



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ

ΔΩΡΕΑΝ ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Γούλας Βαγγέλης

Επιβλέπων Καθηγητής

Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Μάρτιος 2022

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Γιώργο Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., για την ανάθεση και επίβλεψη της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, την υποστήριξη και την πολύτιμη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια εκπόνησής της, καθώς και για την εξαιρετική συνεργασία μας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω εξίσου θερμά την Αρμίρα Κονταξή, υποψήφια Διδάκτορα Ε.Μ.Π., για την καθοριστική συμβολή της στην ολοκλήρωση της εργασίας, καθώς και για το εξαιρετικό κλίμα συνεργασίας που διαμόρφωσε.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους όσους συμμετείχαν στην έρευνα ερωτηματολογίου, για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν. Ευχαριστώ πολύ τους φίλους μου για την ηθική και ψυχολογική υποστήριξη, όπως και την κατανόηση που έδειξαν, κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου.

Τέλος είμαι ευγνώμων στους γονείς μου για την υποστήριξη που μου έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνω αυτήν την εργασία στην οικογένειά μου.

Αθήνα, Μάρτιος 2022
Γούλας Βαγγέλης

Σύνοψη

Τα τελευταία χρόνια οι δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες έχουν προταθεί ως τρόπος προσέλκυσης περισσότερων επιβατών, με σκοπό τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης αλλά και της μείωσης της ρύπανσης. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει ως στόχο τη διερεύνηση της στάσης των πολιτών που διαμένουν στην Αττική απέναντι στις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες. Για τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης σε υποθετικά σενάρια κόστους, χρόνου και άνεσης διαδρομής, τα οποία συμπεριελήφθησαν σε ειδικά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο που απάντησαν 234 μετακινούμενοι στην περιοχή της Αττικής. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης (πολυωνυμικό και διωνυμικό), τα οποία έδειξαν ότι η πιθανότητα αλλαγής μέσου μετακίνησης σε δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κόστος, τον χρόνο, την άνεση, τις πεποιθήσεις, τα χαρακτηριστικά μετακίνησης και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων. Όσο ταχύτερη και πιο άνετη είναι η μετακίνηση, ανεξαρτήτως της μείωσης του κόστους, τόσο πιθανότερο είναι οι ερωτηθέντες να επιλέξουν τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες έναντι της παραμονής τους στο μεταφορικό μέσο που χρησιμοποιούν.

Λέξεις κλειδιά: μέσα μαζικής μεταφοράς, δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες, δεδηλωμένη προτίμηση, μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης

Abstract

In recent years, free public transport has been proposed as a way to attract more passengers, in order to reduce congestion but also to reduce pollution. This Diploma Thesis aims to explore the attitudes of passengers living in Attica Region towards free public transport. The method of stated preference and hypothetical cost, time and route comfort scenarios were used to collect the required data, which were included in a specially designed questionnaire answered by 234 commuters in the Attica region. Subsequently, logistic regression models (polynomial and binomial) were developed, which showed that the possibility of changing means of free public transport depends largely on the cost, time, comfort, beliefs, transportation characteristics and demographic characteristics of the respondents. The faster and more comfortable the journey, regardless of cost reduction, the more likely it is to opt for free public transport instead of staying in the existing means of transport.

Keywords: public transport, free public transportation, stated-preference, logistic regression models

Περίληψη

Τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω των αυξημένων αναγκών για καθημερινή μετακίνηση των πολιτών, παρατηρείται ολοένα και μεγαλύτερη χρήση των δημόσιων μέσων μαζικής μεταφοράς. Σε όλες τις πρωτεύουσες των Ευρωπαϊκών χωρών υπάρχει μεγάλη ποικιλία μέσων μεταφοράς, όπως είναι το Μετρό, το αστικό λεωφορείο, το Τραμ, το Τρόλεϊ και ο Προαστιακός Σιδηρόδρομος, για την κάλυψη των καθημερινών αναγκών των πολιτών. Έτσι λοιπόν, έχει έρθει στο προσκήνιο οι αστικές μεταφορές να πραγματοποιούνται δωρεάν με τα δημόσια μέσα. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία **στοχεύει στη διερεύνηση της στάσης των πολιτών που κατοικούν στην Αττική απέναντι στις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες.**

Για τον σκοπό αυτό αναζητήθηκε βιβλιογραφία σχετική με το αντικείμενο της έρευνας σε διεθνές επίπεδο. Ταυτόχρονα, αποφασίστηκε η συλλογή των απαραίτητων δεδομένων να πραγματοποιηθεί μέσω **ερωτηματολογίου**, στο οποίο αναπτύχθηκαν **δέκα σενάρια** σύμφωνα με τη μέθοδο της **δεδηλωμένης προτίμησης**. Οι εναλλακτικές επιλογές των σεναρίων ήταν η παραμονή στο υπάρχον μέσο που χρησιμοποιούν για τις μετακινήσεις τους και η αλλαγή σε χρήση των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών.

Για την πραγματοποίηση όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, αναπτύχθηκαν τα εξής μαθηματικά μοντέλα: πρότυπο **πολυωνυμικής και διωνυμικής παλινδρόμησης**. Με αυτό τον τρόπο ανάλυσης επιτεύχθηκε ο εντοπισμός των επιπέδων επιρροής τριών παραμέτρων: **του χρόνου, της άνεσης και του κόστους** και η πιθανή **επιθυμία χρήσης των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών στην Αττική**. Τα μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν από αυτές τις αναλύσεις παρατίθενται στους πίνακες που ακολουθούν:

Πίνακας 6.1: Μοντέλο επιλογής μέσου

Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	Odds Ratio
Σταθερός όρος			
Κόστος	-0.799	0.0155361	0.450
Χρόνος	-1.648	1.384e-11	0.192
Χαμηλό επίπεδο άνεσης	-0.188	0.0179929	0.829
Υψηλό επίπεδο άνεσης	0.692	< 2.2e-16	1.997
“Άλλα θέματα” στο σκοπό μετακίνησης	-0.652	1.214e-08	0.521
“Σπάνια και ποτέ” για τη συχνότητα χρήσης Μ.Μ.Μ	-0.428	0.0001582	0.652
“Ελαφρώς ικανοποιητικά και Καθόλου ικανοποιητικά” για τα πακέτα έκπτωσης κομίστρου	0.428	1.656e-05	1.534
“Ελαφρώς ικανοποιητική και Καθόλου ικανοποιητική” για τη μείωση του κόστους ως πρόταση βελτίωσης των δημόσιων συγκοινωνιών	-0.371	0.0007224	0.690
Μεσαίο επίπεδο εισοδήματος			
Υψηλό επίπεδο εισοδήματος	-0.654	0.0002822	0.520
30 – 44 ετών			
>45 ετών	0.335	0.0370603	1.398

Πίνακας 6.2: Μοντέλο προτίμησης

Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	Odds Ratio
Σταθερός όρος	-0.522	1.74e-05	0,593
“Για δουλειά” στο σκοπό μετακίνησης	0.755	4.06e-11	2,128
“Σπάνια και Ποτέ” στη συχνότητα χρήσης ΙΧ	2.436	< 2e-16	11,427
“Ελαφρώς σημαντικό και Καθόλου σημαντικό” στο κόστος μετακίνησης	-0.882	1.94e-11	0,414
30 - 44 ετών			
>45 ετών	1.012	2.07e-09	2,751
Γυναίκα	0.562	4.95e-10	1,754

Για τα δύο μοντέλα που παρουσιάστηκαν παραπάνω χρησιμοποιήθηκαν δύο συναρτήσεις χρησιμότητας. Αρχικά, η συνάρτηση χρησιμότητας U1, για το μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης ορίζεται ως εξής:

$$U1 = -0.799 * Cost -1.648 * Time -0.188 * Comfort1 + 0.692 * Comfort2 -0.652 * OTHER1 - 0.428 * USE_PT72 + 0.428 * DIS_PAC/GE84 -0.371 * LOW_COST86 -0.654 * IN3 + 0.335 * AGE3$$

Και η συνάρτηση χρησιμότητας U2 για το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης είναι η εξής:

$$U2 = -0.522 + 0.755 * WORK1 + 2.436 * USE_C62 - 0.882 * CHAR_COST74 + 1.012 * AGE3 + 0.562 * GENDER1$$

Τα σημαντικότερα **συμπεράσματα** που προκύπτουν μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής του μαθηματικού μοντέλου της λογιστικής πολυωνυμικής παλινδρόμησης συνοψίζονται στα εξής σημεία:

- Οι δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες κατά κύριο λόγο εξαρτώνται από τρεις παραμέτρους: το κόστος, το χρόνο και το επίπεδο άνεσης. Από την επεξεργασία των ευρημάτων της έρευνας ερωτηματολογίου προέκυψε ότι οι ερωτηθέντες προτιμούν να επιλέξουν τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες με την προϋπόθεση ότι θα εξασφαλίσουν **χαμηλότερο κόστος μετακίνησης**, θα **εξοικονομήσουν περισσότερο χρόνο** και θα τους παρέχεται το **βέλτιστο δυνατό επίπεδο άνεσης**.
- Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε ότι ο σκοπός των μετακινήσεών τους γίνεται για **“Άλλα θέματα”**, κάτι το οποίο φανερώνει ότι η μειωμένη ανάγκη για αστικές μετακινήσεις δεν επιβαρύνει την καθημερινότητά τους. Αυτό συνεπάγεται πως ο σκοπός της μετακίνησης πιθανώς να μην είναι μια καθημερινή και κοστοβόρα ανάγκη.
- Δεδομένου ότι οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες στην έρευνα δεν θεωρούν τα υπάρχοντα **πακέτα έκπτωσης κομίστρου** ικανοποιητικά, επιθυμούν έντονα να παρέχονται οι υπηρεσίες των δημόσιων συγκοινωνιών **δωρεάν** στην πόλη.
- Αναφορικά με τους μετακινούμενους που δήλωσαν ότι το **ετήσιο εισόδημά** τους κατατάσσεται στις υψηλές κατηγορίες, μειώνεται η πιθανότητα για χρήση των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών.
- Αντίθετα, οι μετακινούμενοι που είναι **άνω των 45 ετών** δήλωσαν ενδιαφέρον για την μετάβαση σε δωρεάν δημόσιες μετακινήσεις. Αυτό το αποτέλεσμα είναι λογικό, καθώς

καθημερινά οι δρόμοι της Αθήνας περικλείονται από αμέτρητα οχήματα, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο μείωση της εξυπηρέτησης του μετακινούμενου τόσο στην κυκλοφορία, όσο και στην στάθμευση.

Από την **ανάλυση ευαισθησίας** που πραγματοποιήθηκε στο κεφάλαιο 5 (Παράγραφος 5.2.6) προέκυψαν για τη πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση τα εξής συμπεράσματα:

- Με τη **μεταβολή του χρόνου**, παρατηρείται έντονο ενδιαφέρον για αλλαγή μέσου, με γνώμονα το **επίπεδο βελτίωσης της άνεσης** των δημόσιων συγκοινωνιών, συμπεριλαμβανομένου του γεγονότος πως οι συμμετέχοντες κατέχουν **υψηλό εισόδημα** και κατατάσσονται στην ηλικιακή κλίμακα των ατόμων **μεγαλύτερων των 45 ετών**.
- Παράλληλα, φαίνεται έντονα η ανάγκη των κατοίκων της Αττικής για **μείωση του χρόνου** στις μετακινήσεις τους και **αύξηση του επιπέδου άνεσης**, ανεξαρτήτως από το **επίπεδο μείωσης του κόστους**. Και σε αυτή την περίπτωση σημαντικός παράγοντας αποτελεί το υψηλό εισόδημα και η ηλικιακή κατηγορία των ερωτηθέντων της έρευνας ερωτηματολογίου.

Αντίστοιχα, τα σημαντικότερα **συμπεράσματα** της εφαρμογής του μαθηματικού μοντέλου της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης συνοψίζονται στα εξής σημεία:

- Όσοι Αθηναίοι **εργάζονται**, είναι περισσότερο πιθανό να επιλέξουν τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες. Γνωρίζοντας το καθημερινό ωράριο εργασίας του, ο μετακινούμενος μπορεί να βάλει πιο εύκολα στην καθημερινότητά του τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Επιπλέον η μετακίνηση από και προς το χώρο εργασίας πρόκειται για ένα **πάγιο έξοδο**, επομένως οι μετακινούμενοι επιθυμούν να μειώσουν στο ελάχιστο το έξοδο αυτό.
- Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι δήλωσαν πως κάνουν **ελάχιστη χρήση του αυτοκινήτου** τους έχουν περισσότερες πιθανότητες να ξεκινήσουν τη χρήση άλλων μεταφορικών μέσων. Έτσι λοιπόν το προνόμιο των δωρεάν μετακινήσεων με τις δημόσιες συγκοινωνίες αποτελεί σημαντικό κίνητρο για εκείνους.
- Σύμφωνα με τους ερωτηθέντες και το κατά πόσο σημαντικό θεωρούν το κόστος μετακίνησης, προκύπτει ότι δεν επηρεάζει έντονα την επιλογή του μέσου μετακίνησης και κατ' επέκταση **την αλλαγή του μέσου** σε δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες. Οι πολίτες της Αθήνας θα επιλέξουν τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες με γνώμονα τις αλλαγές που θα προκύψουν στις υπόλοιπες παραμέτρους της διωνυμικής ανάλυσης.

Οι **γυναίκες** είναι περισσότερο διατεθειμένες να χρησιμοποιήσουν τις **δωρεάν** δημόσιες συγκοινωνίες σε σχέση με τους άντρες οι οποίοι ενδεχομένως δυσκολεύονται εντονότερα να αλλάξουν τις καθημερινές τους συνήθειες, όπως για παράδειγμα το **μέσο μετακίνησης** τους.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	2
Σύνοψη	3
Abstract	4
Περίληψη	5
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	10
1.1 Γενική Ανασκόπηση	10
1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	13
1.3 Μεθοδολογία	13
1.4 Δομή διπλωματικής εργασίας	14
Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	16
2.1 Εισαγωγή	16
2.2 Έρευνα για τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες	16
2.2.1 Συναφείς έρευνες	16
2.2.2 Έρευνες και αποτελέσματα	17
2.3 Σύνοψη	19
Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό υπόβαθρο	21
3.1 Εισαγωγή	21
3.2 Μαθηματικά πρότυπα	21
3.2.1 Γραμμική Παλινδρόμηση	21
3.2.2 Πιθανοτική ανάλυση	21
3.2.3 Λογιστική Παλινδρόμηση	22
3.2.4 Σύνοψη	22
3.3 Λογιστική Παλινδρόμηση	22
3.4 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου	24
3.5 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης	27
3.6 Θεωρία στοχαστικής χρησιμότητας – Συνάρτηση χρησιμότητας	28
Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων	30
4.1 Εισαγωγή	30
4.2 Συλλογή στοιχείων	30
4.2.1 Μορφή ερωτηματολογίου	30
4.2.2 Οι ενότητες του ερωτηματολογίου	30
4.2.3 Τα σενάρια	31
4.2.4 Συλλογή ερωτηματολογίων	32
4.3 Επεξεργασία στοιχείων	32
4.2.1 Κωδικοποίηση δεδομένων	32

4.4	Συγκεντρωτικά στοιχεία	34
Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή της μεθοδολογίας της έρευνας και αποτελέσματα		38
5.1	Εισαγωγή.....	38
5.2	Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.....	38
5.2.1	<i>Εισαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα R-Studio</i>	38
5.2.2	<i>Ο Κώδικας</i>	40
5.2.3	<i>Συνάρτηση Χρησιμότητας</i>	42
5.2.4	<i>Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου</i>	44
5.2.5	<i>Αποτελέσματα</i>	46
5.2.6	<i>Ανάλυση Ευαισθησίας</i>	47
5.3	Στατιστικό πρότυπο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.....	51
5.3.1	<i>Επεξεργασία δεδομένων</i>	51
5.3.2	<i>Ο κώδικας</i>	52
5.3.3	<i>Συνάρτηση χρησιμότητας</i>	53
5.3.4	<i>Στατιστικός έλεγχος μοντέλου</i>	55
5.3.5	<i>Αποτελέσματα</i>	56
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα.....		58
6.1	Σύνοψη.....	58
6.2	Συμπεράσματα	60
6.3	Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων	61
6.4	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	63
Βιβλιογραφία.....		64
Παραρτήματα		65
Παράρτημα Α – Ερωτηματολόγιο		65
Παράρτημα Β – Ο Κώδικας της ανάλυσης R – Studio		76

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Ο όρος «δημόσιες συγκοινωνίες» περιγράφει ένα ευρύ φάσμα συστημάτων και μέσων μεταφοράς, αναφερόμενος τόσο σε υπεραστικές και αστικές μεταφορές, όσο και σε όλα τα χερσαία, θαλάσσια και εναέρια μέσα μεταφοράς. Οι δημόσιες συγκοινωνίες προσφέρουν μεταφορικές υπηρεσίες σε ένα κοινό, το οποίο κάνει συχνή χρήση των διαφόρων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι ο όρος «δημόσιες» αναφέρεται στο γεγονός ότι τα μέσα αυτά προσφέρονται για δημόσια χρήση, και όχι πως ανήκουν απαραίτητα σε κάποιο δημόσιο φορέα (Gavanas et al., 2015).

Οι συγκοινωνίες στην Αττική αποτελούνται από τα μέσα οδικών μεταφορών (Αστικά Λεωφορεία και Τρόλεϊ) και τα μέσα σταθερής τροχιάς (Μετρό, Τραμ, Προαστιακός). Ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών της Αθήνας (ΟΑΣΑ) είναι υπεύθυνος για τη λειτουργία όλων των προαναφερόμενων μέσων, εκτός από τον Προαστιακό, του οποίου τη λειτουργία εποπτεύει η ΤΡΑΙΝΟΣΕ.

ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΚΑΙ ΤΡΟΛΕΪ

Οι γραμμές των λεωφορείων και των τρόλεϊ καλύπτουν 300 περίπου στάσεις σε όλη την Αττική. Η συχνότητα των δρομολογίων και το ωράριο των γραμμών αλλάζει ανάλογα με την ημέρα της εβδομάδας και την εποχή. Στις αργίες εφαρμόζεται το πρόγραμμα της Κυριακής (Athens Transport, n.d.).

Για την κάλυψη των διαφόρων διαδρομών υπάρχει το Ath.ena Ticket, το οποίο είναι ένα ηλεκτρονικό εισιτήριο για τις συγκοινωνίες της Αθήνας. Είναι εφικτή η αγορά ενός ενιαίου εισιτηρίου για 5 ημέρες, ενώ παράλληλα υπάρχει η δυνατότητα για την απόκτηση εισιτηρίου για χρονική διάρκεια ενός μήνα, ακόμα και ενός χρόνου. Στα εισιτήρια μεγαλύτερης διάρκειας υπάρχουν κάποια προνόμια μειωμένης αξίας και η έκδοση μίας κάρτας Ath.ena Card. Τόσο για το εισιτήριο, όσο και για την κάρτα υπάρχει η δυνατότητα επαναφόρτισης ξανά και ξανά στα εκδοτήρια ή στα αυτόματα μηχανήματα που υπάρχουν στους σταθμούς. Έτσι λοιπόν μέσω αυτών των μικρών δράσεων υποστηρίζεται η μείωση χρήσης χαρτιού, προστατεύοντας με αυτό τον τρόπο το περιβάλλον. Η αγοράς ενός ηλεκτρονικού εισιτηρίου από ένα αυτόματο μηχάνημα μπορεί να γίνει με λίγα απλά και γρήγορα βήματα. Στην συνέχεια παρουσιάζονται δύο πίνακες με πληροφορίες για το κόμιστρο του εισιτηρίου (Athens Transport, 2018).

Εισιτήρια μικρής διάρκειας (χωρίς μετακινήσεις προς Αεροδρόμιο)

athenstransport.com	ATH.ENA.TICKET	
	Πολλαπλό εισιτήριο	
	Ολόκληρο	Μειωμένο
Ένα εισιτήριο 90 λεπτών	1,20 €	✘
Δύο εισιτήρια 90 λεπτών	2,30 €	✘
Πέντε εισιτήρια 90 λεπτών	5,70 €	✘
Έντεκα εισιτήρια 90 λεπτών (1 δωρεάν)	12 €	✘
Εισιτήριο 24 ωρών	4,10 €	✘
Εισιτήριο 5 ημερών	8,20 €	✘

✘= Δεν είναι διαθέσιμο

Εικόνα 1.1 Τιμές ηλεκτρονικού εισιτηρίου χωρίς μετακινήσεις προς Αεροδρόμιο

Εισιτήρια μικρής διάρκειας (με μετακινήσεις προς το Αεροδρόμιο)

athenstransport.com	ATHENATICKET Πολλαπλό εισιτήριο	
	Ολόκληρο	Μειωμένο
Εισιτήριο Λεωφορείου Express για Αεροδρόμιο	5,50 €	x
Εισιτήριο Μετρό για Αεροδρόμιο	9 €	x
Εισιτήριο Μετρό μετ επιστροφής για Αεροδρόμιο (εντός 48 ωρών)	16 €	x
Εισιτήριο Μετρό μεταξύ Αεροδρομίου & Παλλήνη – Κάντζα - Κορωπί	5,50 €	x
Τουριστικό εισιτήριο 3 ημερών (περιλαμβάνει μετακινήσεις προς Αεροδρόμιο)	20 €	x

x= Δεν είναι διαθέσιμο

Εικόνα 1.2 Τιμές ηλεκτρονικού εισιτηρίου με μετακινήσεις προς Αεροδρόμιο

Συγκεκριμένες κατηγορίες επιβατών δικαιούνται δωρεάν μετακίνηση στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς της Αθήνας. Οι δικαιούχοι της δωρεάν μετακίνησης είναι οι εξής:

- Παιδιά από 6 ετών και κάτω, ανεξαρτήτως εθνικότητας
- Άτομα με Ειδικές Ανάγκες
- Άνεργοι, εγγεγραμμένοι στον ΟΑΕΔ
- Στρατιώτες θητείας
- Ένστολο προσωπικό υπουργείου Προστασίας του Πολίτη (αστυνομικοί, πυροσβέστες)
- Προσωπικό Λιμενικού Σώματος – Ελληνικής Ακτοφυλακής
- Προσωπικό ΟΑΣΑ, ΟΣΥ, ΣΤΑΣΥ

Για τα παιδιά ηλικίας μακρότερης των 6 ετών δεν είναι απαραίτητη η έκδοση εισιτηρίου ή κάρτας, καθώς συνοδεύονται από γονέας ή κηδεμόνα οι οποίοι κατέχουν εισιτήριο ή κάρτα (Athens Transport, 2018a).

ΜΕΤΡΟ

Το Μετρό της Αθήνας αποτελείται από τρεις γραμμές. Η Γραμμή 1 (ΗΣΑΠ/Ηλεκτρικός): Με συνολικό μήκος 25,6 χιλιόμετρα. Από την Κηφισιά έως τον Πειραιά, εξυπηρετώντας 24 σταθμούς. Η Γραμμή 2 επεκτείνεται από την περιοχή της Ανθούπολης έως το Ελληνικό με συνολικό μήκος 17,5 χιλιόμετρα, εξυπηρετώντας 20 σταθμούς. Τέλος, αναφορικά με τη Γραμμή 3 εξυπηρετεί 20 σταθμούς και επιπλέον 4, τους οποίους μοιράζεται με τον Προαστιακό.

TRAM

Το Τραμ της Αθήνας εξυπηρετεί 59 στάσεις και υπάρχουν δύο γραμμές: Πικροδάφνη – Σύνταγμα και Ασκληπιείο Βούλας – Πειραιάς. Όσον αφορά το σχεδιασμό και τη χρήση των στάσεων του τραμ, είναι παρόμοιες με τις στάσεις των λεωφορείων. Κάποιες από τις στάσεις επιβίβασης / αποβίβασης θυμίζουν σιδηροδρομικές πλατφόρμες (Συνεισφέροντες στα εγχειρήματα Wikimedia, 2007).

ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ

Το σύστημα του Προαστιακού εκτελεί δρομολόγια στους άξονες Αεροδρόμιο – Κιάτο και Πειραιάς – Χαλκίδα.

