89 * (-0,969) = -1,22\%$$

$$E_{x_{IXn\text{COST}}}^{P_n(MMM)} = [-P_n(IX)] x_{IXn\text{COST}} \beta_{\text{COST}}$$

$$= -0,537 * 2,89 * (-0,969) = +1,50\%$$

1% αύξηση του κόστους μετακίνησης με IX μειώνει την πιθανότητα επιλογής IX κατά 1.22% και αυξάνει την πιθανότητα επιλογής MMM κατά 1,51%

$$E_{x_{IXndeikths}}^{P_n(IX)} = [1 - P_n(IX)] x_{IXndeikths} \beta_{\text{deikths}}$$

$$= 0,436 * 0,57 * (+6,081) = +1,51\%$$

$$E_{x_{IXndeikths}}^{P_n(MMM)} = [-P_n(IX)] x_{IXndeikths} \beta_{\text{deikths}}$$

$$= -0,537 * 0,57 * (+6,081) = -1,86\%$$

1% αύξηση της διαθεσιμότητας IX αυξάνει την πιθανότητα επιλογής IX κατά 1,22% και μειώνει την πιθανότητα επιλογής MMM κατά 1,51%

Ανακεφαλαιωτικά οι ελαστικότητες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πιν.ΒΙΝ4: Ελαστικότητες δίτιμου προτύπου

ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΕΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ	ΕΠΙΛΟΓΗ IX	ΕΠΙΛΟΓΗ MMM
ΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΧΡΟΝΟ ^α	+2,13%	-2,62%
ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ^β	-1,22%	+1,50%
ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ IX ^γ	+1,51%	-1,86%

Αύξηση 1% των τιμών των παραμέτρων όταν επιλέγει ο φοιτητής/τρια IX.

^α Ελαστικότητα υπολογισμένη για μέσο συνολικό χρόνο μετακίνησης ίσο με 30.21 λεπτά.

^β Ελαστικότητα υπολογισμένη για μέσο κόστος μετακίνησης με IX ίσο με 2.89€.

^γ Ελαστικότητα υπολογισμένη για μέση διαθεσιμότητα IX ίση με 0.57.

Έγινε η παραδοχή ότι η πιθανότητα να επιλέξει ο/η μετακινούμενος/η ΙΧ είναι 53,7% και ΜΜΜ 46,3%.

Από τον πίνακα Πιν.BIN4 προκύπτει ότι η πιθανότητα επιλογής ΜΜΜ είναι περισσότερο ευαίσθητη σε αλλαγές που αφορούν το συνολικό χρόνο μετακίνησης με ΙΧ. Αύξηση σημαντική (+1,50%) στο ποσοστό της πιθανότητας επιλογής ΜΜΜ μπορεί να προέλθει από 1% αύξηση του κόστους μετακίνησης με ΙΧ. Η δε αύξηση κατά 1% της διαθεσιμότητας ΙΧ μειώνει την πιθανότητα επιλογής ΜΜΜ κατά 1,86%.

5.2 Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε το βασικό μεθοδολογικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση του προβλήματος της επιλογής μέσου μετακίνησης των φοιτητών/τριών προς την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.

Σαν αντικείμενα περαιτέρω διερεύνησης προτείνονται:

- Ο προσδιορισμός αντίστοιχων προτύπων σε εργαζομένους της Πολυτεχνειούπολης.
- Ο προσδιορισμός προτύπων επιλογής μέσου τύπου nested logit.

Τα ερωτηματολόγια που μοιραστήκανε δίνουν τη δυνατότητα για περαιτέρω μελέτη σε θέματα όπως:

- Χρόνοι μετακίνησης (παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο μετακίνησης).
- Αλυσίδες μετακίνησης (παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του πρώτου μέσου και πως αυτοί εξελίσσονται).

Επίσης θα μπορούσαν να μοιραστούν ερωτηματολόγια που να διαθέτουν ερωτήσεις που αφορούν υποθετικά σενάρια επιλογής μέσου, προκειμένου να διαπιστωθεί ενδεχόμενη αλλαγή στην συμπεριφορά των μετακινούμενων κατόπιν διαφόρων αλλαγών στην πολιτική των μεταφορών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Daniel McFadden. March 2000 (revised July 2000). “Disaggregate Behavioral Travel Demand’s RUM Side – A 30-Year Retrospective”. Department of Economics, University of California, Berkeley.