Στις περισσότερες Ευρωπαϊκές πόλεις οι μετακινήσεις με τα μέσα μαζικής μεταφοράς καλύπτουν ένα ποσοστό της τάξεως του 30%. Τα τελευταία χρόνια οι δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες έχουν προταθεί ως τρόπος προσέλκυσης περισσότερων πολιτών, με σκοπό την μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και κατ' επέκταση της μείωσης της ρύπανσης. Το 2013, στο Ταλίν, την πρωτεύουσα της Εσθονίας, εφαρμόστηκαν δωρεάν μετακινήσεις με δημόσια μέσα για τους κατοίκους της πόλης. Επί πρόσθετα, το 2018 η γερμανική κυβέρνηση ανακοίνωσε τη δυνατότητα μετακινήσεων με τα μέσα μεταφοράς χωρίς ναύλο σε πέντε πόλεις, στοχεύοντας με αυτό τον τρόπο στην μείωση της ρύπανσης. Τέλος, για να ελαττωθεί σημαντικά η συμφόρηση στους δρόμους του Λουξεμβούργου εφαρμόστηκαν δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες (Bull, Muñoz and Silva, 2021). Είναι σαφές πως αυτές οι εκστρατείες προωθούν την αντικατάσταση του αυτοκινήτου από δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες. Είναι ευρέως γνωστό πως εφαρμογές δωρεάν ή μειωμένων ναύλων εφαρμόζονται σε πολλές ευρωπαϊκές πόλεις για αστικές και περιφερειακές συγκοινωνίες. Από το 2018 η Τσεχία επιδιώκει να υιοθετήσει πολιτικές δωρεάν ναύλων στις δημόσιες συγκοινωνίες ώστε να τονωθεί η επιβατική συμπεριφορά των νέων ανθρώπων και ταυτόχρονα οι ηλικιωμένοι να κατέχουν καλύτερη πρόσβαση στις μεταφορικές υπηρεσίες. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας δεδομένων με τα εκπτωτικά προνόμια που ισχύουν στην Τσεχία στις δημόσιες συγκοινωνίες (Tomeš et al., 2022).

Πίνακας 1.1: Εκπτώσεις για τις διάφορες ηλικιακές ομάδες με ισχύ από το 2018 (Πηγή: Tomeš et al., 2022)

Ομάδα	Εκπτωτικό τιμολόγιο (μετά την 1η Σεπτεμβρίου 2018)
Παιδί/μαθητής	
0-5 ετών	100% έκπτωση εάν συνοδεύεται από άτομο τουλάχιστον 10 ετών (μέγιστο 2 παιδιά δωρεάν). 75% έκπτωση κατά τα άλλα
6-14 ετών	Έκπτωση 75% (δεν απαιτείται φοιτητική ταυτότητα – χωρίς επιβεβαίωση ηλικίας)
Μαθητής σχολείου/φοιτητής	
15-26 ετών	Έκπτωση 75% (απαιτείται μαθητική ή φοιτητική ταυτότητα)
Ηλικιωμένος	
65 + ετών	Έκπτωση 75% (απαιτείται ταυτότητα)

Πριν ξεκινήσουν να ισχύουν οι υπάρχουσες εκπτώσεις τα παιδιά και οι μαθητές μέχρι 26 χρονών δικαιούνται εκπτώσεις για διαδρομές που περιοριζόντουσαν στη διαδρομή από την κατοικία τους μέχρι το σχολείο. Τώρα η έκπτωση της τάξεως του 75% ισχύει για οποιαδήποτε υπεραστική διαδρομή για όλη τη διάρκεια του έτους (Tomeš et al., 2022).

1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη διερεύνηση της στάσης των πολιτών που διαμένουν στην Αττική απέναντι στις δωρεάν μεταφορές με τις δημόσιες συγκοινωνίες. Επιπρόσθετα προσδιορίζονται και συγκρίνονται οι διάφοροι παράγοντες που συντελούν στην γνώμη των επιβατών.

Αναλύεται κατά πόσο οι επιβάτες είναι διατεθειμένοι να αλλάξουν τις υπάρχουσες συνθήκες ταξιδιού, προκειμένου να εφαρμοστούν δωρεάν αστικές μεταφορές από τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Επίσης, προσδιορίζονται τα κριτήρια που συντελούν στη στάση των πολιτών.

Για την πραγματοποίηση όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, αναπτύχθηκαν μαθηματικά μοντέλα, ώστε να εντοπιστούν τα επίπεδα επιρροής τριών παραμέτρων: του χρόνου, της άνεσης και του κόστους. Συνδυαστικά, αναλύθηκαν και άλλες παράμετροι όπως για παράδειγμα το φύλο, η ηλικία, το επίπεδο εκπαίδευσης και το εισόδημα του εκάστοτε ατόμου.

Τελικός στόχος αποτελούν τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από την συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία να δώσουν φως σε όλους του εμπλεκόμενους φορείς, ώστε να διαχειριστούν αυτή την κοινωνικοοικονομική καινοτομία με το βέλτιστο δυνατό τρόπο.

1.3 Μεθοδολογία

Σε αυτό το σημείο γίνεται συνοπτική περιγραφή της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για να ολοκληρωθεί η Διπλωματική Εργασία και η αναγκαιότητα της ανάδειξης του θέματος που πραγματεύεται.

Η μεθοδολογική προσέγγιση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας απεικονίζεται γραφικά στο ακόλουθο σχήμα (Εικόνα 1.2). Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία οργανώθηκε με τον εντοπισμό και την ανάγνωση κατάλληλων επιστημονικών άρθρων. Η αναζήτηση των άρθρων αυτών έγινε στις ηλεκτρονικές βάσεις Science Direct και Google scholar, χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά, όπως «free public transport», «free public transport ticket», «αλλαγή ταξιδιωτικής συμπεριφοράς» κτλ.

Από τα ευρήματα που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση διαμορφώθηκε το ερωτηματολόγιο που διαμοιράστηκε για τις ανάγκες της έρευνας. Η τελική μορφή του ερωτηματολογίου αναπτύχθηκε στην ηλεκτρονική πλατφόρμα Google Forms. Μέσα από μία σειρά ερωτήσεων κλειστού τύπου καταγράφηκαν οι απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τις προτιμήσεις και τις απόψεις τους για τις δημόσιες συγκοινωνίες στην Αττική. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε δέκα σενάρια με μεταβλητές το κόστος του εισιτηρίου, το χρόνο ταξιδιού και την άνεση μέσα στο μέσο μετακίνησης. Η διανομή των ερωτηματολογίων έγινε διαδικτυακά μέσω Social Media και του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Συνολικά, συλλέχθηκαν 234 ανώνυμα ερωτηματολόγια τόσο από άτομα που κάνουν χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών στην περιοχή της Αττικής, όσο και από άτομα που επιλέγουν άλλους τρόπους μετακίνησης.

Σε πρώτο στάδιο, τα στοιχεία που προέκυψαν από τις απαντήσεις των ερωτηθέντων που συλλέχθηκαν, κωδικοποιήθηκαν κατάλληλα στο υπολογιστικό πρόγραμμα του Microsoft EXCEL. Στη συνέχεια έγινε επεξεργασία των στοιχείων στο πρόγραμμα ανάλυσης δεδομένων (R Studio). Αρχικά αναπτύχθηκε το πρώτο στατιστικό μοντέλο, η πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression), η οποία χρησιμοποιήθηκε για τα σενάρια που περιείχε το τρίτο μέρος των ερωτηματολογίων με εξαρτημένη μεταβλητή την επιλογή δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών στην περιοχή της

Αττικής ή παραμονή στο ήδη υπάρχον μέσο. Ο χρόνος, το κόστος και η άνεση αποτελούν τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Συνεχίζοντας, εφαρμόστηκε η διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (binary logistic regression) θέτοντας την ερώτηση στους συμμετέχοντες της έρευνας, εάν προτιμούν οι δημόσιες συγκοινωνίες στην Ατική να είναι δωρεάν ή όχι.

Με γνώμονα τα δύο μοντέλα που προαναφέρθηκαν παραπάνω ακολούθησε η ερμηνεία και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων με στόχο την εξαγωγή των συμπερασμάτων σχετικά με τις προτιμήσεις των πολιτών για το κόμιστρο των μέσων μαζικής μεταφοράς και τα επίπεδα επιρροής της εκάστοτε μεταβλητής. Τα αποτελέσματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν στη διατύπωση προτάσεων για την αντιμετώπιση του ζητήματος, αλλά και για τη συνέχιση της έρευνας στο συγκεκριμένο πεδίο.



Εικόνα 1.3: Μεθοδολογική προσέγγιση διπλωματικής εργασίας

1.4 Δομή διπλωματικής εργασίας

Στο παρόν υποκεφάλαιο καταγράφεται συνοπτικά η δομή της Διπλωματικής Εργασίας με αναφορές στο περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου.

Στο **Κεφάλαιο 1** γίνεται μία εισαγωγή στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς στην περιοχή της Αττικής, παραθέτονται ορισμένες πληροφορίες για τις στάσεις των διαφόρων μέσων και παρουσιάζονται ορισμένα δεδομένα σχετικά με τις ισχύουσες τιμές εισιτηρίων. Ακολούθως, αναφέρονται μερικά παραδείγματα χωρών που έχουν θέσει σε εφαρμογή σχέδια για δωρεάν μεταφορές με δημόσια μέσα. Ακόμα γίνεται περιγραφή του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε προς την υλοποίησή της και τέλος μία σύντομη δομή αυτής.

Στο **Κεφάλαιο 2**, παραθέτονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν ύστερα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που αναζητήθηκε στο διαδίκτυο. Οι έρευνες αυτές αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εργασίας, καθώς πραγματεύονται παρεμφερές αντικείμενο και χρησιμοποίησαν μεθοδολογίες παρεμφερείς με αυτή που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την Διπλωματική Εργασία. Τέλος, αναφέρονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών.

Στο **Κεφάλαιο 3**, περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στη Διπλωματική Εργασία και ειδικότερα η μεθόδος δεδηλωμένης προτίμησης. Ακολουθεί, πραγματοποιείται μια λεπτομερής ανάλυση των στατιστικών μοντέλων που επιλέχθηκαν για να υποστηρίξουν αυτή τη μεθοδολογία, καθώς και οι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται.

Στο **Κεφάλαιο 4**, γίνεται ανάλυση εκ βάθους του ερωτηματολογίου, στο οποίο βασίστηκε η Διπλωματική Εργασία, η μορφή του οποίου παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α. Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου απεικονίζονται σχηματικά με κατάλληλα διαγράμματα, τα οποία συνοδεύονται από τον απαραίτητο σχολιασμό.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζεται η προετοιμασία και η κωδικοποίηση των στοιχείων του ερωτηματολογίου, με σκοπό τη χρήση τους από το στατιστικό πρόγραμμα της R. Κατόπιν, αναλύονται τα τελικά μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν από τις δύο στατιστικές μεθόδους που εφαρμόστηκαν, καθώς και τα ενδιάμεσα βήματα που οδήγησαν σε αυτά. Μετά από την αξιολόγηση τους παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν τόσο από τα μαθηματικά μοντέλα όσο και από το ερωτηματολόγιο γενικότερα.

Στο **Κεφάλαιο 6**, παρατίθενται συνοπτικά τα συμπεράσματα της Διπλωματικής Εργασίας, ενώ παράλληλα τονίζεται η χρησιμότητά τους. Τέλος, παραθέτονται ορισμένες προτάσεις που περιλαμβάνουν τον τρόπο αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της έρευνας για την περαιτέρω μελέτη του τομέα των μετακινήσεων με δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες.

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζεται σε πρώτο στάδιο η βιβλιογραφική ανασκόπηση και ακολουθεί η καταγραφή των αποτελεσμάτων των ερευνών που έχουν λάβει χώρα σε διεθνές επίπεδο, με συναφές αντικείμενο με αυτό που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο.

2.2 Έρευνα για τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες

Τα τελευταία χρόνια οι καινοτομίες και η εξέλιξη της τεχνολογίας πρωταγωνιστούν στον τομέα των δημόσιων μεταφορών. Με γνώμονα τις δωρεάν μεταφορές με δημόσια μέσα μεταφοράς, παραθέτονται κάποιες δημοσιευμένες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Ακολουθεί λοιπόν μία συνοπτική περιγραφή των στοιχείων σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιήθηκαν, καθώς επίσης και τα αποτελέσματα και τις οικονομικο-κοινωνικές επιπτώσεις που φανερώθηκαν. Συμπληρωματικά, προσδιορίζεται η αποτελεσματικότητα της δωρεάν χρήσης των δημόσιων συγκοινωνιών, συγκριτικά με το αυτοκίνητο, τα επίπεδα ικανοποίησης των πολιτών και η συμπεριφορά τους στα μέσα αυτά.

2.2.1 Συναφείς έρευνες

Μέχρι στιγμής έχουν εφαρμοστεί δωρεάν δημόσιες μεταφορές σε πολλές χώρες όπως η Γερμανία, η Ιαπωνία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Δανία, η Σουηδία καθώς επίσης και στις ΗΠΑ. Τα παραδείγματα των ΗΠΑ περιλαμβάνουν το πρόγραμμα Ride Free Transit στο Ιλινόις, το πρόγραμμα Golden Pass στην κομητεία Miami-Dade στη Φλόριντα και το Πρόγραμμα Free Transit της Pennsylvania (Mah and Mitra, 2017). Σε ορισμένες από τις μελέτες, μελετάτε η αλλαγή στον μέσο του ταξιδιού πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή του πιλοτικού σχεδίου. Ενώ σε άλλες μελέτες γίνεται καταγραφή και ανάλυση των δεδομένων κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή του σχεδίου (Friman, Maier and Olsson, 2019). Στο Ηνωμένο Βασίλειο, εφαρμόζεται σχέδιο δράση, σύμφωνα με το οποίο επιτρέπεται στους ηλικιωμένους να παίρνουν όλα τα τοπικά λεωφορεία δωρεάν κατά τη διάρκεια καθορισμένων ωρών τις καθημερινές και για όλη την ημέρα τα Σαββατοκύριακα και τις αργίες. Η θετική επίδραση του προγράμματος των δωρεάν μεταφοράς με λεωφορεία έχει αποδειχθεί μέσω ανάλυσης οφέλους-κόστους με βάση στοιχεία του Υπουργείου Μεταφορών. Διαφορετικά από την πολιτική δωρεάν ταξιδιών με λεωφορείο στο Ηνωμένο Βασίλειο, στον Καναδά δίνεται η δυνατότητα για δωρεάν μεταφορικές δραστηριότητες με δημόσια μεταφορικά μόνο για μία ημέρα της εβδομάδας και μερικές φορές για μια συγκεκριμένη περίοδο. Σύμφωνα με τους Mah and Mitra, το 2017 διεξήχθη μία έρευνα με στόχο τη διερεύνηση των ταξιδιωτικών συμπεριφορών των ηλικιωμένων σε σχέση με ένα δωρεάν πρόγραμμα λεωφορείων στον Καναδά. Από τη μελέτη αυτή διαπιστώθηκε πως οι λόγοι χρήσης του δωρεάν λεωφορείου αφορούσαν τη βελτίωση της υγείας, την εξοικονόμηση κόστους, την κοινωνική συμμετοχή και τον προγραμματισμό της καθημερινότητας (Zhang et al., 2019).

Οι μεταφορές με δωρεάν ναύλους ενθαρρύνονται όλο και περισσότερο σε διάφορα μέρη του κόσμου. Η εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων τονώνουν τις δημόσιες μεταφορές, ενώ

ταυτόχρονα προωθείται η ισότητα των πολιτών στον τομέα των μεταφορών. Σε πιλοτικό επίπεδο πολλές πόλεις έχουν επιδιώξει την προσωρινή εφαρμογή δωρεάν παροχών των δημόσιων συγκοινωνιών. Με αυτόν τον τρόπο οι πολίτες ωθούνται στην αλλαγή του μέσου, με το οποίο πραγματοποιούν τα ταξίδια τους. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του σχεδίου για δωρεάν μεταφορές, μέσα από έναν αριθμό μελετών αποκαλύπτεται η έντονη προτίμηση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Σε συνολικό βαθμό, η μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου ήταν σημαντική και η αύξηση της χρήσης των δημόσιων συγκοινωνιών κυμαίνεται σε ποσοστά από 30% έως και 280%. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί, πως από μία μελέτη φανερώθηκε μικρή αύξηση της χρήσης του αυτοκινήτου. Το γεγονός μπορεί να έχει συμβεί καθώς οι πολίτες χρησιμοποιούσαν τα δωρεάν εισιτήρια για επιπλέον μεταφορικές δραστηριότητες, τις οποίες δεν θα είχαν πραγματοποιήσει, ή θα είχαν επιλέξει το ποδήλατο ή την πεζή μετακίνηση, εάν δεν υπήρχε το προνόμιο της δωρεάν χρήσης των μέσων μεταφοράς. Γίνεται αντιληπτό το γεγονός πως ορισμένοι κοινωνικοδημογραφικοί παράγοντες επηρεάζουν την πιθανότητα αλλαγής μέσου ταξιδιού. Τέτοιοι παράγοντες αποτελούν το φύλο, η ηλικία και το εισόδημα, οι οποίοι αποτελούν σημαντικούς συντελεστές στην συμπεριφορά του ατόμου (Friman, Maier and Olsson, 2019).

2.2.2 Έρευνες και αποτελέσματα

Στην κομητεία Βέρμλαντ στη Σουηδία πραγματοποιήθηκε έρευνα ερωτηματολογίου για τις ανάγκες της προώθησης των βιώσιμων ταξιδιών και την προσβασιμότητα στους χώρους εργασίας. Έτσι λοιπόν, διανεμήθηκε ένα φυλλάδιο με σχετικές περιγραφές για τα μέσα μαζικής μεταφοράς καθώς επίσης και ένα εισιτήριο δωρεάν μεταφορών με ισχύ 30 ημέρες στους εργαζόμενους 14 εταιρειών τα ερωτηματολόγια σε ηλεκτρονική μορφή. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο ήταν κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των δωρεάν μετακινήσεων και απάντησαν το ερωτηματολόγιο συνολικά 401 συμμετέχοντες, ενώ το δεύτερο στάδιο έλαβε χώρα μετά το πέρας της ισχύς του δωρεάν εισιτηρίου. Στο δεύτερο στάδιο οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν ήταν 190.

Αναφορικά με τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων που πήραν μέρος στο δεύτερο στάδιο της μελέτης, οι ηλικίες κυμαίνονται από 25 έως 77 χρονών, με μέση ηλικία 48 χρονών. Επίσης, σχετικά με το φύλο των ερωτηθέντων, το δείγμα των απαντήσεων που δόθηκαν από γυναίκες ήταν 103. Εξήντα τέσσερις συμμετέχοντες δήλωσαν πως μέσω αυτής της δράσης εξοικονόμησαν ένα ποσό που κυμαίνεται μεταξύ 34 και 68 sek (3,26 – 6,53 ευρώ) μηνιαίως, 45 συμμετέχοντες δήλωσαν κέρδος περισσότερο από 68 sek (6,53 ευρώ) και τέλος, 24 συμμετέχοντες δήλωσαν πως εξοικονόμησαν λιγότερα από 34 sek (3,26 ευρώ). Τα μικρά ποσά που σημειώθηκαν σαν κέρδος για τους συμμετέχοντες αιτιολογούνται καθώς η πλειοψηφία αυτών διαμένουν σε απόσταση μικρότερη από 10 χιλιόμετρα από την εργασία τους.

Το ερωτηματολόγιο περιείχε δημογραφικές ερωτήσεις (φύλο, ηλικία, εισόδημα και απόσταση από οικία σε χώρο εργασίας) και ερωτήσεις σχετικές με τη συμπεριφορά των ατόμων κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Στο τέλος υπήρχαν ερωτήσεις που αφορούν τους ψυχολογικούς μηχανισμούς και σχετίζονται π.χ με το στάδιο αλλαγής του μέσου μεταφοράς και τον αντιλαμβανόμενο έλεγχο συμπεριφοράς. Μετά το πέρας των 30 ημερών ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να περιγράψουν ξανά την συμπεριφορά τους κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, τους ψυχολογικούς μηχανισμούς και τέλος έπρεπε να σημειώσουν γενικές παρατηρήσεις. Η συμπεριφορά κατά τη διάρκεια του ταξιδιού

περιεγράφηκε με βάση τους τρόπους που επέλεξε το κάθε άτομο να μετακινείται στη διάρκεια μιας εργάσιμης εβδομάδας (5 ημέρες). Οι επιλογές για τον τρόπο μετακίνησης ήταν το αυτοκίνητο, τα μέσα μαζικής μεταφοράς, το ποδήλατο, η πεζή μετακίνηση και η μέθοδος carpooling. Για τον προσδιορισμό της στάσης των επιβατών απέναντι στα μέσα μαζικής μεταφοράς τέθηκαν δύο ερωτήσεις από τους Olsson et al. (2018) οι οποίες μετρήθηκαν σε μία κλίμακα Likert 7 βαθμών με το 1 να είναι κακή και το 7 καλή. Στο σημείο αυτό να αναφερθεί πως η κλίμακα Likert είναι μία κλίμακα κλειστού τύπου αναγκαστικής επιλογής που χρησιμοποιείται σε ένα ερωτηματολόγιο και οι απαντήσεις πηγαινούν από το ένα άκρο στο άλλο. Οι κλίμακες αυτές είναι ευρέως διαδεδομένες σε έρευνες που αφορούν την ψυχολογία και τις κοινωνικές επιστήμες (Reoveme.com, 2022).

Από την ανάλυση δεδομένων φανερώθηκε πως κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του έργου το 82,1% των συμμετεχόντων έκαναν χρήση της πιλοτικής κάρτας. Από αυτό το ποσοστό το 65% περίπου χρησιμοποιούσαν το αυτοκίνητο τους περισσότερο από τρεις φορές την εβδομάδα, το 20,5% οδήγησαν το αυτοκίνητο τους μία ή δύο φορές την εβδομάδα και το 15% οδήγησαν μία φορά την εβδομάδα ή πιο λίγο. Ένα μήνα μετά την εφαρμογή του έργου η ζήτηση για μετακινήσεις με τα μέσα μαζικής μεταφοράς αυξήθηκε ενώ η χρήση αυτοκινήτου μειώθηκε. Τέλος, ένα ποσοστό της τάξεως του 17% δήλωσε την προσωρινή αναστολή αλλαγής του μέσου μεταφοράς που χρησιμοποιεί και δώδεκα συμμετέχοντες αρνούνται κατηγορηματικά να αφήσουν το αυτοκίνητό τους. Η συγκεκριμένη ομάδα ανθρώπων δήλωσε πως θα ήθελε να κάνει χρήση της κάρτας, κάτι που υποδηλώνει πως είτε δεν κατάλαβαν την ερώτηση σχετικά με στην στάση απέναντι στο αυτοκίνητό τους που θέλουν να κρατήσουν, είτε δεν ήταν ειλικρινείς, είτε προτιμούν να κάνουν χρήση της κάρτας και για άλλες διαδρομές, ανεξάρτητα από το χώρο εργασίας τους.

Το 2014 στη Σλοβακία ξεκίνησαν οι δωρεάν υπηρεσίες σιδηροδρομικών μεταφορών, ως μια ολοκληρωμένη πολιτική στρατηγική για την εφαρμογή των οικονομικών και κοινωνικών μέτρων του πρωθυπουργού Robert Fico στις σιδηροδρομικές μεταφορές επιβατών. Αυτό αποτέλεσε το έναυσμα για την Τσέχικη Δημοκρατία, η οποία 4 χρόνια αργότερα εισάγει σημαντικές εκπτώσεις στους ναύλους στα μέσα μαζικής μεταφοράς για τους πολίτες άνω των 65 ετών, τα παιδιά και του φοιτητές έως 26 ετών. Το Υπουργείο Μεταφορών επιστρέφει το συνολικό ποσό της έκπτωσης στους φορείς εκμετάλλευσης. Το πρώτο έτος (2018/2019), οι αποζημιώσεις έφταναν τα 218 εκατ. ευρώ και το δεύτερο έτος (2019/2020) πάνω από 170 εκατ. ευρώ. Ο λόγος της πτώσης είναι κυρίως ο περιορισμός των μετακινήσεων κατά την κρίση του κορωνοϊού.

Η τσεχική αγορά μεταφορών αυξήθηκε κατά την περίοδο 2009–2018 με μέσο ρυθμό 5,2%. Οι μεταρρυθμίσεις που προέκυψαν είχαν ουσιαστικό αντίκτυπο στη μέση απόσταση ταξιδιού ενός επιβάτη. Πλέον τα ταξίδια καλύπτουν διαδρομές που κυμαίνονται από 40 km έως 56 km στην Τσεχική Δημοκρατία. Μετά την εφαρμογή των εκπτώσεων, ο αριθμός των ηλικιωμένων ατόμων που χρησιμοποιούσε τα μέσα μαζικής μεταφοράς αυξήθηκε σχεδόν κατά 16% το 2018 και περισσότερο από 24% το 2019, που σημαίνει ότι η συνολική αύξηση από το 2017 έως το 2019 ήταν 44%.

Η εισαγωγή του σχεδίου των μειωμένων ναύλων στην Τσέχικη Δημοκρατία έχει καταστήσει τις δημόσιες συγκοινωνίες πολύ ελκυστικές για τους κατοίκους της χώρας, εφόσον οι άνθρωποι παρακινούνται να χρησιμοποιούν περισσότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Ωστόσο, το σχέδιο εφαρμογής έκανε ελάχιστη διαφοροποίηση ανάμεσα στα ταξίδια που πραγματοποιούνται εντός και εκτός ωρών αιχμής και επίσης δεν

εφαρμόστηκαν κάποια πακέτα “μπόνους” για τους κατοίκους των πιο απομακρυσμένων περιοχών, γεγονός που μετριαάζει σημαντικά την ισότητα στην πρόσβαση των δημόσιων συγκοινωνιών (Tomeš et al., 2022).

Στην πόλη του Όκβιλ στο Καναδά, η οποία απέχει 35 χιλιόμετρα από το Τορόντο, εφαρμόστηκε πρόγραμμα δωρεάν μετακινήσεων με λεωφορείο. Το 2012 εφαρμόστηκε ένα τρίμηνο πρόγραμμα για δωρεάν διελεύσεις στα λεωφορεία της πόλης από τους ηλικιωμένους πολίτες (ηλικίας > 65 ετών) κάθε Δευτέρα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί πως χάρη στην επιτυχία του συγκεκριμένου σχεδίου, το πρόγραμμα αυτό έχει επισημοποιηθεί σε μόνιμο πρόγραμμα από το 2012. Έτσι λοιπόν έλαβε χώρα μία μελέτη το 2014 με σκοπό την ανάλυση των αποτελεσμάτων της πιλοτικής εφαρμογής του έργου. Ο τρόπος διεξαγωγής της έρευνας ήταν μέσω σύντομων συνεντεύξεων και ενός ερωτηματολογίου από τα άτομα που αξιοποίησαν αυτό το προνόμιο. Οι ηλικιωμένοι ερωτήθηκαν σε τρία κέντρα ηλικιωμένων που διαχειρίζεται η πόλη τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Οι ερωτήσεις που τέθηκαν στους συμμετέχοντες αφορούσαν στη συχνότητα των μετακινήσεων με τα δημόσια μέσα μεταφοράς και το αυτοκίνητο και επίσης τους λόγους για τους οποίους πήραν μέρος στο πρόγραμμα των δωρεάν μετακινήσεων που προσέφερε η πόλη.

Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων ήταν ηλικίας μεταξύ 75 και 84 ετών σε ποσοστό που φτάνει το 53%. Επίσης, αναφορικά με το φύλο των ερωτηθέντων ήταν γυναίκες (77,7%), δεδομένου ότι η πλειοψηφία των μελών στα Κέντρα Ηλικιωμένων είναι γυναίκες. Παρά το γεγονός πως σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες γνωρίζουν για το πρόγραμμα των δωρεάν μετακινήσεων, ένα ποσοστό της τάξεως του 43,5% των ενήλικων μεγαλύτερης ηλικίας κάνει χρήση του αυτοκινήτου τους περισσότερες από 4 φορές την εβδομάδα είτε ως οδηγό, είτε ως συνοδηγό και το 34,5% των συμμετεχόντων δεν έχουν χρησιμοποιήσει ποτέ τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Τέλος ορισμένοι άνθρωποι δήλωσαν πως κάνουν χρήση του αυτοκινήτου αποκλειστικά και μόνο ως επιβάτες. Το 62% περίπου δήλωσε πως δεν θα επηρεαζόταν η επιλογή του μέσου ταξιδιού εάν το πρόγραμμα σταματούσε να είναι σε εφαρμογή, ενώ το 38% θεωρεί ότι η διακοπή του προγράμματος θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στην επιλογή του μέσου μετακινήσεων (Mah and Mitra, 2017).

2.3 Σύνοψη

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία οι δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες αποτελούν μία κοινωνικοοικονομική καινοτομία με δυναμική τέτοια ώστε να μειώσει την χρήση του αυτοκινήτου σε μεγάλο βαθμό και ταυτόχρονα να ενισχύσει τις βιώσιμες μεταφορικές δραστηριότητες. Πολλές μελέτες φανερώνουν την σπουδαιότητα ενός τέτοιου σχεδίου δράσης στις πόλεις, ωστόσο ένα μέρος των πολιτών κρατά επιφυλακτική στάση για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να εγκαταλείψει την καθημερινή χρήση του αυτοκινήτου και τέλος ένα μικρό ποσοστό ανθρώπων παρουσιάζει αρνητική στάση στη χρήση των μέσω μαζικής μεταφοράς για την κάλυψη των αναγκών του.

Παραπάνω αποδεικνύεται πως ο περισσότερος κόσμος συνέχισε να κάνει χρήση των δημόσιων μέσων μεταφοράς και μετά το πέρας του προνομίου των δωρεάν μετακινήσεων. Βέβαια, σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί το γεγονός πως οι περισσότεροι που δήλωσαν θετικοί στη χρήση των μέσω μαζικής μεταφοράς έκαναν ελάχιστη ή και καθόλου χρήση του αυτοκινήτου τους και πριν την εφαρμογή του πιλοτικού σχεδίου. Από τις αναλύσεις φανερώνεται μια ακόμη ισχυρότερη επίδραση, σύμφωνα με την οποία περισσότερο από το 75% των αλλαγών στα κίνητρα ήταν προς θετική κατεύθυνση. Τονίζεται πως η ισχύς δωρεάν προγραμμάτων μεταφοράς ή

προγραμμάτων που προσφέρουν εκπαιδευτικά πακέτα για ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας θα μπορούσαν να είναι ένα ισχυρό εργαλείο για τη προτίμηση των δημόσιων συγκοινωνιών από κοινότητες φιλικές προς τους ηλικιωμένους με γνώμονα τον σεβασμό του δικαιώματος της κινητικότητας, την αξιοπρέπεια και την άνεση των ηλικιωμένων. Συμπερασματικά, από άποψη πολιτικής, τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι, αν και μια προσωρινή δωρεάν δοκιμή μεταφορών με δημόσια μέσα μπορεί να φαίνεται πως βραχυπρόθεσμα παράγει ασθενή αποτελέσματα, με την πάροδο του χρόνου προκύπτουν ισχυρότερα κίνητρα για αλλαγή.

Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίχθηκε η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει αναφορά στις δύο βασικές μεθόδους ανάλυσης που αναπτύχθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων, δηλαδή στην **πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (multinomial logistic regression) και στην **διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (binary logistic regression). Τέλος, θα γίνει ανάλυση των κριτηρίων αποδοχής των παραπάνω μεθόδων και της μεθόδου με την οποία έγινε η συλλογή των δεδομένων.

3.2 Μαθηματικά πρότυπα

Ο κλάδος της στατιστικής που εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ώστε να καθίσταται δυνατή η πρόβλεψη της μίας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis). Ο όρος εξαρτημένη μεταβλητή αφορά εκείνη της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ ο όρος ανεξάρτητη αποδίδεται στη μεταβλητή η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία αλλά “καθοδηγείται” από την εξαρτημένη μεταβλητή. Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μία στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης.

3.2.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) υπολογίζει τη συνάρτηση χρησιμότητας κάποιου γεγονότος σε σχέση με παράγοντες που το επηρεάζουν καταλήγοντας σε ένα γραμμικό μαθηματικό πρότυπο. Με βάση αυτό το μαθηματικό πρότυπο υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης του γεγονότος (πρότυπο πρόβλεψης πιθανότητας).

Η εκτίμηση των παραμέτρων στην γραμμική παλινδρόμηση πραγματοποιείται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, έτσι ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών των τιμών που έχουν παρατηρηθεί από αυτές που έχουν υπολογιστεί να είναι το ελάχιστο.

Σε αυτό το μοντέλο, προϋπόθεση αποτελεί η **εξαρτημένη μεταβλητή** να είναι **συνεχής** και να ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η εξαρτημένη μεταβλητή (δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες στην Αττική) λαμβάνει διακριτές τιμές (ναι, όχι) και ως εκ τούτου δεν μπορεί να αναλυθεί με το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

3.2.2 Πιθανοτική ανάλυση

Το μοντέλο της πιθανοτικής ανάλυσης (probit analysis) μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει διακριτές ή συνεχείς τιμές. Ο υπολογισμός της συνάρτησης χρησιμότητας, η οποία διέπεται από μια γραμμική σχέση, αλλά και της πιθανότητας πραγματοποιείται με ανάλογο τρόπο όπως και στη γραμμική παλινδρόμηση.

Για την υλοποίηση της πιθανοτικής ανάλυσης απαιτείται ο μετασχηματισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών σε πιθανότητες, με τιμές από 0 έως και 1. Πρέπει να δοθεί προσοχή ωστόσο, στη διατήρηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την εξαρτημένη ακόμα και μετά τον μετασχηματισμό.

Το μοντέλο της πιθανοτικής ανάλυσης είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο όσο αφορά την χρήση του και για αυτό το λόγο επιλέχθηκε να μην χρησιμοποιηθεί εν τέλει στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

3.2.3 Λογιστική Παλινδρόμηση

Σε αντίθεση με το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης, όπου η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής, το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) χρησιμοποιείται στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή (όπως για παράδειγμα η επιλογή των δωρεάν δημόσιων μεταφορών στην Αττική). Με τη λογιστική παλινδρόμηση αναπτύσσεται ένα μαθηματικό μοντέλο πρόβλεψης της πιθανότητας επιλογής ενός εναλλακτικού σεναρίου (Pindyck & Rubinfeld, 1991) και εκφράζεται ο τρόπος και το μέγεθος της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην επιλογή αυτή. Συναντάται συχνά σε συγκοινωνιακές έρευνες, στις οποίες ζητείται η πρόβλεψη της επιρροής ορισμένων χαρακτηριστικών στην επιλογή ενός γεγονότος.

3.2.4 Σύνοψη

Με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψιν της ανάγκες και τους στόχους της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας προκύπτουν τα εξής:

- Η γραμμική παλινδρόμηση δεν καλύπτει τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αφού η εξαρτημένη μεταβλητή δεν είναι συνεχής.
- Η πιθανοτική ανάλυση καλύπτει τις προϋποθέσεις γενικά, αλλά απορρίπτεται εξαιτίας της πολυπλοκότητας της και του χρόνου που θα απαιτούσε.
- Η λογιστική παλινδρόμηση, συνεπώς, επιλέχθηκε για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων με σκοπό την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης της επιλογής του κοινού.

3.3 Λογιστική Παλινδρόμηση

Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στην ανάπτυξη του διωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης (binary model), όπου τα πιθανά ενδεχόμενα είναι δύο, όσο και για την ανάπτυξη προτύπου με περισσότερες εναλλακτικές επιλογές - πολυωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης - (multinomial model). Η λειτουργία της μεθόδου είναι ίδια και για τις δύο περιπτώσεις. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία θα εξετάσει και τα δύο μοντέλα. Με το διωνυμικό μοντέλο αναλύεται η ερώτηση

“Προτιμάτε οι δημόσιες συγκοινωνίες στην Αττική να είναι δωρεάν;” με πιθανές απαντήσεις “ναι” ή “όχι” και με το πολυωνυμικό πρότυπο αναλύονται τα σενάρια, όπου οι επιλογές είναι “Κόστος”, “Χρόνος” και “Άνεση”.

Η συνάρτηση χρησιμότητας της λογιστικής παλινδρόμησης δίνεται από τη σχέση:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 \chi_1 + \alpha_2 \chi_2 + \dots + \alpha_n \chi_n$$

- U_i , η συνάρτηση χρησιμότητας του γεγονότος i
- $\chi_1 \dots \chi_n$, οι μεταβλητές του προβλήματος
- α_0 , η σταθερά που αντιπροσωπεύει την επιρροή των παραγόντων που δεν έχουν συμπεριληφθεί ως μεταβλητές στο μαθηματικό μοντέλο
- $\alpha_1 \dots \alpha_n$, οι συντελεστές των μεταβλητών

Η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί το γεγονός i δίνεται από τη σχέση:

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

Εύκολα προκύπτει ότι η πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί το γεγονός i δίνεται από τη σχέση $1 - P_i$.

Μια άλλη έννοια που αξίζει να αναλυθεί μιας και έχει χρησιμοποιηθεί σε αυτή τη Διπλωματική Εργασία είναι αυτή του λόγου πιθανοτήτων (odds ratio). Πρόκειται για ένα κλάσμα στον αριθμητή του οποίου βρίσκεται η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και στον παρονομαστή η πιθανότητα να μην συμβεί. Αν, λοιπόν, P ορίσουμε την πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και $1 - P$ την πιθανότητα να μην συμβεί, τότε η αναλογία είναι $P / (1 - P)$. Αυτός ο λόγος χρησιμοποιείται κυρίως στη λογαριθμική της μορφή ως εξής:

Για παράδειγμα, οι πιθανότητες να είναι νικητής ένας παίκτης τένις είναι $0.5 / 0.5 = 1$ αφού η πιθανότητα για νίκη είναι 50 τοις εκατό και η πιθανότητα ήττας είναι επίσης 50 τοις εκατό, καθώς δεν υπάρχει ισοπαλία στο άθλημα αυτό. Γενικά:

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

- Όταν $\text{odds} > 1$ οι πιθανότητες αυξάνονται
- Όταν $\text{odds} < 1$ οι πιθανότητες μειώνονται

3.4 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου

Τα κριτήρια βάσει των οποίων πραγματοποιείται η αξιολόγηση ενός μαθηματικού προτύπου μετά τη διαμόρφωσή του είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών β_i της εκάστοτε εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα, η ποιότητα του μοντέλου καθώς και το σφάλμα της εξίσωσης.

➤ *Λογική ερμηνεία των πρόσημων των συντελεστών*

Θετικό πρόσημο του συντελεστή β_i συνεπάγεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντιθέτως, αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Επιπλέον, θα πρέπει να ερμηνεύεται λογικά και η τιμή του συντελεστή, καθώς αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά β_i μονάδες.

➤ *Ελαστικότητα*

Η **ελαστικότητα** αποτελεί δείκτη ο οποίος αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Για γραμμικά μοντέλα και συνεχείς μεταβλητές η ελαστικότητα εκφράζεται ως εξής:

$$\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right) * \left(\frac{X}{Y} i\right) = \beta_i * \left(\frac{X}{Y} i\right)$$

Για διακριτές μεταβλητές χρησιμοποιείται η έννοια της ψευδοελαστικότητας, η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη.

Η **ψευδοελαστικότητα** υπολογίζεται μέσω της παρακάτω μαθηματικής σχέσης:

$$E_{x^{i\nu}k}^{P(i)} = e^{\beta_{ik}} \frac{\sum_{i=1}^l e^{\beta_{ixn}}}{\sum_{i=1}^l e^{\Delta(\beta_{ixn})}} - 1$$

Όπου:

- l, το πλήθος των πιθανών επιλογών
- x^{ik}, η τιμή της μεταβλητής k, για την εναλλακτική i, του ατόμου ν

- $\Delta(\beta_{ikn})$, η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή αφού η τιμή της x_{nk} έχει μεταβληθεί από 0 σε 1
- β_{ikn} , η αντίστοιχη τιμή όταν η x_{nk} έχει τιμή 0
- β_{ik} , η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής x_{nk}

➤ Στατιστική σημαντικότητα

Σημαντικός έλεγχος για την αξιολόγηση του προτύπου είναι ο **έλεγχος t-test** (κριτήριο t κατανομής Student). Μέσω του δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή η επιλογή των μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν στο τελικό πρότυπο. Ο συντελεστής t εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:

$$t_{stat} = \frac{\beta_i}{s.e}$$

Όπου s.e το τυπικό σφάλμα (standard error).

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι η μείωση του τυπικού σφάλματος επιφέρει αύξηση του συντελεστή tstat και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t κατά απόλυτη τιμή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Στον πίνακα που παρατίθεται στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι κρίσιμες τιμές του συντελεστή t για το εκάστοτε επίπεδο εμπιστοσύνης.

Πίνακας 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t της Κατανομής Student

Βαθμοί Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
80	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή $t=1,7$, επομένως προκύπτει ότι για να συμπεριληφθεί κάποια μεταβλητή στο μοντέλο θα πρέπει να έχει συντελεστή t μεγαλύτερο του 1,7 κατά απόλυτη τιμή, έτσι ώστε να κρίνεται στατιστικά σημαντική. Στα μοντέλα **λογιστικής παλινδρόμησης** ισχύει ότι και σε αυτά της γραμμικής παλινδρόμησης, με διαφορά ότι αντί για το t-test χρησιμοποιείται το Wald test. Το συγκεκριμένο test ορίζεται και λειτουργεί ακριβώς όπως και το t-test, οπότε για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή του Wald θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1,7 για τις μεταβλητές του μοντέλου.

➤ Το κριτήριο του R^2

Η συνολική ποιότητα του μοντέλου ελέγχεται με τον συντελεστή προσαρμογής και ως κριτήριο καλής προσαρμογής χρησιμοποιείται ο **συντελεστής R^2** . Ο συντελεστής αυτός

εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας μιας μεταβλητής από μια άλλη και λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Όσο πιο κοντά στο 1 βρίσκεται η τιμή του R², τόσο πιο ισχυρή είναι η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Συνήθως, η τιμή του R², δεν ξεπερνά το 0.45. Ως εκ τούτου, εάν η τιμή του συντελεστή βρίσκεται πάνω από 0.2 θεωρείται στις περισσότερες περιπτώσεις αποδεκτή.

➤ *Συντελεστής προσαρμογής R² Hosmer-Lemeshow test*

Ο συντελεστής R² χρησιμοποιείται ως δείκτης αξιολόγησης της ποιότητας του προτύπου καθώς αποτελεί κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από τη σχέση:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

Όπου:

$$SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 = \beta^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

Ο συντελεστής R² εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την μεταβλητή X, ενώ λαμβάνει τιμές από 0 έως και 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R² στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X. Αποδεκτές θεωρούνται οι τιμές του R² που είναι πάνω από 0,2 ενώ συνήθως δεν ξεπερνούν το 0,45. Για την αξιολόγηση των μοντέλων **λογιστικής παλινδρόμησης** εφαρμόζεται και ο στατιστικός έλεγχος Hosmer-Lemeshow test (Hosmer & Lemeshow, 2000), ο οποίος θεωρείται πιο αξιόπιστος από το συντελεστή R² λόγω της πιθανής μη γραμμικότητας των αναλύσεων. Πολλές φορές εισάγεται ως σημαντικότητα του ελέγχου μία συγκεκριμένη τιμή την οποία ο έλεγχος πρέπει να υπερβεί, και για το επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή ορίζεται στο 0,05.

➤ *Συσχέτιση παραμέτρων*

Στο μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης οι ανεξάρτητες μεταβλητές οφείλουν να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να μην υπάρχει μεταξύ τους **συσχέτιση** (correlation). Αν δύο μεταβλητές, είναι μεταξύ τους συσχετισμένες δηλαδή έχουν correlation μεγαλύτερο από 0.4, δεν μπορεί να βρεθεί με ακρίβεια η επιρροή τους στο μοντέλο.

➤ *Μέγιστη πιθανοφάνεια*

Η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας (Likelihood Ratio Test - LRT) αποτελεί ένα κριτήριο για την εκτίμηση της στατιστικής εμπιστοσύνης των μεταβλητών ενός μοντέλου. Σκοπός είναι να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια και αυτό μπορεί να συμβεί όταν ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας L είναι όσο το δυνατόν μικρότερος.

Μοντέλα με πολλές μεταβλητές αποδεικνύονται πιο σύνθετα και απαιτείται ένα κριτήριο, με το οποίο να αποφασίζεται εάν η μείωση του λογαρίθμου πιθανοφάνειας αντισταθμίζεται από την αύξηση της πολυπλοκότητας του μοντέλου. Αυτό το κριτήριο είναι το **κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας (LRT)**, το οποίο δίνεται από τη σχέση:

$$LRT = -2(L_{(b)} - L_{(0)}) > \chi^2_{b0,05}$$

Όπου:

- $L(0)$, ο λογάριθμος πιθανοφάνειας χωρίς τις μεταβλητές
- $L(b)$, ο λογάριθμος πιθανοφάνειας του μοντέλου με τις μεταβλητές
- Η τιμή του κριτηρίου χ^2 για b βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5 τοις εκατό.

Αν ισχύει η παραπάνω ανισότητα, τότε το μοντέλο με τις μεταβλητές είναι **στατιστικά προτιμότερο** από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές.

➤ *Το κριτήριο πληροφορίας του Ακάικε*

Το Akaike Information Criterion (AIC) είναι ένας εκτιμητής της σχετικής ποιότητας των στατιστικών μοντέλων για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Με δεδομένο ένα σύνολο μοντέλων που ερμηνεύουν κάποια δεδομένα, το AIC υπολογίζει την ποιότητα του κάθε μοντέλου σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα. Έτσι το AIC παρέχει ένα μέσο για την επιλογή του μοντέλου που ερμηνεύει καλύτερα τα εκάστοτε δεδομένα.

3.5 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης

Για την καταγραφή των απόψεων του κοινού χρησιμοποιούνται ουσιαστικά δύο τεχνικές:

- η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference)
- η μέθοδος αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference).

Η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης** έχει ως σκοπό την **καταγραφή των προτιμήσεων** μέρους του πληθυσμού σχετικά με κάποιο ζήτημα και την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου για την περιγραφή αυτών των προτιμήσεων. Λειτουργεί καλύτερα απέναντι σε κάποια μελλοντική υποθετική κατάσταση, η οποία δεν εφαρμόζεται σήμερα.

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

Από την άλλη, η **μέθοδος αποκαλυπτόμενης προτίμησης** καταγράφει τη συμπεριφορά και την άποψη του κοινού πάνω σε εναλλακτικές επιλογές που εφαρμόζονται ήδη και συνεπώς αποτελεί το καταλληλότερο εργαλείο για την εξαγωγή μοντέλων σχετικά με τη ζήτηση.

Παρουσιάζει, ωστόσο, τα εξής μειονεκτήματα (Kroes & Sheldon, 1988):

- Δυσκολία στην εξέταση όλων των μεταβλητών που ενδιαφέρουν την έρευνα λόγω απουσίας επαρκούς ευελιξίας των δεδομένων.
- Συχνή εμφάνιση συσχετισμών μεταξύ επεξηγηματικών μεταβλητών, όπως χρόνος ταξιδιού και κόστος, που καθιστά δύσκολο τον υπολογισμό των συντελεστών του μαθηματικού μοντέλου.
- Δεν μπορεί να εφαρμοστεί για την εκτίμηση της ζήτησης σε καταστάσεις που δεν υφίστανται.

Για τους παραπάνω λόγους η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης άρχισε να κερδίζει έδαφος στην συγκοινωνιακή έρευνα. Τα πλεονεκτήματά της αρκετά:

- Είναι περισσότερο εύκολο να ελεγχθεί, αφού ο ερευνητής είναι εκείνος που ορίζει τις συνθήκες που αξιολογούν οι ερωτηθέντες.
- Είναι περισσότερο ευέλικτη καθώς είναι εφικτή η αντιμετώπιση ενός μεγαλύτερου εύρους μεταβλητών.
- Εφαρμόζεται με μικρότερο κόστος, αφού κάθε άτομο προσφέρει πολλαπλές παρατηρήσεις για παραλλαγές στις επεξηγηματικές μεταβλητές που ενδιαφέρουν τον ερευνητή.

Από την άλλη πλευρά, σημαντικό **μειονέκτημα** της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης αποτελεί το γεγονός ότι οι ερωτηθέντες είναι πιθανό να μη πράξουν αυτό το οποίο δήλωσαν. Για αυτό τον λόγο, τα αποτελέσματα σε έρευνες που βασίζονται αποκλειστικά σε αυτή τη μέθοδο οφείλουν να αξιολογηθούν προσεκτικά.

Ωστόσο, οι περισσότερες εφαρμογές της μεθόδου της δεδηλωμένης προτίμησης στη συγκοινωνιακή έρευνα έχουν σκοπό την εκτίμηση της σχετικής χρησιμότητας, αντί του υπολογισμού συγκεκριμένων τιμών (Roberts et al, 1986). Σε αυτό το πλαίσιο οι μέθοδοι δεδηλωμένης προτίμησης έχουν αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμες και υπό αυτές τις συνθήκες, η όποια πιθανότητα για υπό ή υπερεκτιμήσεις δεν είναι σχετική.

Εν τέλει, στην παρούσα Διπλωματική Εργασία επιλέγεται η χρήση της μεθόδου **δεδηλωμένης προτίμησης**.

3.6 Θεωρία στοχαστικής χρησιμότητας – Συνάρτηση χρησιμότητας

Στο πλαίσιο μιας έρευνας δεδηλωμένης προτίμησης τα πρότυπα των διακριτών επιλογών είναι εξατομικευμένα πρότυπα (disaggregate models), αφού εξετάζονται οι προτιμήσεις μεμονωμένων ατόμων και όχι πληθυσμού, σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των ατόμων και των εναλλακτικών επιλογών. Το σύνολο στο οποίο περιλαμβάνονται όλες οι δυνατές διακριτές επιλογές ονομάζεται σύνολο επιλογών (choice set) και αποτελείται από πεπερασμένο αριθμό εναλλακτικών. Τα σύνολα επιλογών διαχωρίζονται σε καθολικά (universal choice set), τα οποία περιέχουν όλες τις δυνατές εναλλακτικές, και τα

μειωμένα σύνολα (reduced choice set), τα οποία περιέχουν μόνο τις εναλλακτικές που είναι διαθέσιμες στο κάθε άτομο.