Zhou Jiangping, Gould Jane, O’Flaherty Sandra. August 2006. “Commute Travel: How Does Proximity Influence Mode Choice? GIS Analysis of a Large Urban University”. Department of Transportation Services – University of California, Los Angeles.

Couch K.I ,Badoe D.A. November 2006. “Travel Behavior of University Students in the Weekday Journey to Campus and its Implications for Campus Transport Planning”. Department of Civil and Environmental Engineering Tennessee Technological University.

Mahlawat Maneesh, Rayan Selvaraj, Kuchangi Shamanth, Patil Sunil, Burris Mark W. “Examination of Student Travel Mode Choice”. Transportation Research Board Annual Meeting 2007 Paper #07-2616. Accession Number: 01046188.

Del Peterson, Jill Hough, Gary Hegland, James Miller, Dustin Ulmer. April 2005. “Small Urban University Transit: A Tri-Campus Case Study”. Small Urban & Rural Transit Center, Upper Great Plains Transportation Institute, North Dakota State University.

Rhoulac, Tori Danielle, Advisor: Nagui M. Rouphail. June 2003. “School Transportation Mode Choice and Potential Impacts of Automated Vehicle Location Technology”.

Mark P. De Guzman, Crispin Emmanuel Diaz. 2005 “Analysis Of The Mode Choice Behavior Of Students In Exclusive Schools In Metro Manila: The Case Of Ateneo De Manila University & Miriam College”. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1116 – 1131.

Reid Edwing, William Schroeer, William Greene. “School Location And Student Travel: Analysis Of Factors Affecting Mode Choice” Transportation Planning and Analysis 2004. Accession Number: 00985846.

Διπλωματική Εργασία των Φοιτητών: Α. Δοντά και Γ. Παπαθεοδωράκη υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση του Αναπληρωτή Καθηγητή Ι.Μ. Φρατζεσκάκη και του Λέκτορα Δ.Α. Τσαμπούλα 1988. “Στάθμευση και Επιλογή Μέσου Μεταφοράς σε Πανεπιστήμια – Εφαρμογή στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου”.

Frank S. Koppelman, Chandra Bhat with technical support from Vaneet Sethi, Sriram Subramanian, Vincent Bernardin, Jian Zhang. January 2006 (modified June 2006). “A Self Course in Mode Choice Modeling: Multinomial and Nested Logit Models”. U.S. Department of Transportation Federal transit Administration.

Moshe Ben-Akiva, Michel Bierlaire. “Discrete Choice Methods and Their Applications to Short Term Travel Decisions”. Handbook of Transportation Science, 1999, p. 5-34

Νικόλαος Θ. Ποριώτης. “Η Νέα Ελληνική Μεθοδολογία Υπολογισμού του Λειτουργικού Κόστους των Οχημάτων” 1^ο Διεθνές Συνέδριο για την Έρευνα στις Μεταφορές.

Roman Kondratiev, 2000. “Concepts and Methods in Economic Analysis – Models of Choice Behaviour”. Glasgow Caledonian University.

Dimitrios A. Tsamboulas, John Collura, Paul W. Shuldiner. January 1983. “A Methodology to Model Travel – Mode Choice in a University Town”. Civil Engineering Department, University of Massachusetts.

Γεώργιος Α. Βάμβουκας, 2007. “Σύγχρονη Οικονομετρία” - Εκδόσεις Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Κ. Γ. Αμπακούμκιν, 2000. “Σχεδιασμός Μεταφορικών Συστημάτων” - Εκδόσεις Συμμετρία.