Ως **συνάρτηση χρησιμότητας** ορίζεται ένα μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει την ικανοποίηση του κάθε ατόμου από τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε εναλλακτικής επιλογής. Για κάθε εναλλακτική i του συνόλου επιλογών C_n , ορίζεται μια συνάρτηση χρησιμότητας του ατόμου n ως εξής:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

Όπου:

- $V_{in} = \beta_i X_{in}$, β_i το διάνυσμα των συντελεστών και X_{in} το διάνυσμα των τιμών των μεταβλητών.
- ε_{in} , το στοχαστικό μέρος της χρησιμότητας της εναλλακτικής.

Η πιθανότητα επιλογής της κάθε εναλλακτικής υπολογίζεται ως εξής:

$$P_n(i/C) = P(U_{in} > U_{ij}) \forall j \in C, i \neq j$$

Βασική προϋπόθεση της θεωρίας της στοχαστικής χρησιμότητας αφορά στο γεγονός ότι τα σφάλματα ε_{in} του συνόλου των επιλογών είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν μία κοινή κατανομή. Ανάλογα με τη μορφή της κατανομής προκύπτουν και διάφορες μορφές της εξίσωσης της πιθανότητας. Η πιο συνηθισμένη παραδοχή είναι ότι τα σφάλματα ακολουθούν την κανονική κατανομή ή την κατανομή Gumbel, οπότε προκύπτουν και τα δύο πιο διαδεδομένα πρότυπα διακριτών επιλογών: τα πιθανοτικά (probit) και τα λογιστικά (logit) πρότυπα, αντίστοιχα.

Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, στοχεύει να αναλύσει και να προσδιορίσει τις προτιμήσεις των πολιτών της Αττικής σχετικά με τις δωρεάν μετακινήσεις με δημόσια μέσα μεταφοράς, ενώ παράλληλα αναλύονται σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την στάση των πολιτών απέναντι σε αυτή την καινοτομία.

Έτσι λοιπόν σχεδιάστηκε ένα ερωτηματολόγιο, κατάλληλα προσαρμοσμένο στις ανάγκες της έρευνας. Για τη συλλογή των δεδομένων επιλέχθηκε η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση, ώστε να εξεταστεί η σημαντικότητά τους.

4.2 Συλλογή στοιχείων

4.2.1. Μορφή ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε τέσσερις ενότητες και περιλαμβάνει συνολικά 17 ερωτήσεις και 10 σενάρια. Ο χρόνος που απαιτείται για την συμπλήρωσή του είναι περίπου 8 – 10 λεπτά. Η συλλογή των ερωτηματολογίων έγινε αποκλειστικά υπό μορφή διαδικτυακής έρευνας. Σε αρχικό στάδιο οι ερωτηθέντες καλούνται να απαντήσουν στην πρώτη ερώτηση που έχει να κάνει με το εάν κατοικούν στην Αττική. Εάν η απάντηση ήταν αρνητική, τότε οι συμμετέχοντες καλούνταν να υποβάλουν την απάντηση αυτή και έτσι ολοκληρωνόταν το ερωτηματολόγιο. Στη συνέχεια ακολουθεί η ερώτηση σχετικά με το εάν γίνεται κατά κύριο λόγο χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί πως τα άτομα που δήλωναν πως κάνουν χρήση των μέσων αυτών υπέβαλαν το ερωτηματολόγιο και έτσι με αυτή την ερώτηση ολοκλήρωναν τη διαδικασία. Έτσι λοιπόν, συλλέχθηκαν συνολικά 234 ερωτηματολόγια, αριθμός ικανοποιητικός για τέτοιου είδους έρευνες, προκειμένου τα αποτελέσματα από την ανάλυσή τους να θεωρούνται αξιόπιστα.

4.2.2. Οι ενότητες του ερωτηματολογίου

Στην πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου υπάρχουν ερωτήσεις που αφορούν τα χαρακτηριστικά κινητικότητας των συμμετεχόντων, όπως για παράδειγμα το μέσο και τον σκοπό των μετακινήσεων, εάν οι μετακινήσεις τους συμβαίνουν κατά τις ώρες αιχμής, όπως επίσης ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να προσδιορίσουν τη συχνότητα χρήσης διάφορων μέσων μετακίνησης. Με αυτόν τον τρόπο οι ερωτηθέντες εισάγονται σταδιακά στο κλίμα και στη φιλοσοφία της έρευνας απαντώντας σε ερωτήσεις, οι οποίες αργότερα θα φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Ακολουθώντας, η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνει ερωτήσεις με σκοπό να εξεταστούν οι απόψεις των ερωτηθέντων σχετικά με τα Μέσα Μετακίνησης. Αναλυτικότερα, οι συμμετέχοντες καλούνται να επιλέξουν τις απαντήσεις που τους αντιπροσωπεύουν σχετικά με διάφορα θέματα που αφορούν το κόστος κομίστρου, τη διάρκεια του ταξιδιού, την άνεση και τη διαθεσιμότητα που επικρατεί στα μέσα μεταφοράς.

Στην τρίτη ενότητα εξετάζεται αρχικά το υποθετικό σενάριο για Δωρεάν Χρήση των Δημόσιων Συγκοινωνιών στην Αττική και στη συνέχεια παραθέτονται 10 σενάρια. Στην περίπτωση εφαρμογής του υποθετικού σεναρίου των Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών στην Αττική, για μία συγκεκριμένη τυπική διαδρομή (45 λεπτών): σπίτι - εργασία και για καθένα από τα παρακάτω σενάρια μεταβολής κόστους, χρόνου και άνεσης, οι συμμετέχοντες καλούνται να προσδιορίσουν τις προτιμήσεις τους σχετικά με το εάν θα αλλάζανε τον σημερινό τρόπο μετακίνησης επιλέγοντας τις Δωρεάν Δημόσιες Συγκοινωνίες ή θα παραμένανε στο μέσο μετακίνησης που ήδη χρησιμοποιούν. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τα σενάρια του ερωτηματολογίου αναλύονται στην επόμενη υποενότητα.

Στην τέταρτη και τελευταία ενότητα του ερωτηματολογίου οι συμμετέχοντες καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις που αφορούν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, όπως είναι το φύλο, η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, το επάγγελμα και το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα. Η καταγραφή των παραπάνω κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών χρησιμεύει:

- Στον έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος.
- Στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων συνδυαζόμενα με τις απαντήσεις στην τρίτη ενότητα και
- Στη χρήση κάποιων χαρακτηριστικών, στο μαθηματικό μοντέλο που θα αργότερα θα αναπτυχθεί.

4.2.3. Τα σενάρια

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει 10 υποθετικά σενάρια. Οι συμμετέχοντες καλούνται να επιλέξουν ανάμεσα στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς ή στη Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία. Στη διαμόρφωση της κάθε επιλογής σημαντικό ρόλο διαδραμάτισαν τρεις παράμετροι (χρόνος, κόστος, άνεση). Στα σενάρια γίνεται λόγος για μία συγκεκριμένη τυπική διαδρομή από το σπίτι στην εργασία, χρονικής διάρκειας περίπου 45 λεπτών στην Αττική.

Τα σενάρια και οι τιμές των παραμέτρων επιλέχθηκαν κατάλληλα, ώστε να προκαλέσουν τον προβληματισμό των ερωτηθέντων, πριν προβούν στην συμπλήρωσή τους. Με τον τρόπο αυτό, κανένα σενάριο δεν είχε προφανή απάντηση και σαν αποτέλεσμα, προέκυψαν σε κάθε ερωτηματολόγιο διαφορετικές μεταξύ τους απαντήσεις, οι οποίες δίνουν περισσότερες πληροφορίες κατά τη στατιστική ανάλυση. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 4.1) παρουσιάζεται ένα τυπικό παράδειγμα σχετικά με τη μορφή που ακολουθήθηκε για την παρουσίαση του κάθε σεναρίου. Στο τέλος της εργασίας παρατίθενται αναλυτικά και τα 10 σενάρια.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-75%	Αμετάβλητος	Αμετάβλητη
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	-20%	Υψηλή

Εικόνα 4.1: Το πρώτο σενάριο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα ερωτηματολογίου

4.2.4. Συλλογή ερωτηματολογίων

Στην παρούσα έρευνα που αναλύεται συγκεντρώθηκαν 234 συμπληρωμένα ερωτηματολόγια από πολίτες που διαμένουν στην περιοχή της Αττικής. Το μέγεθος δείγματος είναι ικανοποιητικό για το αντικείμενο που πραγματεύεται η μελέτη. Το πόσο μεγάλο είναι το δείγμα συμβάλει άμεσα στην αξιοπιστία της έρευνας. Παράλληλα, δόθηκε ιδιαίτερη σημασία ώστε το δείγμα να αποτελείται από άτομα που ανήκουν σε όλες τις κατηγορίες, με όσο το δυνατό λογικότερες αναλογίες. Έτσι λοιπόν, διαμορφώθηκε το τέταρτο μέρος του ερωτηματολογίου, το οποίο καλύπτει ένα φάσμα ερωτήσεων με βάση τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων όπως για παράδειγμα η ηλικία το φύλο κλπ. Η επιλογή του δείγματος πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε αυτό να είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού ως προς τα χαρακτηριστικά του.

Η επιτυχία τέτοιων ερευνών οφείλεται στην εξέταση ενός μικρού αλλά επαρκούς τμήματος του συνόλου, το δείγμα, εξάγοντας ακριβή και αξιόπιστα αποτελέσματα που αντιπροσωπεύουν ολόκληρο το σύνολο.

Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 4.2) δίνεται ένα απόσπασμα της μορφής του διαδικτυακού ερωτηματολογίου που σχεδιάστηκε με τη βοήθεια της εφαρμογής Google Forms.

Ποια είναι η γνώμη σας για τις ακόλουθες προτάσεις βελτίωσης των Δημόσιων Συγκοινωνιών ? *

	Καθόλου Σημαντική	Λίγο Σημαντική	Σημαντική	Αρκετά Σημαντική	Πολύ Σημαντική
Μείωση Κόστους	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Αύξηση δρομολογίων	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Εξασφάλιση άνεσης	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Εικόνα 4.2: Παράδειγμα ερώτησης σε περιβάλλον Google Forms

4.3 Επεξεργασία στοιχείων

4.2.1. Κωδικοποίηση δεδομένων

Αρχικά για την κωδικοποίηση των δεδομένων με τη μορφή αριθμών, δημιουργήθηκε ένας πίνακας Excel (Master Table). Απορρίφθηκαν τα ερωτηματολόγια που δεν ήταν πλήρως συμπληρωμένα όλα τα "κελιά", καθώς ορισμένες ερωτήσεις του

ερωτηματολογίου δεν ήταν υποχρεωτικές προς απάντηση. Αυτή η διαδικασία βοήθησε στη συνέχεια στη χρήση του προγράμματος R-Studio που χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση με πολυωνυμική και διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση αντίστοιχα.

Στην εικόνα 4.3 γίνεται παράθεση ενός μέρους του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio. Στην στήλη με κωδικό ονομασίας "Nr" φαίνεται ο αύξων αριθμός του κάθε ερωτηθέντα. Αυτός ο αριθμός επαναλαμβάνεται για 10 φορές, εφόσον στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου υπάρχουν τα 10 σενάρια που αναλύθηκαν παραπάνω. Οι 10 σειρές έχουν τα ίδια στοιχεία ανά στήλη για κάθε σειρά, με διαφορές μόνο στις στήλες που αφορούσαν τις απαντήσεις των σεναρίων.

Nr	ID	Choice	Cost1	Cost2	Time1	Time2	Comfort1	Comfort2	RESIDENT	PT	MAAS	WORK	EDUCATIONAL	LEISURE	OTHER	USE_C	USE_TAXI	USE_BIC
1	1	2	-75%	0	0	-20%	0	HIGH	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
1	2	1	-100%	0	-20%	0	HIGH	0	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
1	3	1	-75%	0	0	20%	0	LOW	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
1	4	2	-50%	0	20%	-20%	LOW	HIGH	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
1	5	2	-50%	0	20%	0	LOW	0	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
1	6	1	-100%	0	-20%	20%	HIGH	LOW	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
1	7	2	-75%	0	20%	-20%	0	0	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
1	8	1	-50%	0	0	0	HIGH	LOW	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
1	9	1	-100%	0	-20%	20%	LOW	HIGH	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
1	10	1	-50%	0	-20%	-20%	HIGH	LOW	1	0	5	1	0	0	0	2	2	1
2	1	2	-75%	0	0	-20%	0	HIGH	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3
2	2	1	-100%	0	-20%	0	HIGH	0	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3
2	3	1	-75%	0	0	20%	0	LOW	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3
2	4	2	-50%	0	20%	-20%	LOW	HIGH	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3
2	5	2	-50%	0	20%	0	LOW	0	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3
2	6	1	-100%	0	-20%	20%	HIGH	LOW	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3
2	7	2	-75%	0	20%	-20%	0	0	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3
2	8	1	-50%	0	0	0	HIGH	LOW	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3
2	9	1	-100%	0	-20%	20%	LOW	HIGH	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3
2	10	1	-50%	0	-20%	-20%	HIGH	LOW	1	0	1	1	0	1	0	4	1	3

Εικόνα 4.3: Μέρος του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio

Η πρώτη γραμμή περιέχει τις στήλες:

- Nr, ο αύξων αριθμός των ερωτηθέντων
- ID, ο αριθμός του εκάστοτε σεναρίου της τρίτης ενότητας
- Choice, η επιλογή ενός εκ των δύο εναλλακτικών σεναρίων, με 1=Αλλαγή και 2=Παραμονή
- Cost 1, Cost 2, η τιμή της μεταβλητής του κόστους
- Time 1, Time 2, η τιμή της μεταβλητής του χρόνου μετακίνησης
- Comfort 1, Comfort 2, η τιμή της μεταβλητής της άνεσης του μέσου μετακίνησης
- Resident, PT, MAAS, ..., η κωδικοποίηση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου

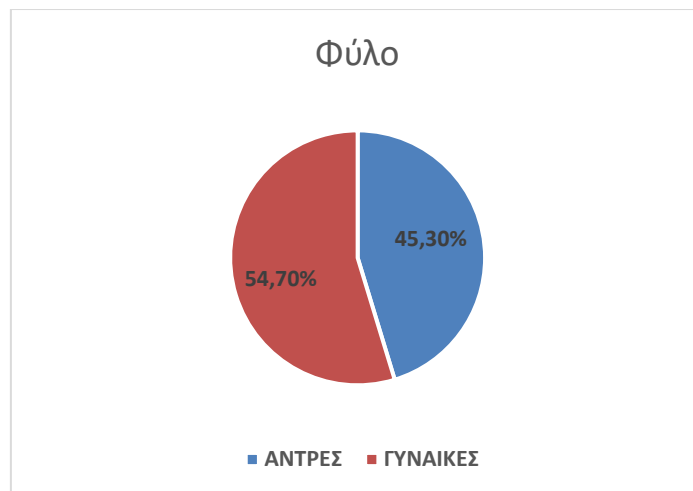
Σε αυτό το σημείο πρέπει να διευκρινιστεί το γεγονός πως σε ερωτήσεις στις οποίες οι απαντήσεις ήταν δύο (Ναι ή Όχι) η κωδικοποίηση που έγινε στο Excel είναι η εξής: 0=Ναι και 1=Όχι.

Αντίθετα, σε ερωτήσεις στις οποίες οι απαντήσεις ήταν περισσότερες από δύο, η πρώτη απάντηση εμφανίζεται στον πίνακα του Excel με τον αριθμό 1, η δεύτερη με τον αριθμό 2, και ούτω καθεξής.

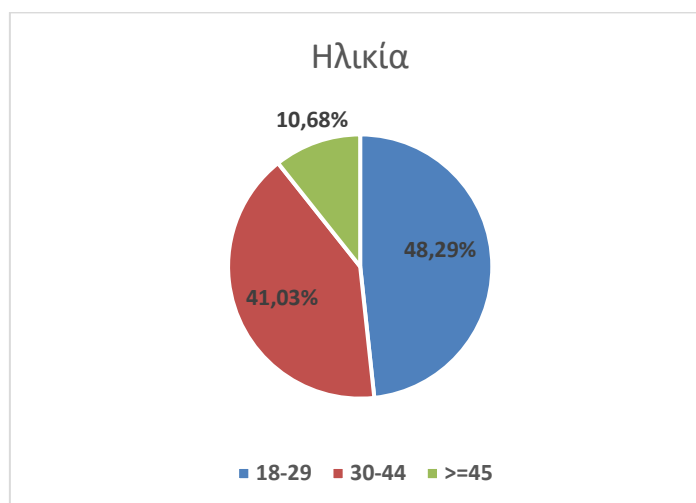
4.4 Συγκεντρωτικά στοιχεία

Στο παρόν κεφάλαιο εμφανίζονται αναλυτικά ορισμένα από τα στατιστικά στοιχεία που προέκυψαν με την μορφή πινάκων, σχετικά με το δείγμα της έρευνας και σε ερωτήσεις σχετικές με τον τρόπο μετακίνησής των ερωτηθέντων στην πόλη.

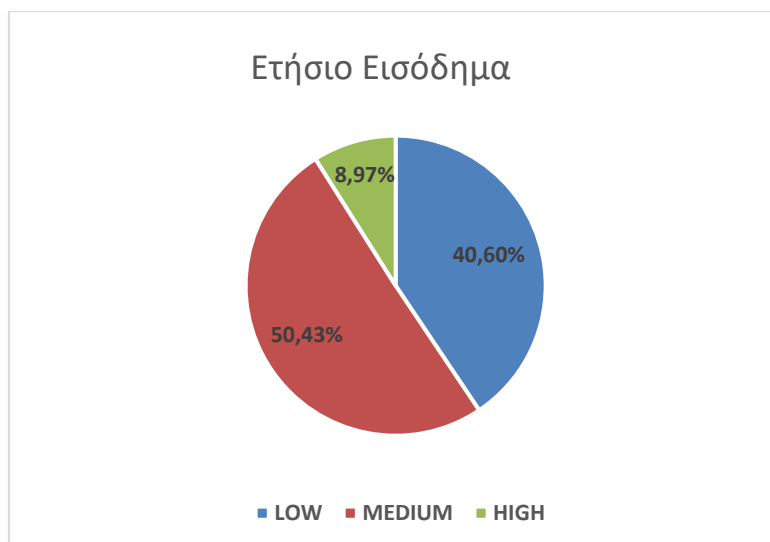
Ακολουθούν τα διαγράμματα:



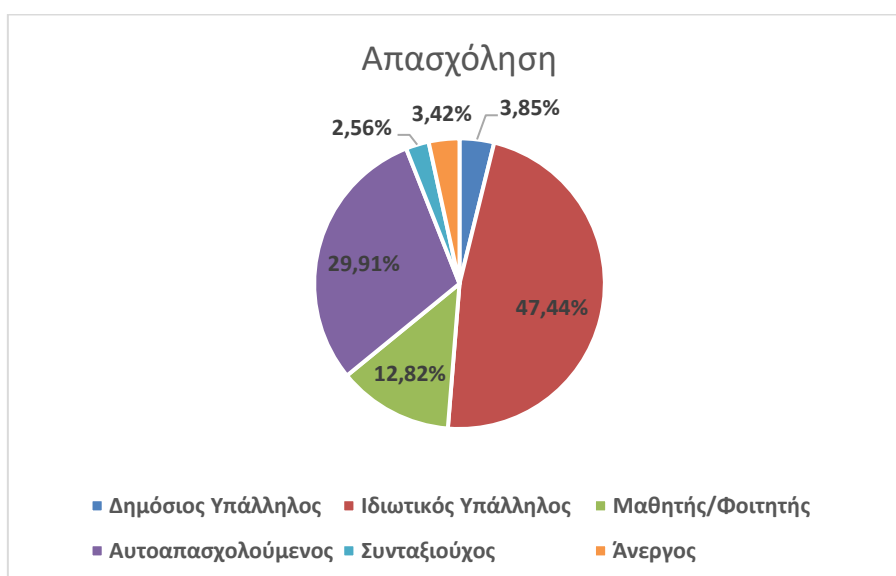
Διάγραμμα 4.1: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά φύλο



Διάγραμμα 4.2: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά ηλικία



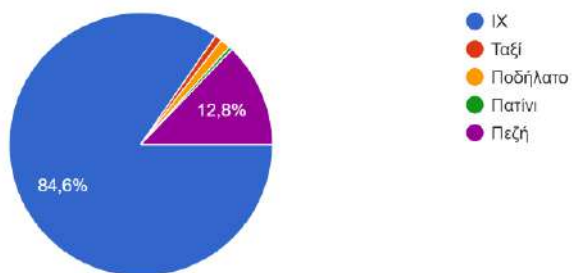
Διάγραμμα 4.3: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά ετήσιο εισόδημα



Διάγραμμα 4.4: Ποσοστιαία κατανομή δείγματος ανά απασχόληση

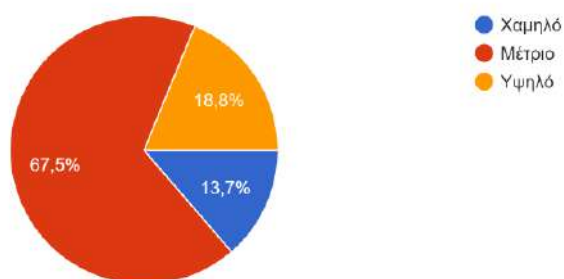
Από τα διαγράμματα που απεικονίστηκαν παραπάνω προκύπτει πως οι συμμετέχοντες ανήκουν στην πλειοψηφία τους στο ηλικιακό φάσμα 18-29 ετών, με μεσαίο ετήσιο εισόδημα και οι περισσότεροι είναι ιδιωτικοί υπάλληλοι. Τέλος, με μικρή διαφορά, οι περισσότεροι συμμετέχοντες που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο είναι γυναίκες.

Ποιο μέσο χρησιμοποιείτε κατά βάση για τις καθημερινές σας μετακινήσεις?
234 απαντήσεις



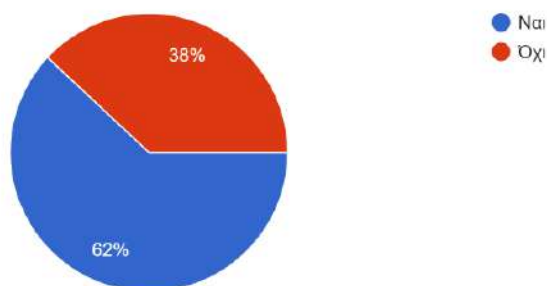
Διάγραμμα 4.5: Ποσοστιαία κατανομή μέσου μετακίνησης

Κατά τη χρήση των Δημόσιων Συγκοινωνιών, ποια είναι η γνώμη σας για το κόστος του κομίστρου?
234 απαντήσεις



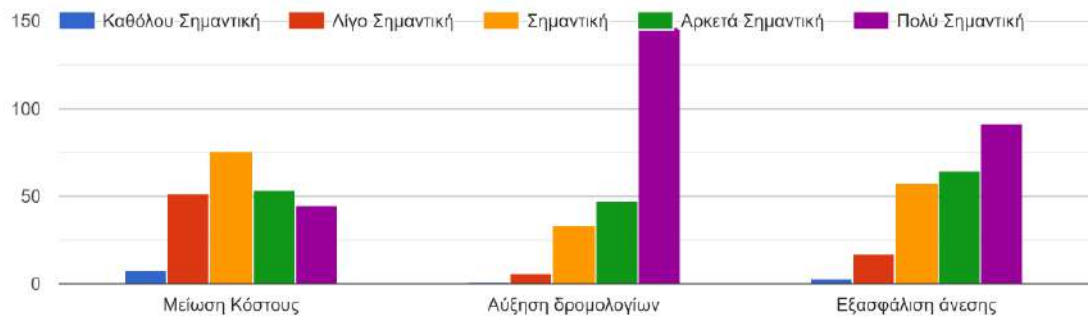
Διάγραμμα 4.6: Ποσοστιαία κατανομή αξιολόγησης του κόστους κομίστρου

Προτιμάτε οι Δημόσιες Συγκοινωνίες να είναι δωρεάν στην Αττική;
234 απαντήσεις



Διάγραμμα 4.7: Ποσοστιαία κατανομή προτίμησης των δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών στην Αττική

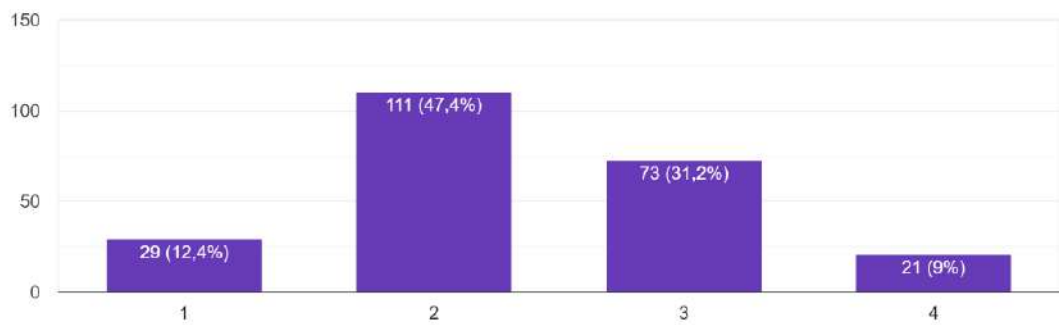
Ποια είναι η γνώμη σας για τις ακόλουθες προτάσεις βελτίωσης των Δημόσιων Συγκοινωνιών ?



Διάγραμμα 4.8: Κατανομή αξιολόγησης των προτάσεων βελτίωσης των Δημόσιων Συγκοινωνιών

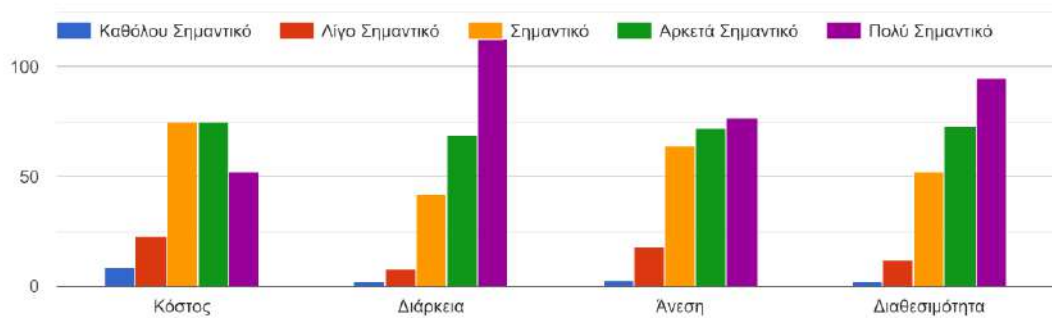
Θεωρείτε ικανοποιητικά τα υπάρχοντα πακέτα έκπτωσης κομίστρου;

234 απαντήσεις



Διάγραμμα 4.9: Αξιολόγηση πακέτων έκπτωσης κομίστρου

Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά για τις μετακινήσεις σας?



Διάγραμμα 4.10: Αξιολόγηση χαρακτηριστικών των μετακινήσεων

Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή της μεθοδολογίας της έρευνας και αποτελέσματα

5.1 Εισαγωγή

Στην συνέχεια αυτού του κεφαλαίου αναλύεται η μεθοδολογία, σύμφωνα με την οποία διεκπεραιώθηκε η έρευνα ερωτηματολογίου, όπως επίσης και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτήν.

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, αφού πραγματοποιήθηκε η συλλογή των στοιχείων και η επεξεργασία τους σε πρόγραμμα excel, ακολούθησε η στατιστική τους επεξεργασία, η οποία έγινε με τη μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης και συγκεκριμένα με χρήση του πολυωνυμικού λογιστικού προτύπου για το κομμάτι των σεναρίων και με χρήση του διωνυμικού λογιστικού προτύπου για την ερώτηση που σχετίζεται με την χρήση ή όχι των δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών στην περιοχή της Αττικής.

Ακολουθεί η ανάλυση των βημάτων που έγιναν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί η σπουδαιότητα των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τους στατιστικούς ελέγχους που απαιτούνται για την αποδοχή ή απόρριψη των σεναρίων. Τέλος, παρατίθενται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των μεθοδολογιών, η περιγραφή τους, και η ερμηνεία τους με βάση το γενικότερο πλαίσιο της έρευνας.

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Με το μοντέλο αυτό, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση των 10 σεναρίων που περιείχε το ερωτηματολόγιο της έρευνας. Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα R-Studio.

5.2.1 Εισαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα R-Studio

Σε πρώτο στάδιο δημιουργείται το script, δηλαδή το περιβάλλον της συγγραφής του κώδικα, μέσω της εντολής File -> New File -> R Script.

Αρχικά μέσω της εντολής `mlogit`, η οποία εγκαταστάθηκε από τη βιβλιοθήκη του προγράμματος, εκτελείται η πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση των στοιχείων που της δίνονται. Κατόπιν, μέσω της εντολής `read_excel` εισάγεται το αρχείο που περιλαμβάνει τα κωδικοποιημένα δεδομένα του ερωτηματολογίου

```
library(mlogit)
#Import DATA from MasterTable
library(readxl)
RDATA <- read_excel("C:/database_goulas_vaggg.xlsx")
RDATA$Choiceid <- 1:nrow(RDATA)
```

Εικόνα 5.1: Εισαγωγή του αρχείου Excel με τα κωδικοποιημένα στοιχεία στο R-Studio

Nr	ID	Choice	Cost1	Cost2	Time1	Time2	Comfort1	Comfort2	RESIDENT	PT	MAAS	WORK	EDUCATIONAL	LEISURE	OTHER	USE_C	USE_TAXI	USE_BIC
1	1	1	2	-0.75	1e-04	0.0	-0.2	0	2	1	0	5	1	0	0	2	2	1
2	1	2	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.0	2	0	1	0	5	1	0	0	2	2	1
3	1	3	1	-0.75	1e-04	0.0	0.2	0	1	1	0	5	1	0	0	2	2	1
4	1	4	2	-0.50	1e-04	0.2	-0.2	1	2	1	0	5	1	0	0	2	2	1
5	1	5	2	-0.50	1e-04	0.2	0.0	1	0	1	0	5	1	0	0	2	2	1
6	1	6	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	2	1	1	0	5	1	0	0	2	2	1
7	1	7	2	-0.75	1e-04	0.2	-0.2	0	0	1	0	5	1	0	0	2	2	1
8	1	8	1	-0.50	1e-04	0.0	0.0	2	1	1	0	5	1	0	0	2	2	1
9	1	9	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	1	2	1	0	5	1	0	0	2	2	1
10	1	10	1	-0.50	1e-04	-0.2	-0.2	2	1	1	0	5	1	0	0	2	2	1
11	2	1	2	-0.75	1e-04	0.0	-0.2	0	2	1	0	1	1	0	1	4	1	3
12	2	2	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.0	2	0	1	0	1	1	0	1	4	1	3
13	2	3	1	-0.75	1e-04	0.0	0.2	0	1	1	0	1	1	0	1	4	1	3
14	2	4	2	-0.50	1e-04	0.2	-0.2	1	2	1	0	1	1	0	1	4	1	3
15	2	5	2	-0.50	1e-04	0.2	0.0	1	0	1	0	1	1	0	1	4	1	3
16	2	6	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	2	1	1	0	1	1	0	1	4	1	3
17	2	7	2	-0.75	1e-04	0.2	-0.2	0	0	1	0	1	1	0	1	4	1	3
18	2	8	1	-0.50	1e-04	0.0	0.0	2	1	1	0	1	1	0	1	4	1	3
19	2	9	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	1	2	1	0	1	1	0	1	4	1	3
20	2	10	1	-0.50	1e-04	-0.2	-0.2	2	1	1	0	1	1	0	1	4	1	3
21	3	1	2	-0.75	1e-04	0.0	-0.2	0	2	1	0	1	1	0	1	4	2	2
22	3	2	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.0	2	0	1	0	1	1	0	1	4	2	2
23	3	3	1	-0.75	1e-04	0.0	0.2	0	1	1	0	1	1	0	1	4	2	2
24	3	4	2	-0.50	1e-04	0.2	-0.2	1	2	1	0	1	1	0	1	4	2	2
25	3	5	2	-0.50	1e-04	0.2	0.0	1	0	1	0	1	1	0	1	4	2	2
26	3	6	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	2	1	1	0	1	1	0	1	4	2	2
27	3	7	2	-0.75	1e-04	0.2	-0.2	0	0	1	0	1	1	0	1	4	2	2
28	3	8	2	-0.50	1e-04	0.0	0.0	2	1	1	0	1	1	0	1	4	2	2

Εικόνα 5.2: Η τελική μορφή του αρχείου RDATA στο R-Studio

Οι μεταβλητές και οι αντίστοιχες τιμές της εικόνας 5.2 τους είναι ίδιες με αυτές της εικόνας 4.3, αφού είναι ίδιο το αρχείο εισαγμένο αυτή τη φορά στο R-Studio.

```

1 ##Multinomial Logistic Regression Analysis###
2
3 library(mlogit)
4
5 #Import DATA from Master Table
6 library(readxl)
7 RDATA <- read_excel("C:/database_goulas vaggg.xlsx")
8 RDATA$Choiceid <- 1:nrow(RDATA)
9
10 str(RDATA)
11
12 #keep complete cases!
13 RDATA = RDATA[complete.cases(RDATA), ]
14
15 #Check that no NAs remain in the dataset
16 colSums(is.na(RDATA))
17 view(RDATA)
18
19
20 #correlation test between independent variables
21 RDATA_numeric<-RDATA[,sapply(RDATA, is.numeric)]
22
23 ## για να προεξετάσω τα αποτελέσματα!
24 dt<-cor(RDATA_numeric,method = c("pearson"))
25 view(dt)
26
27
28
29 ##Multinomial Logistic Regression Analysis###
30
31
32 #transform to long format
33 RDATA2 <- dfidx(RDATA, shape = "wide", choice = "Choice", varying = 4:9, sep = "", idx = list(c("Choiceid", "Nr")),
34               funames = c("chid", "alt"))
35

```

```

R4.1.2 : C:\Users\goulas\OneDrive\mlogit\ofor
lnv.1
-0.03002  0.10240 -0.2307 0.377032
IN3:1
-0.653981  0.180104 -3.6311 0.0002822 ***
AGE2:1
-0.123989  0.103130 -1.2023 0.2292635
AGE3:1
0.334922  0.160626  2.0851 0.0370603 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-likelihood: -1328.8
McFadden R^2: 0.1747
Likelihood Ratio test : chisq = 562.55 (p.value = < 2.22e-16)
> view(mlr1)
> view(RDATA)
> view(RDATA_numeric)

```

Εικόνα 5.3: Η τελική μορφή του μοντέλου στο R-Studio

5.2.2. Ο Κώδικας

Στο πάνω αριστερά μέρος της Εικόνας 5.3 απεικονίζεται ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Προχωρώντας, ακριβώς από κάτω στο παράθυρο Console απεικονίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Ολόκληρος ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε παρατίθεται στο Παράρτημα Β. Παρακάτω, περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που κατέληξαν στο τελικό μοντέλο.

Αρχικά, η πρώτη γραμμή περιλαμβάνει την εντολή `library(mlogit)`, με την οποία γίνεται επίκληση του πακέτου `mlogit`, το οποίο επιτρέπει την εκτίμηση των πολυωνυμικών λογιστικών μοντέλων.

Στη συνέχεια με την εντολή `RDATA <- read_excel("C:/database_goulas vaggg.xlsx")` μετατρέπεται το αρχείο `excel` σε βάση δεδομένων για το πρόγραμμα R-Studio και με την εντολή `str(RDATA)` φαίνεται η μορφή των μεταβλητών στη βάση δεδομένων της R-studio.

Με την εντολή `colSums(is.na(RDATA))` αφαιρούνται οι τιμές των παρατηρήσεων που ήταν κενές στο αρχείο. Οι εντολές `RDATA_numeric, -RDATA[,sapply(RDATA, is.numeric)]` και `dt=cor(RDATA_numeric, method = c("pearson")) View ((dt))` φανερώνουν τη συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Όσες μεταβλητές εμφανίζουν συσχέτιση μεγαλύτερη του 0.5, τότε πρόκειται για αρκετά συσχετισμένες μεταβλητές μεταξύ τους και έτσι δεν τις λαμβάνουμε υπόψιν μας στα μοντέλα που θα ακολουθήσουν παρακάτω. Παράδειγμα της εντολής φαίνεται στην Εικόνα 5.4.

	Nr	ID	Choice	Cost1	Cost2	Time1	Time2	Comfort1	Comfort2	RESIDENT	PT	MAAS	WORK	EDUCATIONAL
Nr	1.000000e+00	0.000000000	-0.007032959	0.000000e+00	NA	-1.321200e-22	0.000000e+00	0.000000e+00	0.00000000	NA	NA	8.374697e-02	-2.350190e-01	1.021930e-01
ID	0.000000e+00	1.000000000	-0.128012092	1.886084e-01	NA	-2.305214e-01	6.286946e-02	3.981733e-01	0.00000000	NA	NA	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
Choice	-7.032959e-03	-0.128012092	1.000000000	1.921566e-01	NA	3.487364e-01	-2.366277e-01	-2.939231e-01	0.1142341	NA	NA	-5.626485e-02	2.806149e-02	-1.966081e-02
Cost1	0.000000e+00	0.188608384	0.192156625	1.000000e+00	NA	5.942029e-01	-5.652174e-01	-1.449275e-02	0.00000000	NA	NA	1.722533e-20	-1.185818e-20	1.151625e-20
Cost2	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Time1	-1.321200e-22	-0.230521358	0.348736351	5.942029e-01	NA	1.000000e+00	-4.492754e-01	-5.652174e-01	-0.1554175	NA	NA	-1.482841e-20	-1.576521e-20	-6.899601e-21
Time2	0.000000e+00	0.062869461	-0.236627750	-5.652174e-01	NA	-4.492754e-01	1.000000e+00	1.594203e-01	0.00000000	NA	NA	-1.625031e-20	-1.190959e-20	-6.886918e-21
Comfort1	0.000000e+00	0.398173255	-0.293923105	-1.449275e-02	NA	-5.652174e-01	1.594203e-01	1.000000e+00	-0.1554175	NA	NA	1.738783e-20	-6.100449e-21	1.630538e-20
Comfort2	0.000000e+00	0.000000000	0.114234109	0.000000e+00	NA	-1.554175e-01	0.000000e+00	-1.554175e-01	1.00000000	NA	NA	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
RESIDENT	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA
PT	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA
MAAS	8.374697e-02	0.000000000	-0.056264852	1.722533e-20	NA	-1.482841e-20	-1.625031e-20	1.738783e-20	0.00000000	NA	NA	1.000000e+00	-2.197835e-01	1.498222e-01
WORK	-2.350190e-01	0.000000000	0.028061487	-1.185818e-20	NA	-1.576521e-20	-1.190959e-20	-6.100449e-21	0.00000000	NA	NA	-2.197835e-01	1.000000e+00	-3.759726e-01
EDUCATIONAL	1.021930e-01	0.000000000	-0.019660807	1.151625e-20	NA	-6.899601e-21	-6.886918e-21	1.630538e-20	0.00000000	NA	NA	1.498222e-01	-3.759726e-01	1.000000e+00
LEISURE	-5.067570e-02	0.000000000	0.054658809	1.692485e-20	NA	3.401981e-21	1.063119e-21	2.656380e-20	0.00000000	NA	NA	-6.571236e-02	2.190041e-03	9.790443e-02
OTHER	-5.856123e-03	0.000000000	0.102420467	-1.429803e-20	NA	5.998866e-21	1.319755e-20	-1.429803e-20	0.00000000	NA	NA	7.273866e-02	-1.419016e-01	1.816681e-02
USE_C	-3.122450e-02	0.000000000	0.071185243	-2.160374e-20	NA	5.250909e-21	7.876364e-21	-2.160374e-20	0.00000000	NA	NA	-7.579589e-01	1.716708e-01	-9.521477e-02
USE_TAXI	-6.626940e-02	0.000000000	-0.019068472	-8.820181e-21	NA	-4.433425e-21	-6.416799e-21	-8.633511e-21	0.00000000	NA	NA	2.123363e-01	1.787529e-02	-7.328662e-02
USE_BIC	-5.801454e-02	0.000000000	0.011298884	2.215907e-20	NA	-2.901262e-21	-3.366558e-21	2.075771e-20	0.00000000	NA	NA	-2.819649e-02	-4.242852e-02	1.360449e-01
USE_SCOOTER	2.749476e-03	0.000000000	-0.008255588	-2.326388e-21	NA	1.783890e-21	3.836585e-21	-3.421159e-21	0.00000000	NA	NA	9.767668e-02	-7.186073e-02	-4.620090e-02
USE_PEDESTRIAN	4.268689e-02	0.000000000	-0.032188022	6.598282e-21	NA	-4.644422e-21	-3.363202e-21	5.573306e-21	0.00000000	NA	NA	4.423006e-01	-3.706405e-02	1.709288e-01
USE_PT	8.635806e-02	0.000000000	-0.117741877	8.568962e-21	NA	-8.585315e-21	1.390003e-21	8.568962e-21	0.00000000	NA	NA	4.149866e-01	5.274181e-02	8.602003e-02
TIME	6.473116e-02	0.000000000	-0.020062072	7.709791e-21	NA	3.878889e-21	3.399026e-21	-1.119679e-22	0.00000000	NA	NA	-1.263328e-02	2.699906e-01	-1.499872e-01

Εικόνα 5.4: Η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών

Η **σημαντικότερη εντολή** για την εφαρμογή της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης είναι η `RDATA2 <- dfidx(RDATA, shape = "wide", choice = "Choice", varying = 4:9, sep = "", idx = list(c("Choiceid", "Nr")), idnames = c("chid", "alt"))`, με την οποία η ομάδα των δεδομένων `RDATA` μετατρέπεται σε κατάλληλη μορφή σε ένα άλλο σετ `RDATA2`, ώστε να είναι αναγνωρίσιμο από το στατιστικό πρόγραμμα και, έτσι, να συνεχιστεί η επεξεργασία του. Συγκεκριμένα:

- Με το `shape="wide"` μετατρέπεται το αρχικό σετ από μία σειρά για κάθε σενάριο (1 row per choice situation) σε μια σειρά ανά εναλλακτική επιλογή (1 row per alternative) που λαμβάνουν τον χαρακτηρισμό 1 ή 2. Δηλαδή, από δέκα σειρές για κάθε ερωτηθέντα, το `RDATA2` περιλαμβάνει 20 σειρές (δύο επιλογές επί δέκα σενάρια) για τον καθένα.
- Με το `choice="Choice"` ορίζεται η μεταβλητή (Choice) που αντιπροσωπεύει την επιλογή των ερωτηθέντων.
- Με το `varying=4:9` δηλώνεται ότι οι μεταβλητές από την τέταρτη ως την ένατη στήλη αντιπροσωπεύουν τις alternative specific μεταβλητές, δηλαδή το κόστος, ο χρόνος, και η άνεση για κάθε εναλλακτική επιλογή.
- Με το `idx = list(c("Choiceid", "Nr"))` και με το `idnames = c("chid", "alt")` μετατρέπονται σε λίστα οι δύο μεταβλητές και δίνεται αντίστοιχα ονομασία στις μεταβλητές αυτές.

Ακολουθεί η σύμπτυξη ορισμένων απαντήσεων με την ανάθεση των τιμών των αρχικών απαντήσεων σε καινούργιες τιμές. Μέσα από αυτή την αλλαγή δημιουργείται καλύτερη οπτική παρουσίαση και κατανόηση των μεταβλητών από τον χρήστη. Παράδειγμα της διαδικασίας φαίνεται στην εικόνα 5.5.

```

40 RDATA2$USE_C[RDATA2$USE_C>2]<-61 #1-2 times per week, everyday
41 RDATA2$USE_C[RDATA2$USE_C<=2]<-62 #rarely, never
42 RDATA2$USE_TAXI[RDATA2$USE_TAXI>2]<-63 #1-2 times per week, everyday
43 RDATA2$USE_TAXI[RDATA2$USE_TAXI<=2]<-64 #rarely, never
44 RDATA2$USE_BIC[RDATA2$USE_BIC>2]<-65 #1-2 times per week, everyday
45 RDATA2$USE_BIC[RDATA2$USE_BIC<=2]<-66 #rarely, never
46 RDATA2$USE_SCOOTER[RDATA2$USE_SCOOTER>2]<-67 #1-2 times per week, everyday
47 RDATA2$USE_SCOOTER[RDATA2$USE_SCOOTER<=2]<-68 #rarely, never
48 RDATA2$USE_PEDESTRIAN[RDATA2$USE_PEDESTRIAN>2]<-69 #1-2 times per week, everyday
49 RDATA2$USE_PEDESTRIAN[RDATA2$USE_PEDESTRIAN<=2]<-70 #rarely, never
50 RDATA2$USE_PT[RDATA2$USE_PT>2]<-71 #1-2 times per week, everyday
51 RDATA2$USE_PT[RDATA2$USE_PT<=2]<-72 #rarely, never
52 RDATA2$CHAR_COST[RDATA2$CHAR_COST>2]<-73 #somewhat important, important, extremely important
53 RDATA2$CHAR_COST[RDATA2$CHAR_COST<=2]<-74 #slightly important, not important
54 RDATA2$CHAR_DURATION[RDATA2$CHAR_DURATION>2]<-75 #somewhat important, important, extremely important
55 RDATA2$CHAR_DURATION[RDATA2$CHAR_DURATION<=2]<-76 #slightly important, not important
56 RDATA2$CHAR_COMFORT[RDATA2$CHAR_COMFORT>2]<-77 #somewhat important, important, extremely important
57 RDATA2$CHAR_COMFORT[RDATA2$CHAR_COMFORT<=2]<-78 #slightly important, not important
58 RDATA2$CHAR_AVAILABILITY[RDATA2$CHAR_AVAILABILITY>2]<-79 #somewhat important, important, extremely important
59 RDATA2$CHAR_AVAILABILITY[RDATA2$CHAR_AVAILABILITY<=2]<-80 #slightly important, not important
60 RDATA2$COST[RDATA2$COST>2]<-81 #41-60EYRO, >60EYRO
61 RDATA2$COST[RDATA2$COST<=2]<-82 #21-40EYRO, <20EYRO
62 RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE[RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE>2]<-83 #effective, extremely effective
63 RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE[RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE<=2]<-84 #slightly effective, not effective
64 RDATA2$LOW_COST[RDATA2$LOW_COST>2]<-85 #somewhat effective, effective, extremely effective
65 RDATA2$LOW_COST[RDATA2$LOW_COST<=2]<-86 #slightly effective, not effective
66 RDATA2$ITINERARIES_INCREASE[RDATA2$ITINERARIES_INCREASE>2]<-87 #somewhat effective, effective, extremely effective
67 RDATA2$ITINERARIES_INCREASE[RDATA2$ITINERARIES_INCREASE<=2]<-88 #slightly effective, not effective
68 RDATA2$ENSURING_COMFORT[RDATA2$ENSURING_COMFORT>2]<-89 #somewhat effective, effective, extremely effective
69 RDATA2$ENSURING_COMFORT[RDATA2$ENSURING_COMFORT<=2]<-90 #slightly effective, not effective
70 RDATA2$EDU[RDATA2$EDU>2]<-91 #master degree, doctoral tittle, nothing
71 RDATA2$EDU[RDATA2$EDU<=2]<-92 #high school, university degree
72 RDATA2$OCCUPATION[RDATA2$OCCUPATION>2]<-93 #self-employed, retired, unemployed
73 RDATA2$OCCUPATION[RDATA2$OCCUPATION<=2]<-94 #government employed, private employed
74

```

Εικόνα 5.6: Παράδειγμα αλλαγής επιπέδου αναφοράς των μεταβλητών

Οι παραπάνω 6 γραμμές αναλύονται ως εξής: Οτιδήποτε ακολουθεί το σύμβολο # στην ίδια γραμμή, αποτελεί σχολιασμό και δεν μεταφράζεται από το πρόγραμμα.

Χρησιμεύει στην παροχή πληροφοριών για τον χρήστη, όπως στις δύο πρώτες γραμμές του παραπάνω παραδείγματος, ενημερώνεται ο χρήστης ότι στην ερώτηση περί συχνότητα χρήσης αυτοκινήτου, η τιμή 61 περιλαμβάνει τις απαντήσεις “1-2 φορές την εβδομάδα” και “Κάθε Μέρα”, ενώ η τιμή 62 περιλαμβάνει τις απαντήσεις “Σπάνια” και “Ποτέ”. Η αλλαγή εδώ αφορά τη μεταβλητή USE_C, για την οποία οι απαντήσεις με τιμές πάνω από 2 αντιπροσωπεύουν την τιμή 61 και οι απαντήσεις με τιμές κάτω από 2 αναφέρονται στην τιμή 62 αντίστοιχα. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλες τις μεταβλητές για τις οποίες αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί σύμπτυξη των απαντήσεων.

Ακολουθεί η ανάθεση των μεταβλητών **ως προς το είδος της**. Δηλαδή, αν λαμβάνει διακριτή (factor) ή συνεχή (numeric) τιμή. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία όλες οι μεταβλητές λαμβάνουν διακριτές τιμές, εκτός του χρόνου και του κόστους.