Διαδυκτιακοί Τόποι

www.scirus.com

<http://pubsindex.trb.org>

www.ntua.gr

www.oasa.gr

www.survey.ntua.gr «Ανάλυση διακριτών επιλογών»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΜΟΝΑΔΙΚΟ ΜΕΣΟ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 1ου ΜΕΣΟΥ (585 ΕΓΚΥΡΕΣ/689 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	93	38	33	30	5	13	6	162
	57,4%	23,5%	20,4%	18,5%	3,1%	8,0%	3,7%	
ΤΑΧΙ	0	2	0	0	0	0	0	2
	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	
ΙΧ	20	207	7	61	42	213	12	267
	7,5%	77,5%	2,6%	22,8%	15,7%	79,8%	4,5%	
CARPOOLING	1	10	1	2	2	11	1	15
	6,7%	66,7%	6,7%	13,3%	13,3%	73,3%	6,7%	
ΔΙΚΥΚΛΟ	4	25	13	6	2	3	1	27
	14,8%	92,6%	48,1%	22,2%	7,4%	11,1%	3,7%	
ΒΑΔΙΣΜΑ	48	43	22	31	6	15	9	103
	46,6%	41,7%	21,4%	30,1%	5,8%	14,6%	8,7%	
ΑΛΛΟ	0	7	5	1	0	6	0	9
	,0%	77,8%	55,6%	11,1%	,0%	66,7%	,0%	

ΠΡΩΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΜΙΑ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΗ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 1ου ΜΕΣΟΥ (128 ΕΓΚΥΡΕΣ/132 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	37	9	11	7	2	3	1	54
	68,5%	16,7%	20,4%	13,0%	3,7%	5,6%	1,9%	
ΤΡΟΛΕΪ	3	0	0	1	0	0	0	4
	75,0%	,0%	,0%	25,0%	,0%	,0%	,0%	
ΜΕΤΡΟ	15	52	10	5	5	11	3	65
	23,1%	80,0%	15,4%	7,7%	7,7%	16,9%	4,6%	
ΗΣΑΠ	0	1	1	1	0	0	0	2
	,0%	50,0%	50,0%	50,0%	,0%	,0%	,0%	
ΤΑΞΙ	0	1	0	0	0	1	0	1
	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%	,0%	
ΔΙΚΥΚΛΟ	0	1	0	0	0	0	0	1

	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	
ΑΛΛΟ	1	0	0	0	0	0	0	1
	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΜΙΑ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΗ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 2ου ΜΕΣΟΥ (117 ΕΓΚΥΡΕΣ/132 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	84	24	15	12	2	5	1	116
	72,4%	20,7%	12,9%	10,3%	1,7%	4,3%	,9%	
CARPOOLING	0	0	0	0	0	1	0	1
	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%	,0%	

ΠΡΩΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΔΥΟ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 1ου ΜΕΣΟΥ (207 ΕΓΚΥΡΕΣ/213 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	58	23	15	15	1	4	3	93
	62,4%	24,7%	16,1%	16,1%	1,1%	4,3%	3,2%	
ΤΡΟΛΕΪ	6	3	1	1	0	1	1	9
	66,7%	33,3%	11,1%	11,1%	,0%	11,1%	11,1%	
ΜΕΤΡΟ	9	9	1	0	0	1	2	16
	56,2%	56,2%	6,2%	,0%	,0%	6,2%	12,5%	
ΗΣΑΠ	27	26	13	13	6	7	3	55
	49,1%	47,3%	23,6%	23,6%	10,9%	12,7%	5,5%	
ΤΡΑΜ	1	5	0	1	0	2	0	7
	14,3%	71,4%	,0%	14,3%	,0%	28,6%	,0%	
ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ	2	13	3	0	2	2	1	16
	12,5%	81,2%	18,8%	,0%	12,5%	12,5%	6,2%	
ΤΑΞΙ	1	0	0	0	0	0	0	1
	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	
ΟΔΗΓΟΣ ΙΧ	0	5	0	0	0	2	0	6
	,0%	83,3%	,0%	,0%	,0%	33,3%	,0%	
CARPOOLING	1	1	0	0	0	0	0	1

	100,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	
ΔΙΚΥΚΛΟ	0	1	1	1	0	0	0	1
	,0%	100,0%	100,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	
ΑΛΛΟ	0	1	1	0	0	1	0	2
	,0%	50,0%	50,0%	,0%	,0%	50,0%	,0%	

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΔΥΟ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 2ου ΜΕΣΟΥ (203 ΕΓΚΥΡΕΣ/ 214 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	2	1	1	0	1	0	0	3
	66,7%	33,3%	33,3%	,0%	33,3%	,0%	,0%	
ΜΕΤΡΟ	86	129	26	14	14	22	5	198
	43,4%	65,2%	13,1%	7,1%	7,1%	11,1%	2,5%	
ΗΣΑΠ	1	1	0	0	0	0	0	1
	100,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	
ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ	0	1	0	0	1	1	0	1
	,0%	100,0%	,0%	,0%	100,0%	100,0%	,0%	

ΤΡΙΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΔΥΟ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 3ου ΜΕΣΟΥ (193 ΕΓΚΥΡΕΣ/ 213 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	147	30	21	25	2	4	6	193
	76,2%	15,5%	10,9%	13,0%	1,0%	2,1%	3,1%	

ΠΡΩΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΤΡΕΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 1ου ΜΕΣΟΥ (99 ΕΓΚΥΡΕΣ/105 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	35	17	10	10	2	5	3	65
	53,8%	26,2%	15,4%	15,4%	3,1%	7,7%	4,6%	
ΤΡΟΛΕΪ	4	1	1	1	0	0	0	5
	80,0%	20,0%	20,0%	20,0%	,0%	,0%	,0%	
ΜΕΤΡΟ	0	1	0	0	0	0	0	1
	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	
ΗΣΑΠ	5	7	0	2	0	1	0	12
	41,7%	58,3%	,0%	16,7%	,0%	8,3%	,0%	
ΤΡΑΜ	1	1	1	2	0	0	0	4
	25,0%	25,0%	25,0%	50,0%	,0%	,0%	,0%	
ΤΑΞΙ	0	2	0	0	0	0	0	2
	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	
ΟΔΗΓΟΣ ΙΧ	1	2	0	0	0	1	0	3
	33,3%	66,7%	,0%	,0%	,0%	33,3%	,0%	
CARPOOLING	2	4	0	0	0	1	0	5
	40,0%	80,0%	,0%	,0%	,0%	20,0%	,0%	
ΔΙΚΥΚΛΟ	0	1	0	0	0	0	0	1
	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	
ΑΛΛΟ	0	0	0	0	0	1	0	1
	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%	,0%	

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΤΡΕΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 2ου ΜΕΣΟΥ (99 ΕΓΚΥΡΕΣ/105 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)							
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	2	0	2	1	0	0	3
	66,7%	,0%	66,7%	33,3%	,0%	,0%	
ΜΕΤΡΟ	19	31	4	2	2	3	44
	43,2%	70,5%	9,1%	4,5%	4,5%	6,8%	
ΗΣΑΠ	20	16	6	4	1	1	37
	54,1%	43,2%	16,2%	10,8%	2,7%	2,7%	
ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ	5	9	2	0	2	1	15
	33,3%	60,0%	13,3%	,0%	13,3%	6,7%	

ΤΡΙΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΤΡΕΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 3ου ΜΕΣΟΥ (98 ΕΓΚΥΡΕΣ / 105 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)								
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΑΛΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	2	2	0	0	0	0	1	5
	40,0%	40,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	20,0%	
ΜΕΤΡΟ	49	53	12	5	3	5	0	93
	52,7%	57,0%	12,9%	5,4%	3,2%	5,4%	,0%	
Total	51	55	12	5	3	5	1	98

ΤΕΤΑΡΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΤΡΕΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 4ου ΜΕΣΟΥ (91 ΕΓΚΥΡΕΣ / 105 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)							
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΑΝΕΣΗ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	72	17	9	7	1	3	90
	80,0%	18,9%	10,0%	7,8%	1,1%	3,3%	
ΤΑΞΙ	0	1	0	0	0	0	1
	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	

ΠΡΩΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 1ου ΜΕΣΟΥ (10ΕΓΚΥΡΕΣ/10 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)			
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	8	2	9
	88,9%	22,2%	
ΑΛΛΟ	1	0	1
	100,0%	,0%	

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 2ου ΜΕΣΟΥ (10 ΕΓΚΥΡΕΣ / 10 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)						
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
ΗΣΑΠ	6	3	2	1	1	10
	60,0%	30,0%	20,0%	10,0%	10,0%	

ΤΡΙΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 3ου ΜΕΣΟΥ (10 ΕΓΚΥΡΕΣ / 10 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)						
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
ΜΕΤΡΟ	0	1	1	1	1	1
	,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ	5	5	1	0	0	9
	55,6%	55,6%	11,1%	,0%	,0%	

ΤΕΤΑΡΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 4ου ΜΕΣΟΥ (10 ΕΓΚΥΡΕΣ / 10 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)				
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	1	0	0	1
	100,0%	,0%	,0%	
ΜΕΤΡΟ	5	4	1	9
	55,6%	44,4%	11,1%	

ΠΕΜΠΤΟ ΜΕΣΟ ΓΙΑ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΜΕΤΕΠΙΒΙΒΑΣΕΙΣ - ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ 5ου ΜΕΣΟΥ (10 ΕΓΚΥΡΕΣ / 10 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)					
	ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	ΣΥΝΗΘΕΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	7	2	2	1	9
	77,8%	22,2%	22,2%	11,1%	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Αγ.Ανάργυροι	7	0,6	Ηράκλειο	23	2,0	Παγκράτι	23	2,0
Αγ.Δημήτριος	8	0,7	Θησείο	2	0,2	Παιανία	3	0,3
Αγ.Ελευθέριος	2	0,2	Θρακομακεδόνες	3	0,3	Παλαιά Κοκκινιά	1	0,1
Αγ.Λουκάς	2	0,2	Ίλιον	5	0,4	Παλαιό Φάληρο	15	1,3
Αγ.Παντελεήμ-ονας	1	0,1	Ιλίσια	34	3,0	Παλλήνη	12	1,0
Αγ.Παρασκευή	24	2,1	Καισαριανή	8	0,7	Πανόρμου	3	0,3
Αγ.Στέφανος	1	0,1	Καλαμάκι	4	0,3	Παπάγου	13	1,1
Αθήνα	17	1,5	Καλλιθέα	21	1,8	Πατήσια	34	3,0
Αιγάλεω	8	0,7	Καματερό	4	0,3	Πεδίο Άρεως	2	0,2
Ακαδημία Πλάτωνος	1	0,1	Καρέας	3	0,3	Πειραιάς	26	2,3
Ακρόπολη	1	0,1	Καστέλα	2	0,2	Πεντέλη	3	0,3
Άλιμος	11	1,0	Κατεχάκη	1	0,1	Πέραμα	3	0,3
Αμπελόκηποι	37	3,2	Κερατέα	1	0,1	Περισσός	1	0,1
Ανατολή	1	0,1	Κερατσίνι	3	0,3	Περιστέρι	23	2,0
Άνοιξη	6	0,5	Κηφισιά	15	1,3	Πετράλωνα	8	0,7
Άνω Λιόσια	3	0,3	Κολωνάκι	4	0,3	Πετρούπολη	15	1,3
Αργυρούπολη	7	0,6	Κολωνός	5	0,4	Πεύκη	11	1,0
Ασπρόπυργος	1	0,1	Κορυδαλλός	7	0,6	Πικέρμι	3	0,3
Βάρη	4	0,3	Κορωπί	2	0,2	Πολύγωνο	7	0,6
Βάρκιζα	1	0,1	Κουκάκι	3	0,3	Πολυδένδρι	1	0,1
Βικτώρια	3	0,3	Κρυονέρι	3	0,3	Πολύδροσο	1	0,1
Βοτανικός	1	0,1	Κυψέλη	19	1,7	Ραφήνα	1	0,1
Βούλα	9	0,8	Λαμπρινή	1	0,1	Ρέντης	1	0,1
Βουλιαγμένη	1	0,1	Λυκαβηττός	3	0,3	Ροδόπολη	3	0,3
Βρυλίσια	20	1,7	Λυκόβρυση	3	0,3	Σαλαμίνα	1	0,1
Βύρωνα	21	1,8	Μαγούλα Αττικής	1	0,1	Σεπόλια	5	0,4
Γαλάτσι	26	2,3	Μαραθώνας	1	0,1	Σπάτα	3	0,3
Γέρακας	9	0,8	Μαρκόπουλο	3	0,3	Ταύρος	2	0,2
Γκύζη	13	1,1	Μαρούσι	26	2,3	Υμηττός	2	0,2
Γλυκά Νερά	4	0,3	Μέγαρα	1	0,1	Φιλαδέλφεια	5	0,4
Γλυφάδα	25	2,2	Μελίσσια	10	0,9	Φιλή	2	0,2
Γουδί	19	1,7	Μενίδι	1	0,1	Φιλοθέη	6	0,5
Δάφνη	7	0,6	Μεταμόρφωση	5	0,4	Χαϊδάρι	10	0,9
Διόνυσος	6	0,5	Μοσχάτο	2	0,2	Χαλάνδρι	27	2,3
Δροσιά	3	0,3	Νέα Ερυθραία	4	0,3	Χαλκίδα	1	0,1
Εκάλη	5	0,4	Νέα Ιωνία	13	1,1	Χολαργός	20	1,7
Ελευσίνα	2	0,2	Νέα Μάκρη	3	0,3	Ψυχικό	10	0,9
Ελληνικό	2	0,2	Νέα Πεντέλη	1	0,1	ΣΥΝΟΛΟ	1150	100,0
Εξάρχεια	7	0,6	Νέα Σμύρνη	26	2,3			
Ζωγράφου	196	17,0	Νέα Χαλκηδόνα	1	0,1			
Ηλιούπολη	26	2,3	Νέος Κόσμος	10	0,9			
Νίκαια	8	0,7						