Τέλος συντάσσεται το **τελικό μοντέλο MLR1** με το πακέτο mlogit ως εξής:

```
MLR1 <- mlogit(Choice ~ Cost + Time + Comfort | OTHER + USE_PT + DISCOUNT_PACKAGE + LOW_COST + IN + AGE ,data = RDATA2, reflevel = "2")
```

Συγκεκριμένα:

- Η **εξαρτημένη μεταβλητή Choice** υπολογίζεται συναρτήσει των μεταβλητών του χρόνου, του κόστους και της άνεσης, οι οποίες λαμβάνουν διαφορετικές τιμές ανάλογα με την εναλλακτική επιλογή του ερωτηματολογίου.
- Επιπλέον η Choice επηρεάζεται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές OTHER, USE_PT, DISCOUNT_PACKAGE, LOW_COST, IN, AGE, οι τιμές των οποίων παραμένουν σταθερές ανεξάρτητα της εναλλακτικής επιλογής. Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων επετεύχθη μετά από πολλές δοκιμές.

5.2.3 Συνάρτηση Χρησιμότητας

Από το MLR1 που εξετάστηκε παραπάνω προκύπτει μια **συνάρτηση χρησιμότητας** αυτή της αλλαγής του μέσου σε Δωρεάν Δημόσιες Συγκοινωνίες στην Αττική έναντι της παραμονής στο είδη υπάρχον μέσο. Οι συντελεστές αυτής της συνάρτησης εμφανίζονται στην R-Studio με την εντολή summary (MLR1), της οποίας τα αποτελέσματα απεικονίζονται στην επόμενη σελίδα.

Συγκεκριμένα απεικονίζονται οι σταθερές τιμές της συνάρτησης, καθώς και οι συντελεστές των μεταβλητών που επιλέχθηκαν για το μοντέλο. Όπως είναι εύκολα κατανοητό, η διαδικασία επιλογής των μεταβλητών περιλάμβανε διεξοδικές δοκιμές με ένα μεγάλο εύρος μεταβλητών, των οποίων η σημαντικότητα κρινόταν με βάση την τιμή Pr ($>|t|$). Εάν η τιμή ήταν σε απόλυτη τιμή μεγαλύτερη του 0.05 τότε η μεταβλητή δεν θεωρούνταν σημαντική για το μοντέλο.

Τέλος, η τελική συνάρτηση και οι μεταβλητές που συμπεριλήφθηκαν στο μοντέλο προέκυψαν μετά από πολλές δοκιμές, ώστε να βρεθεί ένας ικανοποιητικός συνδυασμός

μεταβλητών που να ικανοποιεί το στόχο της Διπλωματικής Εργασίας. Η μορφή του τελικού μοντέλου στην R-Studio φαίνεται στην συνέχεια.

Call:

```
mlogit(formula = Choice ~ Cost + Time + Comfort | OTHER + USE_PT +
DISCOUNT_PACKAGE + LOW_COST + IN + AGE ,data = RDATA2, reflevel = "2", method =
"nr")
```

Frequencies of alternatives: choice

2	1
0.44957	0.55043

nr method

5 iterations, 0h:0m:0s

$g'(-H)^{-1}g = 9.79E-06$

successive function values within tolerance limits

Coefficients :

Πίνακας 5.1: Πίνακας πολυωνυμικού λογιστικού μοντέλου

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept):1	-0.011514	0.270585	-0.0426	0.9660585
Cost	-0.798952	0.330195	-2.4196	0.0155361 *
Time	-1.648069	0.243814	-6.7595	1.384e-11 ***
Comfort1	-0.188436	0.079651	-2.3658	0.0179929 *
Comfort2	0.691798	0.083219	8.3130	< 2.2e-16 ***
OTHER1	-0.652357	0.114493	-5.6978	1.214e-08 ***
USE_PT72	-0.427709	0.113213	-3.7779	0.0001582 ***
DIS_PAC/GE84	0.427668	0.099299	4.3069	1.656e-05 ***
LOW_COST86	-0.370721	0.109651	-3.3809	0.0007224 ***
IN2	-0.056805	0.102046	-0.5567	0.5777632
IN3	-0.653981	0.180104	-3.6311	0.0002822 ***
AGE2	-0.123989	0.103130	-1.2023	0.2292635
AGE3	0.334922	0.160626	2.0851	0.0370603 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-Likelihood: -1328.8

McFadden R²: 0.1747

Likelihood ratio test : chisq = 562.55 (p.value = < 2.22e-16)

Με βάση τα παραπάνω, η τελική συνάρτηση χρησιμότητας U_1 είναι η εξής :

$$U_1 = -0.799 * \text{Cost} - 1.648 * \text{Time} - 0.188 * \text{Comfort1} + 0.692 * \text{Comfort2} - 0.652 * \text{OTHER1} - 0.428 * \text{USE_PT72} + 0.428 * \text{DIS_PAC/GE84} - 0.371 * \text{LOW_COST86} - 0.654 * \text{IN3} + 0.335 * \text{AGE3}$$

Και η πιθανότητα επιλογής αλλαγής του μέσου σε δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες στην Αττική δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$P1 = \frac{e^{U1}}{1 + e^{U1} + e^{U3}}$$

Συγκεκριμένα:

- Cost, η μεταβλητή του κόστους
- Time, η μεταβλητή του χρόνου
- Comfort1, η μεταβλητή της άνεσης σε χαμηλό επίπεδο, σε σχέση με το αμετάβλητο επίπεδο της άνεσης
- Comfort2, η μεταβλητή της άνεσης σε υψηλό επίπεδο, σε σχέση με το αμετάβλητο επίπεδο της άνεσης
- OTHER1, η επιλογή “Άλλα θέματα” στην ερώτηση “Ποιος είναι ο σκοπός της μετακίνησης;”
- USE_PT72, η επιλογή “Σπάνια και ποτέ” στην ερώτηση “Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε για τις μετακινήσεις σας τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς;”
- DIS_PAC/GE84, η επιλογή “Ελαφρώς ικανοποιητικά και Καθόλου ικανοποιητικά” στην ερώτηση “Θεωρείτε ικανοποιητικά τα υπάρχοντα πακέτα έκπτωσης κομίστρου;”
- LOW_COST86, η επιλογή “Ελαφρώς ικανοποιητικά και Καθόλου ικανοποιητικά” στην ερώτηση “Ποια είναι η γνώμη σας για τη μείωση του κόστους στις δημόσιες συγκοινωνίες”
- IN3, η μεταβλητή του υψηλού εισοδήματος, σε σχέση με το χαμηλό εισόδημα
- AGE3, η μεταβλητή της ηλικίας για επίπεδο πάνω από 45 ετών, σε σχέση με το επίπεδο ηλικιών 18 – 29

5.2.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου

Απολύτως απαραίτητος για την αποδοχή του μοντέλου και της συνάρτησης χρησιμότητας είναι ο στατιστικός έλεγχος του μοντέλου, ο οποίος πραγματοποιείται αυτόματα στο R-Studio κατά την εξαγωγή των μαθηματικών μοντέλων.

Τα δεδομένα αυτά έχουν συγκεντρωθεί στον πίνακα της επόμενης σελίδας συγκεντρωτικά για τη συνάρτηση που αναπτύχθηκε παραπάνω.

Πίνακας 5.2: Στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών του μοντέλου πολυωνυμικής παλινδρόμησης

Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	Odds Ratio	Σημαντικότητα
(Intercept):1	-0.011	0.9660585	0.989	Μη σημαντικό
Cost	-0.799	0.0155361	0.450	0.05
Time	-1.648	1.384e-11	0.192	0.001
Comfort1	-0.188	0.0179929	0.829	0.05
Comfort2	0.692	< 2.2e-16	1.997	0.001
OTHER1	-0.652	1.214e-08	0.521	0.001
USE_PT72	-0.428	0.0001582	0.652	0.001
DIS_PAC/GE84	0.428	1.656e-05	1.534	0.001
LOW_COST86	-0.371	0.0007224	0.690	0.001
IN2	-0.057	0.5777632	0.945	Μη σημαντικό
IN3	-0.654	0.0002822	0.520	0.001
AGE2	-0.124	0.2292635	0.883	Μη σημαντικό
AGE3	0.335	0.0370603	1.398	0.05

Αναλυτικότερα:

- “Μεταβλητές”, το όνομα των μεταβλητών που έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο.
- “Συντελεστές”, η αριθμητική τιμή των συντελεστών των μεταβλητών.
- “P-Value”, η τιμή του P-Value με βάση την οποία κρίνεται η σημαντικότητα κάθε μεταβλητής στο μοντέλο. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υιοθετήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95 τοις εκατό. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε τιμή του P-Value μικρότερη ή ίση του 0.05 γίνεται αποδεκτή για το μοντέλο.
- “Odds Ratio”, μαθηματικά ορίζεται ως $\exp(\text{Συντελεστές})$. Ερμηνεύεται ως πόσες φορές πιο πιθανόν είναι να επιλεγεί η εκάστοτε εναλλακτική επιλογή σε σχέση με την επιλογή αναφοράς με βάση τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Αναλυτικότερα, η ερμηνεία του Odds Ratio έχει δοθεί στο Κεφάλαιο 3.3
- “Σημαντικότητα”, το επίπεδο σημαντικότητας με βάση την τιμή του P-Value. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ή 95 τοις εκατό. Μικρότερη τιμή από την 0.05 σημαίνει μεγαλύτερο επίπεδο σημαντικότητας και άρα, αποδεκτή τιμή της μεταβλητής.

Οι συντελεστές των μεταβλητών ακολουθούν μια λογική ερμηνεία, ικανοποιώντας και αυτό το κριτήριο, όπως είχε αναφερθεί στο Κεφάλαιο 3.6.

Όσον αφορά στον έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3.6, ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio με την εντολή `dt=cor(RDATA_numeric,method = c("pearson"))` αφού είχε προηγηθεί η μετατροπή όλων των μεταβλητών σε αριθμούς.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στο R-Studio διαθέτει συντελεστή $R^2=0.1747$, ο οποίος θα θέλαμε να είναι μεταξύ 0.20-0.45 και έπειτα από πολλές δοκιμές η καλύτερη προσέγγιση που προέκυψε είναι η παραπάνω και γίνεται αποδεκτή.

5.2.5 Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η ερμηνεία της συνάρτησης χρησιμότητας που παρουσιάστηκε παραπάνω.

Αρχικά, η συνάρτηση χρησιμότητας U1, η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για την επιλογή αλλαγής μέσου σε δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες ορίζεται ως εξής:

$$U1 = -0.799 * Cost -1.648 * Time -0.188 * Comfort1 + 0.692 * Comfort2 -0.652 * OTHER1 -0.428 * USE_PT72 + 0.428 * DIS_PAC/GE84 -0.371 * LOW_COST86 -0.654 * IN3 + 0.335 * AGE3$$

Στη συνάρτηση αυτή διακρίνονται 10 μεταβλητές και 1 σταθερά, όπως αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 5.2.3.

Από τη συνάρτηση U1 συμπεραίνει κανείς με τη βοήθεια και των Odds Ratio του πίνακα 5.2 τα εξής:

- Όταν το κόστος μετακίνησης (**Cost**) αυξάνεται κατά μία μονάδα, παρατηρείται μείωση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 0.45 φορές ή 55%.
- Όταν ο χρόνος μετακίνησης (**Time**) αυξάνεται κατά μία μονάδα, παρατηρείται μείωση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 0.19 φορές ή 81%.
- Όταν το επίπεδο άνεσης μετακίνησης είναι χαμηλό (**Comfort1**) σε σχέση με το αμετάβλητο επίπεδο άνεσης, τότε παρατηρείται μείωση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 0.83 φορές ή 17%.
- Όταν το επίπεδο άνεσης μετακίνησης είναι υψηλό (**Comfort2**) σε σχέση με το αμετάβλητο επίπεδο άνεσης, τότε παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 2 φορές.
- Όταν οι ερωτηθέντες στην ερώτηση “Ποιος είναι ο σκοπός της μετακίνησης;” απαντούν “Άλλα θέματα”(OTHER1), τότε παρατηρείται μείωση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 0.52 φορές ή 48%. Λογικό αποτέλεσμα η μείωση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών, εφόσον ο σκοπός της μετακίνησης πιθανών να μην απαιτεί καθημερινή και κοστοβόρα ανάγκη.
- Όταν οι ερωτηθέντες στην ερώτηση “Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς για τις μετακινήσεις σας;” απαντούν “Σπάνια και ποτέ”(USE_PT72), τότε παρατηρείται μείωση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 0.65 φορές ή 35%. Αναμενόμενο αποτέλεσμα, καθώς η δωρεάν χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς δεν αποτελεί βασικό κίνητρο, εφόσον γίνεται ελάχιστη ή και καθόλου χρήση αυτών.
- Όταν οι ερωτηθέντες στην ερώτηση “Θεωρείτε ικανοποιητικά τα υπάρχοντα πακέτα έκπτωσης κομίστρου;” απαντούν “Ελαφρώς ικανοποιητικά και Καθόλου ικανοποιητικά” (DIS_PAC/GE84), τότε όπως αναμένεται παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 1.5 φορές.
- Όταν οι ερωτηθέντες στην ερώτηση “Ποια είναι η γνώμη σας για την μείωση του κόστους ως πρόταση βελτίωσης των δημόσιων συγκοινωνιών;” απαντούν “Ελαφρώς σημαντικό και Καθόλου σημαντικό” (LOW_COST86), τότε παρατηρείται μείωση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 0.69 φορές ή 31%. Συνεπώς, οι ερωτηθέντες φαίνεται πως να μην ενδιαφέρονται

ουσιαστικά για τη μείωση του κόστους στη προτίμησή τους για τη αλλαγή μέσου ή παραμονή στο ήδη υπάρχον.

- Όταν το επίπεδο του ετήσιου εισοδήματος είναι υψηλό (**IN3**) σε σχέση με το χαμηλό επίπεδο ετήσιου εισοδήματος, τότε παρατηρείται μείωση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 0.52 φορές ή 48%. Αυτό ερμηνεύεται με το γεγονός πως οι ερωτηθέντες υψηλού εισοδήματος δεν είναι διατεθειμένοι να αφήσουν το μέσο μετακίνησης που χρησιμοποιούν, ακόμα και αν τους προσφέρεται η δωρεάν χρήση.
- Όταν το ηλικιακό όριο είναι μεγαλύτερο των 45 ετών (**AGE3**) σε σχέση με το ηλικιακό όριο 18 – 29 ετών, τότε παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 1.4 φορές. Η προτίμηση των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών από την ηλικιακή ομάδα των >45 ετών εξυπηρετεί τις ανάγκες τους και αυτομάτως διευκολύνει την καθημερινότητά τους, καθώς αποφεύγονται ορισμένα προβλήματα, όπως για παράδειγμα το παρκάρισμα και η κυκλοφοριακή συμφόρηση.

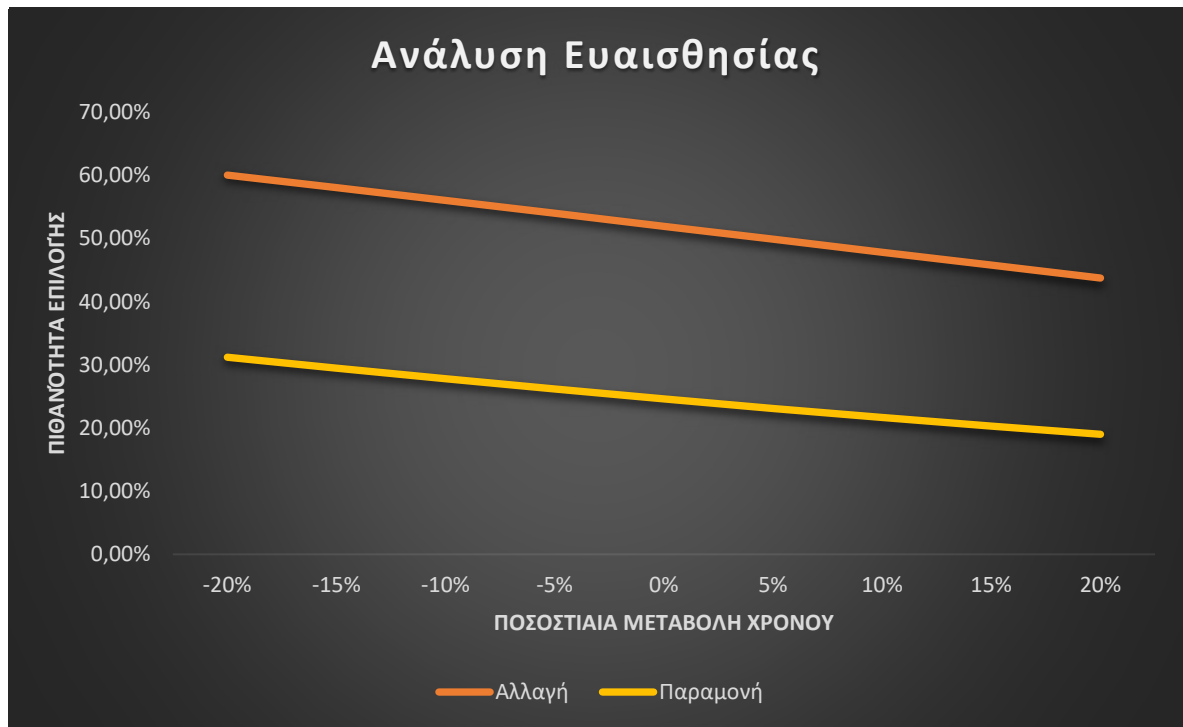
5.2.6 Ανάλυση Ευαισθησίας

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα διαγράμματα ευαισθησίας που δημιουργήθηκαν με σκοπό την ευχέρεια στην κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην επιλογή αλλαγής μέσου μεταφοράς ή παραμονής στο ήδη υπάρχον.

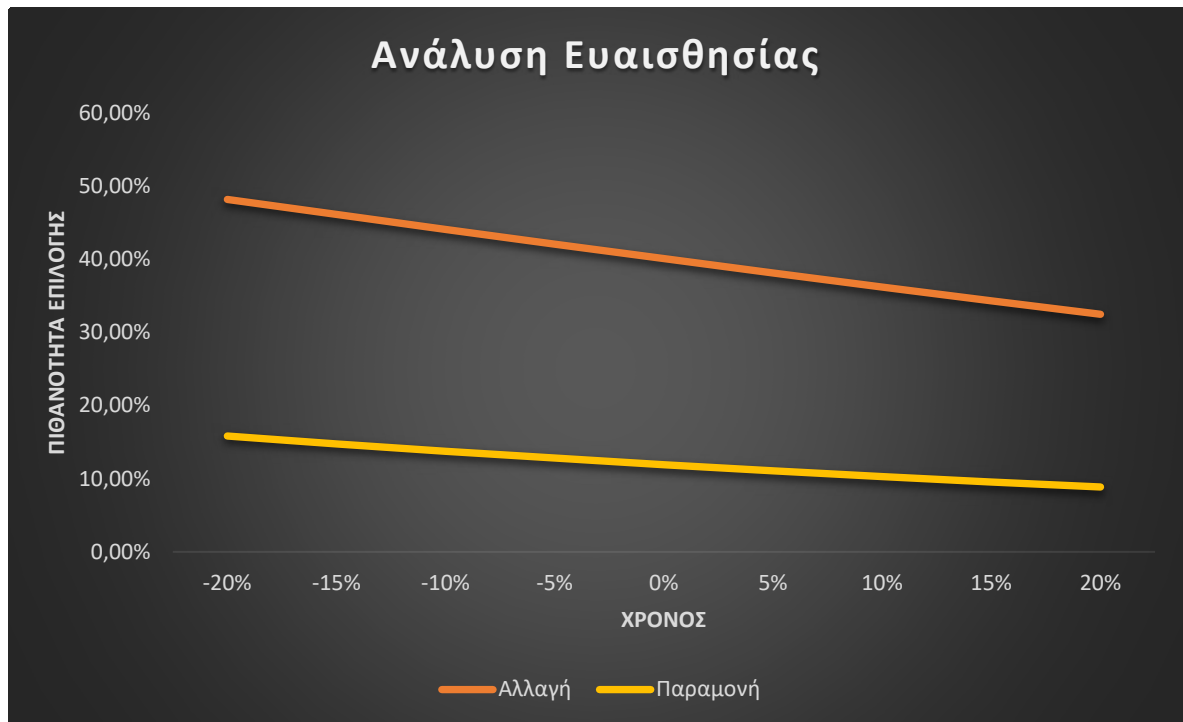
Για την κατασκευή των διαγραμμάτων πιθανοτήτων χρησιμοποιήθηκαν κοινές τιμές για το εισόδημα και την ηλικία των συμμετεχόντων σε κάθε εναλλακτική επιλογή, σε αναλογία με τις τιμές που παρουσιάστηκαν στο Ερωτηματολόγιο.

Λαμβάνοντας υπόψιν ότι η παρούσα έρευνα βασίστηκε στη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης και σε υποθετικά σενάρια πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα ενδεχομένως να διαφέρουν σε περίπτωση που η έρευνα διεξαχθεί με κάποια άλλη μεθοδολογία ή εάν αλλάξουν τα δεδομένα.

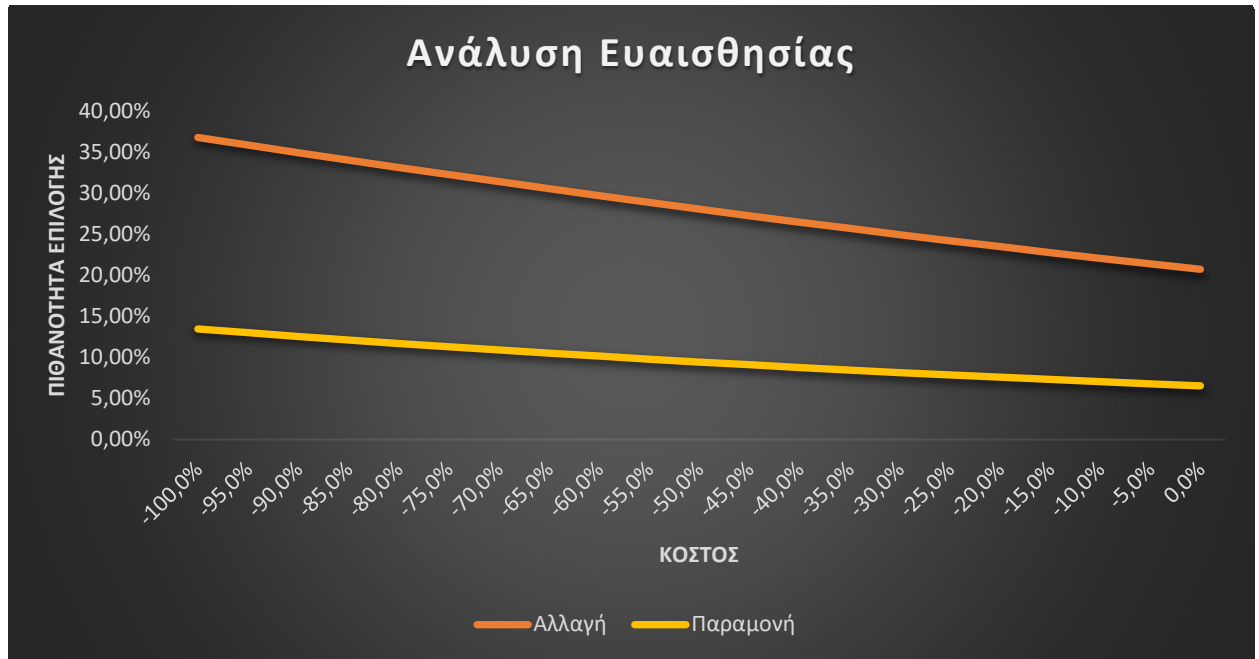
Τα διαγράμματα ανάλυσης ευαισθησίας παρουσιάζονται στις επόμενες σελίδες:



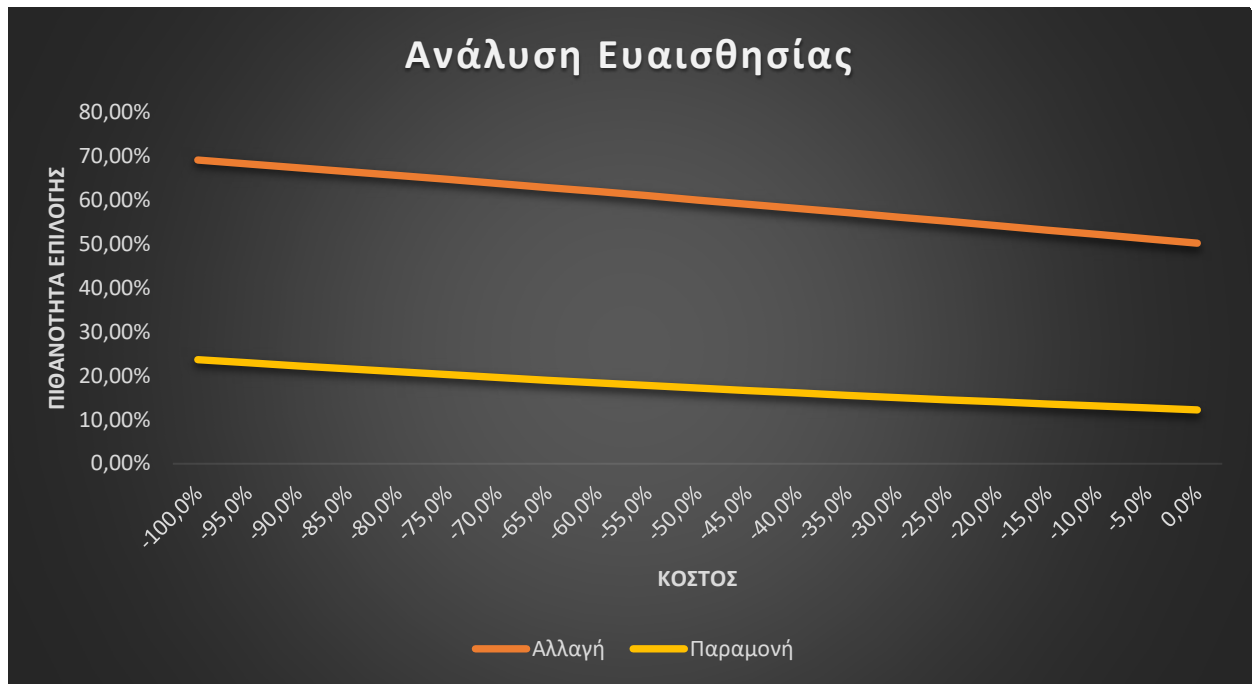
Διάγραμμα 5.1: Πρόκειται για δύο γραφικές παραστάσεις, οι οποίες καθορίζονται από τη μεταβολή του χρόνου και της πιθανότητας οι συμμετέχοντες να αλλάξουν μέσο μετακίνησης ή να παραμείνουν στο ήδη υπάρχον. Οι μεταβλητές που οδηγούν σε αυτή τη γραφική απεικόνιση είναι τα υψηλά επίπεδα άνεσης, η μείωση του κόστους κατά 50%, το υψηλό επίπεδο εισοδήματος και η ηλικιακή κατηγορία >45 ετών, τα οποία προέκυψαν από την πολυωνμική λογιστική παλινδρόμηση.