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)		ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	15,2 (2)	CARPOOLING/METPO/ΛΕΩΦ	,1
TAXI	,2	ΔΙΚΥΚΛΟ/METPO/ΛΕΩΦ	,1
ΙΧ	26,4 (1)	ΑΛΛΟ/METPO/ΛΕΩΦ	,2
CARPOOLING	1,4	ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ/METPO/ΛΕΩΦ	,2
ΔΙΚΥΚΛΟ	3,0 (8)	ΛΕΩΦ/METPO/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	,2
ΒΑΔΙΣΜΑ	12,9 (3)	ΛΕΩΦ/METPO/METPO/ΛΕΩΦ	2,7 (9)
ΑΛΛΟ	,8	ΛΕΩΦ/ΗΣΑΠ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	,1
ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	5,0 (6)	ΛΕΩΦ/ΗΣΑΠ/METPO/ΛΕΩΦ	2,5 (10)
ΛΕΩΦ/CARPOOLING	,1	ΛΕΩΦ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/METPO/ΛΕΩΦ	,3
ΤΡΟΛΕΪ/ΛΕΩΦ	,3	ΤΡΟΛΕΪ/ΗΣΑΠ/METPO/ΛΕΩΦ	,5
METPO/ΛΕΩΦ	5,7 (5)	ΗΣΑΠ/METPO/METPO/ΛΕΩΦ	,1
ΗΣΑΠ/ΛΕΩΦ	,2	ΗΣΑΠ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/METPO/ΛΕΩΦ	1,0
ΤΑΞΙ/ΛΕΩΦ	,1	ΤΡΑΜ/METPO/METPO/ΛΕΩΦ	,3
ΔΙΚΥΚΛΟ/ΛΕΩΦ	,1	ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/ΗΣΑΠ/METPO/ΛΕΩΦ	,1
ΑΛΛΟ/ΛΕΩΦ	,1	ΤΑΞΙ/METPO/METPO/ΛΕΩΦ	,1
ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	,2	ΤΑΞΙ/ΗΣΑΠ/METPO/ΤΑΞΙ	,1
ΛΕΩΦ/METPO/ΛΕΩΦ	8,3 (4)	ΙΧ/ΛΕΩΦ/METPO/ΛΕΩΦ	,1
ΤΡΟΛΕΪ/METPO/ΛΕΩΦ	,7	ΙΧ/METPO/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	,1
METPO/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	,2	ΙΧ/ΗΣΑΠ/METPO/ΛΕΩΦ	,1
METPO/METPO/ΛΕΩΦ	1,3	ΙΧ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/METPO/ΛΕΩΦ	,1
ΗΣΑΠ/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	,1	CARPOOLING/METPO/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	,1
ΗΣΑΠ/METPO/ΛΕΩΦ	4,7 (7)	CARPOOLING/METPO/METPO/ΛΕΩΦ	,2
ΗΣΑΠ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/ΛΕΩΦ	,1	CARPOOLING/ΗΣΑΠ/METPO/ΛΕΩΦ	,2
ΤΡΑΜ/METPO/ΛΕΩΦ	,7	ΔΙΚΥΚΛΟ/METPO/METPO/ΛΕΩΦ	,1
ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/METPO/ΛΕΩΦ	1,4	ΑΛΛΟ/METPO/METPO/ΛΕΩΦ	,1
ΤΑΞΙ/METPO/ΛΕΩΦ	,1	ΛΕΩΦ/ΗΣΑΠ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ/METPO/ΛΕΩΦ	,8
ΙΧ/METPO/ΛΕΩΦ	,4	ΑΛΛΟ/ΗΣΑΠ/METPO/ΛΕΩΦ/ΛΕΩΦ	,1
ΙΧ/METPO/CARPOOLING	,1		



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΕΥΝΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ

ΦΥΛΟ: ΑΝΔΡΑΣ ☐ ΓΥΝΑΙΚΑ ☐ ΗΛΙΚΙΑ

ΑΠΟ ΠΟΣΑ ΜΕΛΗ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ Η ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΣΑΣ;

ΠΟΣΑ Ι.Χ. ΔΙΑΘΕΤΕΤΕ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ;

ΕΙΣΤΕ ΚΑΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ Ι.Χ.; ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

ΚΑΤΑΓΩΓΗ(ΠΟΛΗ):..... ΚΑΤΟΙΚΙΑ(ΠΕΡΙΟΧΗ):.....

ΣΧΟΛΗ:

ΙΔΙΟΤΗΤΑ: ΦΟΙΤΗΤΗΣ ☐ (ΕΞΑΜΗΝΟ)..... ΔΙΔΑΣΚΩΝ/ΔΕΠ ☐ ΑΛΛΟ.....

1. ΠΟΣΕΣ ΚΑΙ ΜΕ ΠΟΙΟ ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙΤΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΝΗΘΗ ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ ΣΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ;

	ΕΠΙΒΙΒΑΣΗ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΣΟΥ	ΑΠΟΒΙΒΑΣΗ	ΛΟΓΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΣΟΥ
1^η ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ	ΣΤΑΣΗ ΩΡΑ ΕΠΙΒΙΒΑΣΗΣ ΩΡΑ ΑΠΟΒΙΒΑΣΗΣ	☐ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ ΑΡ. ☐ ΤΡΟΛΕΪ ΑΡ. ☐ ΜΕΤΡΟ ☐ ΗΣΑΠ ☐ ΤΡΑΜ ☐ ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ ☐ ΤΑΞΙ ΙΧ ☐ ΟΔΗΓΟΣ ☐ ΑΛΛΟ ☐ ΔΙΚΥΚΛΟ ☐ ΒΑΔΙΣΜΑ ΜΕΤΡΑ ☐ ΑΛΛΟ	ΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	☐ ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ☐ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ☐ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ☐ ΣΥΝΗΘΕΙΑ ☐ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ☐ ΑΝΕΣΗ ☐ ΤΥΧΑΙΑ ☐ ΑΛΛΟ
2^η ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ	ΣΤΑΣΗ ΩΡΑ ΕΠΙΒΙΒΑΣΗΣ ΩΡΑ ΑΠΟΒΙΒΑΣΗΣ	☐ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ ΑΡ. ☐ ΤΡΟΛΕΪ ΑΡ. ☐ ΜΕΤΡΟ ☐ ΗΣΑΠ ☐ ΤΡΑΜ ☐ ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ ☐ ΤΑΞΙ ΙΧ ☐ ΟΔΗΓΟΣ ☐ ΑΛΛΟ ☐ ΔΙΚΥΚΛΟ ☐ ΒΑΔΙΣΜΑ ΜΕΤΡΑ ☐ ΑΛΛΟ	ΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	☐ ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ☐ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ☐ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ☐ ΣΥΝΗΘΕΙΑ ☐ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ☐ ΑΝΕΣΗ ☐ ΤΥΧΑΙΑ ☐ ΑΛΛΟ
3^η ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ	ΣΤΑΣΗ ΩΡΑ ΕΠΙΒΙΒΑΣΗΣ ΩΡΑ ΑΠΟΒΙΒΑΣΗΣ	☐ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ ΑΡ. ☐ ΤΡΟΛΕΪ ΑΡ. ☐ ΜΕΤΡΟ ☐ ΗΣΑΠ ☐ ΤΡΑΜ ☐ ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ ☐ ΤΑΞΙ ΙΧ ☐ ΟΔΗΓΟΣ ☐ ΑΛΛΟ ☐ ΔΙΚΥΚΛΟ ☐ ΒΑΔΙΣΜΑ ΜΕΤΡΑ ☐ ΑΛΛΟ	ΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	☐ ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ☐ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ☐ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ☐ ΣΥΝΗΘΕΙΑ ☐ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ☐ ΑΝΕΣΗ ☐ ΤΥΧΑΙΑ ☐ ΑΛΛΟ
4^η ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ	ΣΤΑΣΗ ΩΡΑ ΕΠΙΒΙΒΑΣΗΣ ΩΡΑ ΑΠΟΒΙΒΑΣΗΣ	☐ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ ΑΡ. ☐ ΤΡΟΛΕΪ ΑΡ. ☐ ΜΕΤΡΟ ☐ ΗΣΑΠ ☐ ΤΡΑΜ ☐ ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ ☐ ΤΑΞΙ ΙΧ ☐ ΟΔΗΓΟΣ ☐ ΑΛΛΟ ☐ ΔΙΚΥΚΛΟ ☐ ΒΑΔΙΣΜΑ ΜΕΤΡΑ ☐ ΑΛΛΟ	ΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	☐ ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ☐ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ☐ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ☐ ΣΥΝΗΘΕΙΑ ☐ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ☐ ΑΝΕΣΗ ☐ ΤΥΧΑΙΑ ☐ ΑΛΛΟ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

2.ΧΡΟΝΟΣ ΑΦΙΞΗΣ ΣΤΟ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟ (ΣΧΟΛΗ/ΑΙΘΟΥΣΑ) ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΤΙΓΜΗ ΤΗΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑΣ ΑΠΟΒΙΒΑΣΗΣ (ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΜΕ ΤΑ ΠΟΔΙΑ).....

3.ΠΥΛΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ:

ΑΝΤΙΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ☐ ΚΟΚΚΙΝΟΠΟΥΛΟΥ ☐ ΚΑΤΕΧΑΚΗ ☐ ΖΩΓΡΑΦΟΥ ☐

4.ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΑΠΟ ΟΙΚΙΑ ΣΕ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟ

5.ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΝΩΜΗΣ (ΓΙΑ ΜΕΣΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ)

ΕΙΣΠΤΗΡΙΟ ΛΙΛΟ ☐

ΜΙΝΙΜΙΑ ΚΑΡΤΑ ☐

ΕΙΣΠΤΗΡΙΟ 90' ☐

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΡΤΑ ☐

ΑΛΛΟ ☐

6.ΛΟΓΟΣ ΜΗ ΧΡΗΣΗΣ Μ.Μ.Μ

ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΙΣΕΙΣ ☐

ΑΝΕΠΑΡΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ☐

ΚΟΣΤΟΣ ☐

ΕΛΛΕΨΗ ΑΝΕΣΗΣ ☐

ΑΛΛΟ ☐

7.ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙΤΕ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ; ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

8.ΕΑΝ ΝΑΙ, ΠΟΙΕΣ, ΜΕ ΠΟΙΟ ΜΕΣΟ ΚΑΙ ΠΟΙΑ ΩΡΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ

	ΑΠΟ	ΠΡΟΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ		ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ	ΠΟΣΕΣ ΦΟΡΕΣ ΤΗΝ ΕΒΔΟΜΑΔΑ
			ΠΕΖΟΣ	ΑΛΛΟ		
1.						
2.						
3.						
4.						

9.ΑΝ ΥΠΗΡΧΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΤΗΝ ΠΟΛΥΤ/ΠΟΛΗ ΘΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΣΑΤΕ;

ΝΑΙ ☐

ΟΧΙ ☐

10.ΕΑΝ ΝΑΙ ΓΙΑ ΠΟΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΣΑΣ;

ΚΑΤΑΤΑΞΤΕ ΜΕ ΣΕΙΡΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (1)ΠΟΛΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ (2)ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ (3)ΛΙΓΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ (4)ΑΣΗΜΑΝΤΗ

1. 2. 3. 4.

11.ΕΙΣΤΕ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ/Η ΑΠΟ ΤΟ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΗΣ ΠΟΛΥΤ/ΠΟΛΗΣ;

ΝΑΙ ☐

ΟΧΙ ☐