Διάγραμμα 5.2: Πρόκειται για δύο γραφικές παραστάσεις, οι οποίες καθορίζονται από τη μεταβολή του χρόνου και της πιθανότητας οι συμμετέχοντες να αλλάξουν μέσω μετακίνησης ή να παραμείνουν στο ήδη υπάρχον. Οι μεταβλητές που οδηγούν σε αυτή τη γραφική απεικόνιση είναι τα χαμηλά επίπεδα άνεσης, η μείωση του κόστους κατά 100%, το υψηλό επίπεδο εισοδήματος και η ηλικιακή κατηγορία >45 ετών, τα οποία προέκυψαν από την πολυωνμική λογιστική παλινδρόμηση.



Διάγραμμα 5.3: Πρόκειται για δύο γραφικές παραστάσεις, οι οποίες καθορίζονται από τη μεταβολή του κόστους και της πιθανότητας οι συμμετέχοντες να αλλάξουν μέσω μετακίνησης ή να παραμείνουν στο ήδη υπάρχον. Οι μεταβλητές που οδηγούν σε αυτή τη γραφική απεικόνιση είναι τα χαμηλά επίπεδα άνεσης, η αύξηση του χρόνου κατά 20%, το υψηλό επίπεδο εισοδήματος και η ηλικιακή κατηγορία >45 ετών, τα οποία προέκυψαν από την πολυωνμική λογιστική παλινδρόμηση.



Διάγραμμα 5.4: Πρόκειται για δύο γραφικές παραστάσεις, οι οποίες καθορίζονται από τη μεταβολή του κόστους και της πιθανότητας οι συμμετέχοντες να αλλάξουν μέσο μετακίνησης ή να παραμείνουν στο ήδη υπάρχον. Οι μεταβλητές που οδηγούν σε αυτή τη γραφική απεικόνιση είναι τα υψηλά επίπεδα άνεσης, η μείωση του χρόνου κατά 20%, το υψηλό επίπεδο εισοδήματος και η ηλικιακή κατηγορία >45 ετών, τα οποία προέκυψαν από την πολυωνμική λογιστική παλινδρόμηση.

Από τα προηγούμενα διαγράμματα προκύπτουν τα εξής:

- Με τη **μεταβολή του χρόνου**, στα δύο διαγράμματα (Διάγραμμα 5.1 και 5.2), παρατηρείται έντονο ενδιαφέρον για αλλαγή μέσου, με γνώμονα το **επίπεδο βελτίωσης της άνεσης** των δημόσιων συγκοινωνιών, συμπεριλαμβανομένου του γεγονότος πως οι συμμετέχοντες κατέχουν **υψηλό εισόδημα** και κατατάσσονται στην ηλικιακή κλίμακα των ατόμων **μεγαλύτερων των 45 ετών**. Παρόλο που το κόστος μειώνεται και στα δύο διαγράμματα, όταν παρέχεται δωρεάν μετακίνηση με τα δημόσια μέσα, φαίνεται πως μικρότερο ποσοστό ατόμων επιλέγουν να παραμείνουν στο μέσο που ήδη χρησιμοποιούν.
- Με βάση τα δύο παραπάνω διαγράμματα (Διαγράμματα 5.3 και 5.4), φαίνεται έντονα η ανάγκη των κατοίκων της Αττικής για **μείωση του χρόνου** στις μετακινήσεις τους και **αύξηση του επιπέδου άνεσης**, ανεξαρτήτως από το **επίπεδο μείωσης του κόστους**. Και σε αυτή την περίπτωση σημαντικός παράγοντας αποτελεί το υψηλό εισόδημα και η ηλικιακή κατηγορία των ερωτηθέντων της έρευνας ερωτηματολογίου.

5.3 Στατιστικό πρότυπο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

5.3.1. Επεξεργασία δεδομένων

Η δημιουργία του μοντέλου της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης αφορά, όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, την ερώτηση “Προτιμάτε οι δημόσιες συγκοινωνίες να είναι δωρεάν στην Αττική;”. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε, είναι πιο απλή από εκείνη της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε το ίδιο Script στο R-Studio που είχε δημιουργηθεί νωρίτερα, με τη μόνη διαφορά πως τώρα αλλάζει η εντολή της εκτέλεσης του μοντέλου αλλά και το αρχείο των στοιχείων, αφού η καινούργια εντολή εκμεταλλεύεται το αρχείο RDATA και όχι το RDATA2.

Nr	ID	Choice	Cost1	Cost2	Time1	Time2	Comfort1	Comfort2	RESIDENT	PT	MAAS	WORK	EDUCATIONAL	LEISURE	OTHER	USE_C	USE_TAXI	USE_BIC
1	1	1	2	-0.75	1e-04	0.0	-0.2	0	2	1	0	5	1	0	0	2	2	1
2	1	2	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.0	2	0	1	0	5	1	0	0	2	2	1
3	1	3	1	-0.75	1e-04	0.0	0.2	0	1	1	0	5	1	0	0	2	2	1
4	1	4	2	-0.50	1e-04	0.2	-0.2	1	2	1	0	5	1	0	0	2	2	1
5	1	5	2	-0.50	1e-04	0.2	0.0	1	0	1	0	5	1	0	0	2	2	1
6	1	6	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	2	1	1	0	5	1	0	0	2	2	1
7	1	7	2	-0.75	1e-04	0.2	-0.2	0	0	1	0	5	1	0	0	2	2	1
8	1	8	1	-0.50	1e-04	0.0	0.0	2	1	1	0	5	1	0	0	2	2	1
9	1	9	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	1	2	1	0	5	1	0	0	2	2	1
10	1	10	1	-0.50	1e-04	-0.2	-0.2	2	1	1	0	5	1	0	0	2	2	1
11	2	1	2	-0.75	1e-04	0.0	-0.2	0	2	1	0	1	1	0	1	4	1	3
12	2	2	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.0	2	0	1	0	1	1	0	1	4	1	3
13	2	3	1	-0.75	1e-04	0.0	0.2	0	1	1	0	1	1	0	1	4	1	3
14	2	4	2	-0.50	1e-04	0.2	-0.2	1	2	1	0	1	1	0	1	4	1	3
15	2	5	2	-0.50	1e-04	0.2	0.0	1	0	1	0	1	1	0	1	4	1	3
16	2	6	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	2	1	1	0	1	1	0	1	4	1	3
17	2	7	2	-0.75	1e-04	0.2	-0.2	0	0	1	0	1	1	0	1	4	1	3
18	2	8	1	-0.50	1e-04	0.0	0.0	2	1	1	0	1	1	0	1	4	1	3
19	2	9	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	1	2	1	0	1	1	0	1	4	1	3
20	2	10	1	-0.50	1e-04	-0.2	-0.2	2	1	1	0	1	1	0	1	4	1	3
21	3	1	2	-0.75	1e-04	0.0	-0.2	0	2	1	0	1	1	0	1	4	2	2
22	3	2	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.0	2	0	1	0	1	1	0	1	4	2	2
23	3	3	1	-0.75	1e-04	0.0	0.2	0	1	1	0	1	1	0	1	4	2	2
24	3	4	2	-0.50	1e-04	0.2	-0.2	1	2	1	0	1	1	0	1	4	2	2
25	3	5	2	-0.50	1e-04	0.2	0.0	1	0	1	0	1	1	0	1	4	2	2
26	3	6	1	-1.00	1e-04	-0.2	0.2	2	1	1	0	1	1	0	1	4	2	2
27	3	7	2	-0.75	1e-04	0.2	-0.2	0	0	1	0	1	1	0	1	4	2	2
28	3	8	2	-0.50	1e-04	0.0	0.0	2	1	1	0	1	1	0	1	4	2	2

Εικόνα 5.7: Η τελική μορφή του αρχείου RDATA στο R-Studio

Όπου:

- Nr, ο αύξων αριθμός των ερωτηθέντων
- ID, ο αριθμός του εκάστοτε σεναρίου της τρίτης ενότητας
- Choice, η επιλογή ενός εκ των δύο εναλλακτικών σεναρίων, με 1="Αλλαγή" και 2="Παραμονή"
- Cost 1, Cost 2, η τιμή της μεταβλητής του κόστους
- Time 1, Time 2, η τιμή της μεταβλητής του χρόνου μετακίνησης
- Comfort 1, Comfort 2, η τιμή της μεταβλητής της άνεσης του μέσου μετακίνησης
- Resident, PT, MAAS, ..., η κωδικοποίηση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου που παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α

5.3.2. Ο κώδικας

Η διαδικασία δημιουργίας του αρχείου RDATA είναι αναλυμένη στο αντίστοιχο κεφάλαιο 5.2.2 της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.

Στο επόμενο βήμα, ανατίθεται για κάθε μεταβλητή του αρχείου RDATA το είδος της (διακριτή-factor ή συνεχής-numeric). Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία όλες οι μεταβλητές λαμβάνουν διακριτές τιμές, εκτός του χρόνου και του κόστους που είναι συνεχείς. Οι εντολές για τη διαδικασία φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί.

```
176 RDATA$Nr = as.factor(RDATA$Nr)
177 RDATA$ID = as.factor(RDATA$ID)
178 RDATA$choice = as.factor(RDATA$choice)
179 RDATA$RESIDENT = as.factor(RDATA$RESIDENT)
180 RDATA$PT = as.factor(RDATA$PT)
181 RDATA$MAAS = as.factor(RDATA$MAAS)
182 RDATA$WORK = as.factor(RDATA$WORK)
183 RDATA$EDUCATIONAL = as.factor(RDATA$EDUCATIONAL)
184 RDATA$LEISURE = as.factor(RDATA$LEISURE)
185 RDATA$OTHER = as.factor(RDATA$OTHER)
186 RDATA$USE_C = as.factor(RDATA$USE_C)
187 RDATA$USE_TAXI = as.factor(RDATA$USE_TAXI)
188 RDATA$USE_BIC = as.factor(RDATA$USE_BIC)
189 RDATA$USE_SCOOTER = as.factor(RDATA$USE_SCOOTER)
190 RDATA$USE_PEDESTRIAN = as.factor(RDATA$USE_PEDESTRIAN)
191 RDATA$USE_PT = as.factor(RDATA$USE_PT)
192 RDATA$TIME = as.factor(RDATA$TIME)
193 RDATA$CHAR_COST = as.factor(RDATA$CHAR_COST)
194 RDATA$CHAR_DURATION = as.factor(RDATA$CHAR_DURATION)
195 RDATA$CHAR_COMFORT = as.factor(RDATA$CHAR_COMFORT)
196 RDATA$CHAR_AVAILABILITY = as.factor(RDATA$CHAR_AVAILABILITY)
197 RDATA$COST = as.factor(RDATA$COST)
198 RDATA$PT_COST = as.factor(RDATA$PT_COST)
199 RDATA$DISCOUNT_PACKAGE = as.factor(RDATA$DISCOUNT_PACKAGE)
200 RDATA$LOW_COST = as.factor(RDATA$LOW_COST)
201 RDATA$ITINERARIES_INCREASE = as.factor(RDATA$ITINERARIES_INCREASE)
202 RDATA$ENSURING_COMFORT = as.factor(RDATA$ENSURING_COMFORT)
203 RDATA$FREE_PT = as.factor(RDATA$FREE_PT)
204 RDATA$GENDER = as.factor(RDATA$GENDER)
205 RDATA$AGE = as.factor(RDATA$AGE)
206 RDATA$EDU = as.factor(RDATA$EDU)
207 RDATA$IN = as.factor(RDATA$IN)
208 RDATA$OCCUPATION = as.factor(RDATA$OCCUPATION)
```

Εικόνα 5.8: Δήλωση των διακριτών μεταβλητών του αρχείου RDATA

Όπως εφαρμόστηκε και στην πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, έτσι και εδώ ακολουθείται η διαδικασία σύμπτυξης ορισμένων απαντήσεων με την ανάθεση των τιμών των αρχικών απαντήσεων σε καινούργιες τιμές. Η αλλαγή αυτή πραγματοποιείται για την καλύτερη οπτική παρουσίαση και κατανόηση των μεταβλητών από τον χρήστη.

```

RDATA$USE_C[RDATA$USE_C>2]<-61 #1-2 times per week, everyday
RDATA$USE_C[RDATA$USE_C<=2]<-62 #rarely, never
RDATA$USE_TAXI[RDATA$USE_TAXI>2]<-63 #1-2 times per week, everyday
RDATA$USE_TAXI[RDATA$USE_TAXI<=2]<-64 #rarely, never
RDATA$USE_BIC[RDATA$USE_BIC>2]<-65 #1-2 times per week, everyday
RDATA$USE_BIC[RDATA$USE_BIC<=2]<-66 #rarely, never
RDATA$USE_SCOOTER[RDATA$USE_SCOOTER>2]<-67 #1-2 times per week, everyday
RDATA$USE_SCOOTER[RDATA$USE_SCOOTER<=2]<-68 #rarely, never
RDATA$USE_PEDESTRIAN[RDATA$USE_PEDESTRIAN>2]<-69 #1-2 times per week, everyday
RDATA$USE_PEDESTRIAN[RDATA$USE_PEDESTRIAN<=2]<-70 #rarely, never
RDATA$USE_PT[RDATA$USE_PT>2]<-71 #1-2 times per week, everyday
RDATA$USE_PT[RDATA$USE_PT<=2]<-72 #rarely, never
RDATA$CHAR_COST[RDATA$CHAR_COST>2]<-73 #somewhat important, important, extremely important
RDATA$CHAR_COST[RDATA$CHAR_COST<=2]<-74 #slightly important, not important
RDATA$CHAR_DURATION[RDATA$CHAR_DURATION>2]<-75 #somewhat important, important, extremely important
RDATA$CHAR_DURATION[RDATA$CHAR_DURATION<=2]<-76 #slightly important, not important
RDATA$CHAR_COMFORT[RDATA$CHAR_COMFORT>2]<-77 #somewhat important, important, extremely important
RDATA$CHAR_COMFORT[RDATA$CHAR_COMFORT<=2]<-78 #slightly important, not important
RDATA$CHAR_AVAILABILITY[RDATA$CHAR_AVAILABILITY>2]<-79 #somewhat important, important, extremely important
RDATA$CHAR_AVAILABILITY[RDATA$CHAR_AVAILABILITY<=2]<-80 #slightly important, not important
RDATA$COST[RDATA$COST>2]<-81 #41-60EYRO, >60EYRO
RDATA$COST[RDATA$COST<=2]<-82 #21-40EYRO, <20EYRO
RDATA$DISCOUNT_PACKAGE[RDATA$DISCOUNT_PACKAGE>2]<-83 #effective, extremely effective
RDATA$DISCOUNT_PACKAGE[RDATA$DISCOUNT_PACKAGE<=2]<-84 #slightly effective, not effective
RDATA$LOW_COST[RDATA$LOW_COST>2]<-85 #somewhat effective, effective, extremely effective
RDATA$LOW_COST[RDATA$LOW_COST<=2]<-86 #slightly effective, not effective
RDATA$ITINERARIES_INCREASE[RDATA$ITINERARIES_INCREASE>2]<-87 #somewhat effective, effective, extremely effective
RDATA$ITINERARIES_INCREASE[RDATA$ITINERARIES_INCREASE<=2]<-88 #slightly effective, not effective
RDATA$ENSURING_COMFORT[RDATA$ENSURING_COMFORT>2]<-89 #somewhat effective, effective, extremely effective
RDATA$ENSURING_COMFORT[RDATA$ENSURING_COMFORT<=2]<-90 #slightly effective, not effective
RDATA$EDU[RDATA$EDU>2]<-91 #master degree, doctoral tittle, nothing
RDATA$EDU[RDATA$EDU<=2]<-92 #high school, university degree
RDATA$OCCUPATION[RDATA$OCCUPATION>2]<-93 #self-employed, retired, unemployed
RDATA$OCCUPATION[RDATA$OCCUPATION<=2]<-94 #government employed, private employed

```

Εικόνα 5.9: Παράδειγμα σύμπτυξης απαντήσεων

Με την εντολή `glm`, η οποία χρησιμοποιείται για τη δημιουργία γενικών διωνυμικών μοντέλων, συντάσσεται το **τελικό μοντέλο BLR1** με τον κώδικα ως εξής:

```
BLR1 <- glm( FREE_PT ~ WORK + USE_C + CHAR_COST + AGE + GENDER , data = RDATA,
family = "binomial")
```

Συγκεκριμένα:

Η εξαρτημένη μεταβλητή `FREE_PT`, η οποία αναφέρεται στην ερώτηση “Προτιμάτε οι δημόσιες συγκοινωνίες να είναι δωρεάν στην Αττική;”, υπολογίζεται συναρτήσει των ανεξάρτητων μεταβλητών `WORK`, `USE_C`, `CHAR_COST`, `AGE` και `GENDER`, των οποίων οι τιμές παραμένουν σταθερές ανεξάρτητα της εναλλακτικής επιλογής. Ο παραπάνω συνδυασμός των μεταβλητών επετεύχθη ύστερα από πλήθος δοκιμών, ελέγχοντας διάφορους συνδυασμούς των παραμέτρων.

5.3.3. Συνάρτηση χρησιμότητας

Το μοντέλο `BLR1` που επιλέχθηκε για τη διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση παρουσιάζει την εξής μορφή:

Call:

```
glm(formula = FREE_PT ~ WORK + USE_C + CHAR_COST + AGE + GENDER, family =
"binomial", data = RDATA)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.0027	-1.2546	0.7427	1.0803	1.4866

Coefficients:

Πίνακας 5.3: Διωνυμικού λογιστικού μοντέλου

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.52231	0.12159	-4.296	1.74e-05 ***
WORK1	0.75508	0.11437	6.602	4.06e-11 ***
USE_C62	2.43622	0.25864	9.419	< 2e-16 ***
CHAR_COST74	-0.88244	0.13150	-6.711	1.94e-11 ***
AGE2	-0.05300	0.09500	-0.558	0.577
AGE3	1.01234	0.16894	5.992	2.07e-09 ***
GENDER1	0.56185	0.09032	6.221	4.95e-10 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

AIC: 2871

Number of Fisher Scoring iterations: 5

Hosmer and Lemeshow goodness of fit (GOF) test

data: BLR1\$y, fitted(BLR1)

X-squared = 11.441, df = 8, p-value = 0.178

Η συνάρτηση χρησιμότητας που προκύπτει από αυτό το μοντέλο είναι:

$$U2 = -0.522 + 0.755 * \mathbf{WORK1} + 2.436 * \mathbf{USE_C62} - 0.882 * \mathbf{CHAR_COST74} + 1.012 * \mathbf{AGE3} + 0.562 * \mathbf{GENDER1}$$

Οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στην εξίσωση είναι:

- Η συνάρτηση περιέχει σταθερό όρο
- WORK1, η επιλογή “Για δουλειά” στην ερώτηση “Ποιος είναι ο σκοπός της μετακίνησής σας;”
- USE_C62, η επιλογή “Σπάνια και ποτέ” στην ερώτηση “Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε στις καθημερινές σας μετακινήσεις το ΙΧ;”
- CHAR_COST74, η επιλογή “Ελαφρώς σημαντικό και Καθόλου σημαντικό” στην ερώτηση “Πόσο σημαντικό θεωρείτε το κόστος ως χαρακτηριστικό για τη μετακίνησή σας;”
- AGE3, η μεταβλητή της ηλικίας για επίπεδο πάνω από 45 ετών, σε σχέση με το επίπεδο ηλικιών 18 – 29

- GENDER1, η επιλογή “Γυναίκα” στην ερώτηση “Επιλέξτε το φύλο σας”

5.3.4. Στατιστικός έλεγχος μοντέλου

Απολύτως απαραίτητος για την αποδοχή του μοντέλου και της συνάρτησης χρησιμότητας αποτελεί ο στατιστικός έλεγχος του μοντέλου, ο οποίος πραγματοποιείται αυτόματα στο R-Studio κατά την εξαγωγή των μαθηματικών μοντέλων.

Τα δεδομένα αυτά έχουν συγκεντρωθεί στον παρακάτω πίνακα συγκεντρωτικά για την συνάρτηση που αναπτύχθηκε προηγουμένως.

Πίνακας 5.4: Στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών του μοντέλου της διωνυμικής παλινδρόμησης

Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	Odds Ratio	Σημαντικότητα
(Intercept)	-0.522	1.74e-05	0,593	0.001
WORK1	0.755	4.06e-11	2,128	0.001
USE_C62	2.436	< 2e-16	11,427	0.001
CHAR_COST74	-0.882	1.94e-11	0,414	0.001
AGE2	-0.053	0.577	0,948	Μη σημαντικό
AGE3	1.012	2.07e-09	2,751	0.001
GENDER1	0.562	4.95e-10	1,754	0.001

Αναλυτικότερα:

- “Μεταβλητές”, το όνομα των μεταβλητών που έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο.
- “Συντελεστές”, η αριθμητική τιμή των συντελεστών των μεταβλητών.
- “P-Value”, η τιμή του P-Value με βάση την οποία κρίνεται η σημαντικότητα κάθε μεταβλητής στο μοντέλο. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υιοθετήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95 τοις εκατό. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε τιμή του P-Value μικρότερη ή ίση του 0.05 γίνεται αποδεκτή για το μοντέλο.
- “Odds Ratio”, μαθηματικά ορίζεται ως $\exp(\text{Συντελεστές})$. Ερμηνεύεται ως πόσες φορές πιο πιθανόν είναι να επιλεγεί η εκάστοτε εναλλακτική επιλογή σε σχέση με την επιλογή αναφοράς με βάση τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Αναλυτικότερα, η ερμηνεία του Odds Ratio έχει δοθεί στο Κεφάλαιο 3.3

- “Σημαντικότητα”, το επίπεδο σημαντικότητας με βάση την τιμή του P-Value. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ή 95 τοις εκατό. Μικρότερη τιμή από την 0.05 σημαίνει μεγαλύτερο επίπεδο σημαντικότητας και άρα, αποδεκτή τιμή της μεταβλητής.

Οι συντελεστές των μεταβλητών ακολουθούν μια λογική ερμηνεία, ικανοποιώντας και αυτό το κριτήριο, όπως έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 3.6.

Όσον αφορά στον έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3.6, ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα R-Studio με την εντολή `dt=cor(RDATA_numeric,method = c("pearson"))` αφού είχε προηγηθεί η μετατροπή όλων των μεταβλητών σε αριθμούς.

Σύμφωνα με τον έλεγχο Hosmer – Lemshow που πραγματοποιήθηκε με την εντολή:

`hl <- hoslem.test(BLR1$y, fitted(BLR1), g=10)`, ο δείκτης χ^2 του μοντέλου βρέθηκε ίσος με 11,441 και το P-Value=0,178 (P-Value > 0,05), οπότε οι τιμές είναι αποδεκτές.

5.3.5. Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η **ερμηνεία της συνάρτησης χρησιμότητας** που παρουσιάστηκε παραπάνω. Αρχικά, η συνάρτηση χρησιμότητας U2, η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για την πρόθεση προτίμηση των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών στην Αττική και ορίζεται ως εξής:

$$U2 = -0.522 + 0.755 * WORK1 + 2.436 * USE_C62 - 0.882 * CHAR_COST74 + 1.012 * AGE3 + 0.562 * GENDER1$$

Στη συνάρτηση αυτή διακρίνονται 5 μεταβλητές και μία σταθερά, όπως αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 5.3.3.

Από την συνάρτηση U μπορεί κανείς να συμπεράνει με τη βοήθεια και των Odds Ratio του Πίνακα 5.4 τα εξής:

- Όταν οι ερωτηθέντες στην ερώτηση “Ποιος είναι ο σκοπός της μετακίνησής σας;” απαντούν “Για δουλειά” (**WORK1**), τότε παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας προτίμησης των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών στην Αττική κατά 2.1 φορές. Επειδή η μετακίνηση από και προς την εργασία αποτελεί ένα πάγιο έξοδο για του ερωτηθέντες, η περίπτωση των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών θα τους εξυπηρετούσε αποτελεσματικότερα.
- Όταν οι ερωτηθέντες στην ερώτηση “Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε το ΙΧ ως μέσο μεταφοράς για τη μετακίνησή σας;” απαντούν “Σπάνια και ποτέ” (**USE_C62**), τότε παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 11.4 φορές. Όπως και στην προηγούμενη μεταβλητή, έτσι και τώρα η ελάχιστη χρήση των ΙΧ φανερώνει την έντονη επιθυμία για δωρεάν μεταφορές με τα δημόσια μέσα στην Αττική.

- Όταν οι ερωτηθέντες στην ερώτηση “Πόσο σημαντικό θεωρείτε το κόστος για τις μετακινήσεις σας;” απαντούν “Ελαφρώς σημαντικό και καθόλου σημαντικό” (**CHAR_COST74**), όπως είναι αναμενόμενο η πιθανότητα επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών μειώνεται κατά 0.4 φορές ή 60%.
- Όταν το ηλικιακό όριο είναι μεγαλύτερο των 45 ετών (**AGE3**) σε σχέση με το ηλικιακό όριο 18 – 29 ετών, τότε παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 1.8 φορές. Η προτίμηση των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών από την ηλικιακή ομάδα των >45 ετών εξυπηρετεί τις ανάγκες τους και αυτομάτως διευκολύνει την καθημερινότητά τους, καθώς αποφεύγονται ορισμένα προβλήματα, όπως για παράδειγμα το παρκάρισμα και η κυκλοφοριακή συμφόρηση.
- Όταν το φύλο είναι “Γυναίκα” (**GENDER1**) σε σχέση με την επιλογή του φύλου των ερωτηθέντων, τότε παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας επιλογής των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών κατά 2.7 φορές.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη

Ένας σημαντικός αριθμός μελετών έχει επιδιώξει να περιγράψει τα επίπεδα επιρροής ορισμένων παραγόντων στη χρήση των μέσων δημόσιας συγκοινωνίας (De Gruyter et al., 2021). Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αναδεικνύει τα επίπεδα προτίμησης των κατοίκων της Αττικής στην παροχή των δωρεάν υπηρεσιών κινητικότητας στους αστικούς δρόμους. Παράλληλα, προσδιορίζονται οι σημαντικότεροι παράγοντες που επιδρούν στην επιλογή ή όχι των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών, καθώς επίσης και στην προθυμία των συμμετεχόντων να αλλάξουν το υπάρχον μέσο που χρησιμοποιούν.

Για τη συλλογή των στοιχείων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης και πιο συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε η διανομή ενός κατάλληλα σχεδιασμένου ερωτηματολογίου. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, κωδικοποιήθηκαν και επεξεργάστηκαν μέσω του προγράμματος EXCEL και της γλώσσας προγραμματισμού R-Studio. Στη συνέχεια, ακολούθησε η στατιστική τους ανάλυση ώστε να παραχθούν **μαθηματικά μοντέλα**, μέσω των οποίων προσδιορίζεται η επιρροή των μεταβλητών του χρόνου, του κόστους, της άνεσης καθώς και άλλων παραγόντων, όπως η ηλικία και το φύλο, στην επιλογή ή όχι δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών στην Αττική.

Μετά από μια σειρά δοκιμών αναπτύχθηκε ένα μαθηματικό πρότυπο με τη μέθοδο της **πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης**, το οποίο αφορά την παραμονή στο ήδη υπάρχον μέσο ή την αλλαγή σε δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες. Το πρότυπο αυτό αναπτύχθηκε σε δέκα διαφορετικά σενάρια με επίπεδο αναφοράς το χρόνο ταξιδιού, το κόστος και την άνεση. Αναπτύχθηκε ακόμα ένα μαθηματικό πρότυπο με τη μέθοδο της **διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** για τη διερεύνηση της προτίμησης ή όχι των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών στην Αττική.

Πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση

Συνάρτηση παραμονής ή αλλαγής μέσου:

$$U1 = -0.799 * Cost -1.648 * Time -0.188 * Comfort1 + 0.692 * Comfort2 -0.652 * OTHER1:1 -0.428 * USE_PT72:1 + 0.428 * DIS_PAC/GE84:1 -0.371 * LOW_COST86:1 -0.654 * IN3:1 + 0.335 * AGE3:1$$

Τα αποτελέσματα του παραπάνω μαθηματικού προτύπου παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Μοντέλο επιλογής μέσου

Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	Odds Ratio
Σταθερός όρος			
Κόστος	-0.799	0.0155361	0.450
Χρόνος	-1.648	1.384e-11	0.192
Χαμηλό επίπεδο άνεσης	-0.188	0.0179929	0.829
Υψηλό επίπεδο άνεσης	0.692	< 2.2e-16	1.997
“Άλλα θέματα” στο σκοπό μετακίνησης	-0.652	1.214e-08	0.521
“Σπάνια και ποτέ” για τη συχνότητα χρήσης Μ.Μ.Μ	-0.428	0.0001582	0.652
“Ελαφρώς ικανοποιητικά και Καθόλου ικανοποιητικά” για τα πακέτα έκπτωσης κομίστρου	0.428	1.656e-05	1.534
“Ελαφρώς ικανοποιητική και Καθόλου ικανοποιητική” για τη μείωση του κόστους ως πρόταση βελτίωσης των δημόσιων συγκοινωνιών	-0.371	0.0007224	0.690
Μεσαίο επίπεδο εισοδήματος			
Υψηλό επίπεδο εισοδήματος	-0.654	0.0002822	0.520
30 – 44 ετών			
>45 ετών	0.335	0.0370603	1.398

Δυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση

Συνάρτηση προτίμησης ή όχι δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών στην Αττική:

$$U2 = -0.522 + 0.755 * WORK1 + 2.436 * USE_C62 - 0.882 * CHAR_COST74 + 1.012 * AGE3 + 0.562 * GENDER1$$

Τα αποτελέσματα του παραπάνω μαθηματικού προτύπου παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 6.2.

Πίνακας 6.2: Μοντέλο προτίμησης

Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	Odds Ratio
Σταθερός όρος	-0.522	1.74e-05	0,593
“Για δουλειά” στο σκοπό μετακίνησης	0.755	4.06e-11	2,128
“Σπάνια και Ποτέ” στη συχνότητα χρήσης ΙΧ	2.436	< 2e-16	11,427
“Ελαφρώς σημαντικό και Καθόλου σημαντικό” στο κόστος μετακίνησης	-0.882	1.94e-11	0,414
30 - 44 ετών			
>45 ετών	1.012	2.07e-09	2,751
Γυναίκα	0.562	4.95e-10	1,754

6.2 Συμπεράσματα

Τα **σημαντικότερα συμπεράσματα** που προκύπτουν μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής των μαθηματικών μοντέλων συνοψίζονται στα εξής σημεία:

- Οι δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες κατά κύριο λόγο εξαρτώνται από τρεις παραμέτρους: το κόστος, το χρόνο και το επίπεδο άνεσης. Από την επεξεργασία των ευρημάτων της έρευνας ερωτηματολογίου προέκυψε ότι οι ερωτηθέντες προτιμούν να επιλέξουν τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες με την προϋπόθεση ότι θα εξασφαλίσουν **χαμηλότερο κόστος μετακίνησης**, θα εξοικονομήσουν **περισσότερο χρόνο** και θα τους παρέχεται το **βέλτιστο δυνατό επίπεδο άνεσης**.
- Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε ότι ο σκοπός των μετακινήσεών τους γίνεται για **“Άλλα θέματα”**, κάτι το οποίο φανερώνει ότι η μειωμένη ανάγκη για αστικές μετακινήσεις δεν επιβαρύνει την καθημερινότητά τους. Αυτό συνεπάγεται πως ο σκοπός της μετακίνησης πιθανώς να μην είναι μια καθημερινή και κοστοβόρα ανάγκη.
- Από την έρευνα φανερώνεται πως η **χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς στην Αττική είναι περιορισμένη**. Επομένως, γίνεται μελέτη ενός δείγματος πολιτών, οι οποίοι δεν έχουν σκοπό να πραγματοποιήσουν τις αστικές τους μετακινήσεις με δημόσιες συγκοινωνίες, ακόμα και αν οι υπηρεσίες αυτών τους παρέχονται δωρεάν.
- Δεδομένου ότι οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες στην έρευνα δεν θεωρούν τα υπάρχοντα **πακέτα έκπτωσης κομίστρου** ικανοποιητικά, επιθυμούν έντονα να παρέχονται οι υπηρεσίες των δημόσιων συγκοινωνιών **δωρεάν** στην πόλη.
- Αναφορικά με τους μετακινούμενους που δήλωσαν ότι το **ετήσιο εισόδημά** τους κατατάσσεται στις υψηλές κατηγορίες, μειώνεται η πιθανότητα για χρήση των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών.
- Αντίθετα, οι μετακινούμενοι που είναι **άνω των 45 ετών** δήλωσαν ενδιαφέρον για την μετάβαση σε δωρεάν δημόσιες μετακινήσεις. Αυτό το

αποτέλεσμα είναι λογικό, καθώς καθημερινά οι δρόμοι της Αθήνας περικλείονται από αμέτρητα οχήματα, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο μείωση της εξυπηρέτησης του μετακινούμενου τόσο στην κυκλοφορία, όσο και στην στάθμευση.

- Όσοι Αθηναίοι **εργάζονται**, είναι περισσότερο πιθανό να επιλέξουν τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες. Γνωρίζοντας το καθημερινό ωράριο εργασίας του, ο μετακινούμενος μπορεί να βάλει πιο εύκολα στην καθημερινότητά του τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Επιπλέον η μετακίνηση από και προς το χώρο εργασίας πρόκειται για ένα **πάγιο έξοδο**, επομένως οι μετακινούμενοι επιθυμούν να μειώσουν στο ελάχιστο το έξοδο αυτό.
- Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι δήλωσαν πως κάνουν **ελάχιστη χρήση του αυτοκινήτου** τους έχουν περισσότερες πιθανότητες να ξεκινήσουν τη χρήση άλλων μεταφορικών μέσων. Έτσι λοιπόν το προνόμιο των δωρεάν μετακινήσεων με τις δημόσιες συγκοινωνίες αποτελεί σημαντικό κίνητρο για εκείνους.
- Σύμφωνα με τους ερωτηθέντες και το κατά πόσο σημαντικό θεωρούν το κόστος μετακίνησης, προκύπτει ότι δεν επηρεάζει έντονα την επιλογή του μέσου μετακίνησης και **κατ' επέκταση την αλλαγή του μέσου** σε δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες. Οι πολίτες της Αθήνας θα επιλέξουν τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες με γνώμονα τις αλλαγές που θα προκύψουν στις υπόλοιπες παραμέτρους της διωνυμικής ανάλυσης.
- Οι **γυναίκες** είναι περισσότερο διατεθειμένες να χρησιμοποιήσουν τις δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες σε σχέση με τους άντρες οι οποίοι ενδεχομένως δυσκολεύονται εντονότερα να αλλάξουν τις καθημερινές τους συνήθειες, όπως για παράδειγμα το **μέσο μετακίνησης** τους.

6.3 Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων

Από τα αποτελέσματα της έρευνας που προέκυψαν και τα εξαγόμενα συμπεράσματα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ακολουθεί μία σειρά προτάσεων που έχουν ως στόχο της καθοριστική ένταξη των δωρεάν μεταφορικών δραστηριοτήτων στην Αττική με τα δημόσια μέσα.

- Αρχικά, θα ήταν πολύ βοηθητικό στην εδραίωση αυτής της καινοτομίας των δωρεάν μέσων η **πilotική εφαρμογή** του στην περιοχή της Αττικής. Το δοκιμαστικό αυτό σχέδιο θα μπορούσε να έχει διάρκεια από έναν ή και περισσότερους μήνες με σκοπό οι κάτοικοι της Αττικής να έχουν τη δυνατότητα να σχηματίσουν άποψη για τα δωρεάν προνόμια των δημόσιων συγκοινωνιών, αφού κάνουν χρήση αυτών για κάποιο χρονικό διάστημα. Θα συνέβαλε σημαντικά εάν, μετά την εφαρμογή αυτού του pilotικού σχεδίου, πραγματοποιούνταν μία έρευνα ερωτηματολογίου ώστε να αναδειχθούν τα επίπεδα ικανοποίησης των επιβατών.
- Ακόμη, κρίνεται απαραίτητη η οργάνωση διάφορων **εκστρατειών** από την Πολιτεία που θα γνωστοποιούν τη δωρεάν χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών. Μέσω αυτών των ενεργειών θα γνωστοποιηθούν στο κοινό τα πλεονεκτήματα της χρήσης των δημόσιων συγκοινωνιών, καθώς αποτελούνται από ποικίλα μέσα μεταφοράς, τα οποία έχουν θετικές συνέπειες στο περιβάλλον και στον αστικό χώρο.

- Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί πως εάν πρόκειται να εφαρμοστεί κάποιο σχέδιο για δωρεάν μεταφορές, πρέπει να στοχεύει σε **συγκεκριμένες ομάδες του πληθυσμού**. Οι ομάδες αυτές κατατάσσονται ανάλογα με την δυνατότητα που έχουν ή όχι για να υποστηρίξουν οικονομικά τις καθημερινές τους μετακινήσεις στον αστικό ιστό. Επιπλέον, ζωτική σημασία κατέχουν και τα άτομα τα οποία κάνουν καθημερινή και προγραμματισμένη χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών για να πάνε στην εργασία τους. Πρέπει λοιπόν να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα άτομα που θα δοθούν τα προνόμια των δωρεάν μεταφορικών μετακινήσεων.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία εξετάστηκε η επιρροή του χρόνου, του κόστους, και της άνεσης στην επιλογή των δωρεάν δημόσιων συγκοινωνιών. Παράλληλα, με την προσθήκη επιπρόσθετων μεταβλητών σχετικές με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και τις απόψεις των ερωτηθέντων εξήχθησαν μαθηματικά μοντέλα με υψηλή αξιοπιστία ως προς την εξαγωγή των συμπερασμάτων που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Υπάρχουν, ωστόσο, περιθώρια για περαιτέρω συνέχιση της έρευνας σε ένα πεδίο που θα απασχολήσει αρκετά την επιστημονική κοινότητα τα επόμενα χρόνια:

- Στο μέλλον θα ήταν αποτελεσματικό να πραγματοποιηθούν αντίστοιχες έρευνες με **μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος**, το οποίο θα αποτελείται τόσο από άτομα που συμμετείχαν **μέσω διαδικτύου**, όσο και από **πολίτες που αναμένουν σε κάποια στάση** για να πραγματοποιήσουν τις μεταφορικές τους δραστηριότητες στην πόλη.
- Οι δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες αποτελούν θέμα συζήτησης τα τελευταία χρόνια σε έντονο βαθμό. Παρόλα αυτά, χρειάζεται **περαιτέρω έρευνα**, καθώς η γνώμη του κοινού θα μεταβάλλεται ανάλογα με τα εκάστοτε νέα δεδομένα της εποχής.
- Τέλος, οφείλεται να διεξαχθεί η συγκεκριμένη έρευνα και **σε άλλες πόλεις** της Ελλάδας για να αναλυθούν εκτενέστερα τόσο οι αδυναμίες, όσο και οι δυνατότητες της κάθε περιοχής στον τομέα των μεταφορών.

Βιβλιογραφία

- Athens Transport. (n.d.). *Athens Transport*. [online] Available at: <https://www.athenstransport.com/> [Accessed 6 Feb. 2022].
- Athens Transport. (2018a). *Δωρεάν μετακίνηση στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς της Αθήνας*. [online] Available at: <https://www.athenstransport.com/free/> [Accessed 6 Feb. 2022].
- Athens Transport. (2018b). *Όσα πρέπει να γνωρίζετε για το ηλεκτρονικό εισιτήριο στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς της Αθήνας*. [online] Available at: <https://www.athenstransport.com/etickets/> [Accessed 6 Feb. 2022].
- Bull, O., Muñoz, J.C. and Silva, H.E. (2021). The impact of fare-free public transport on travel behavior: Evidence from a randomized controlled trial. *Regional Science and Urban Economics*, 86, p.103616.
- De Gruyter, C., Gunn, L., Kroen, A., Saghapour, T., Davern, M. and Higgs, C. (2021). Exploring changes in the frequency of public transport use among residents who move to outer suburban greenfield estates. *Case Studies on Transport Policy*. [online] Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X21002133> [Accessed 3 Mar. 2022].
- Friman, M., Maier, R. and Olsson, L.E. (2019). Applying a motivational stage-based approach in order to study a temporary free public transport intervention. *Transport Policy*, 81, pp.173–183.
- Gavanas, N., Papaioannou, P., Pitsiava Latinopoulou, Magda, Politis, I., Γαβανάς, N., Παπαϊωάννου, Π., Πιτσιάβα Λατινοπούλου, Μάγδα and Πολίτης, Ι. (2015). Δημόσιες αστικές συγκοινωνίες (ΔΑΣ). *Kallipos.gr*. [online] Available at: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/2088> [Accessed 6 Feb. 2022].
- Mah, S. and Mitra, R. (2017). The effects of a free bus program on older adults travel behaviour: A case study of a Canadian suburban municipality. *Case Studies on Transport Policy*, 5(3), pp.460–466.
- Reoveme.com. (2022). *Τι είναι μια κλίμακα Likert και πώς χρησιμοποιείται;* [online] Available at: <https://el.reoveme.com/%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%BA%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%B1%CE%BA%CE%B1-likert-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B1-%CF%85%CF%80%CE%AD%CF%81-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B1/> [Accessed 9 Feb. 2022].
- Συνεισφέροντες στα εγχειρήματα Wikimedia (2007). *Τραμ*. [online] Wikipedia.org. Available at: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%B1%CE%BC#%CE%A0%CE%BB%CE%B5%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1> [Accessed 8 Feb. 2022].
- Tomeš, Z., Fitzová, H., Pařil, V., Rederer, V., Kordová, Z. and Kasa, M. (2022). Fare discounts and free fares in long-distance public transport in central Europe. *Case Studies on Transport Policy*. [online] Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X22000116> [Accessed 7 Feb. 2022].
- Zhang, Y., Yao, E., Zhang, R. and Xu, H. (2019). Analysis of elderly people's travel behaviours during the morning peak hours in the context of the free bus programme in Beijing, China. *Journal of Transport Geography*, [online] 76, pp.191–199. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692318306008> [Accessed 20 Feb. 2022]

Παραρτήματα

Παράρτημα Α – Ερωτηματολόγιο

Ενότητα 3 από 6

A. Χαρακτηριστικά Κινητικότητας :

(Οι ερωτήσεις αφορούν κανονικές συνθήκες κινητικότητας, για την περίοδο μετά τα περιοριστικά μέτρα λόγω του COVID-19)

Ποιο μέσο χρησιμοποιείτε κατά βάση για τις καθημερινές σας μετακινήσεις? *

ΙΧ

Ταξί

Ποδήλατο

Πατίνι

Πεζή

Ποιος είναι ο σκοπός της μετακίνησής σας? *

Από και προς την Εργασία

Για σπουδές

Για αναψυχή

Άλλα θέματα

Ερωτηματολόγιο έρευνας για Δωρεάν Δημόσιες Συγκοινωνίες στην Αττική



Το παρόν ερωτηματολόγιο έχει συνταχθεί για τις ανάγκες Διπλωματικής Εργασίας στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Στόχος της έρευνας είναι να διερευνήσει κατά πόσο η παροχή Δωρεάν Δημόσιων Συγκοινωνιών στην Αθήνα αποτελεί λόγο αλλαγής μέσου προς τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς από εκείνους που δεν τα χρησιμοποιούν πολύ σήμερα. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι ανώνυμη.

Ευχαριστούμε πολύ εκ των προτέρων για τη συμμετοχή σας στην έρευνα.

Κατοικείτε και εργάζεστε στην Αττική: *

- Ναι
- Όχι

Μετά την ενότητα 1 Συνέχεια στην επόμενη ενότητα

Τίτλος ενότητας (προαιρετικά)



Περιγραφή (προαιρετικό)

Χρησιμοποιείτε κυρίως Δημόσιες Συγκοινωνίες για τις μετακινήσεις σας: *

- Ναι
- Όχι

Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε καθένα από τα ακόλουθα μέσα μεταφοράς για τις μετακινήσεις σας? *

	Ποτέ	Σπάνια	1-2 φορές την εβδ...	Καθημερινά
ΙΧ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ταξί	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ποδήλατο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Πατίνι	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Πεζή	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Μέσα Μαζικής Με...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Κινείστε σε ώρες αιχμής? *

- Συχνά
- Σπάνια
- Ποτέ

Β. Απόψεις για τα Μέσα Μετακίνησης:



Περιγραφή (προαιρετικό)

Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά για τις μετακινήσεις σας? *

	Καθόλου Σημα...	Λίγο Σημαντικό	Σημαντικό	Αρκετά Σημαντ...	Πολύ Σημαντικό
Κόστος	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Διάρκεια	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Άνεση	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Διαθεσιμότητα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Τί ποσό ξοδεύετε κατά μέσο όρο για τις μετακινήσεις σας ανά εβδομάδα; *

- < 20 ευρώ
- 21 - 40 ευρώ
- 41 - 60 ευρώ
- > 60 ευρώ
- Άλλο...

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-75%	Αμετάβλητος	Αμετάβλητη
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	-20%	Υψηλή

Σενάριο 1 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 2ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-100%	-20%	Υψηλή
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	Αμετάβλητος	Αμετάβλητη

Σενάριο 2 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 3ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-75%	Αμετάβλητος	Αμετάβλητη
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	20%	Χαμηλή

Σενάριο 3 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 4ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-50%	20%	Χαμηλή
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	-20%	Υψηλή

Σενάριο 4 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 5ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-50%	20%	Χαμηλή
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	Αμετάβλητος	Αμετάβλητη

Σενάριο 5 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 6ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-100%	-20%	Υψηλή
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	20%	Χαμηλή

Σενάριο 6 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 7ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-75%	20%	Αμετάβλητη
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	-20%	Αμετάβλητη

Σενάριο 7 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 8ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-50%	Αμετάβλητος	Υψηλή
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	Αμετάβλητος	Χαμηλή

Σενάριο 8 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

☰

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 9ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-100%	-20%	Χαμηλή
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	20%	Υψηλή

Σενάριο 9 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

Τίτλος ε...

ΣΕΝΑΡΙΟ 10ο	ΚΟΣΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΑΝΕΣΗ
Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία	-50%	-20%	Υψηλή
Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς	Αμετάβλητο	-20%	Αμετάβλητη

Σενάριο 10 *

- Αλλαγή μέσου σε Δωρεάν Δημόσια Συγκοινωνία
- Παραμονή στο ήδη υπάρχον Μέσο Μεταφοράς

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Περιγραφή (προαιρετικό)

Επιλέξτε το φύλο σας *

Γυναίκα

Άνδρας

Επιλέξτε την ηλικία σας *

18-24

25-34

35-44

45-54

55-64

≥ 64

Επίπεδο εκπαίδευσης *

- Απολυτήριο Λυκείου
- Πτυχίο ΑΕΙ/ΤΕΙ
- Μεταπτυχιακός Τίτλος
- Διδακτορικός Τίτλος
- Τίποτα από τα παραπάνω

Επιλέξτε το ετήσιο εισόδημά σας *

- Χαμηλό (<10.000)
- Μεσαίο (10.000-25.000)
- Υψηλό (>25.000)

Επάγγελμα *

- Δημόσιος Υπάλληλος
- Ιδιωτικός Υπάλληλος
- Φοιτητής
- Ελ. Επαγγελματίας
- Συνταξιούχος
- Άνεργος

Παράρτημα Β – Ο Κώδικας της ανάλυσης R – Studio

```
library (mlogit)

#Import DATA from MasterTable
library(readxl)
RDATA <- read_excel("C:/database_goulas vaggg.xlsx")
RDATA$Choiceid <- 1:nrow(RDATA)
str(RDATA)

#Keep complete cases!
RDATA = RDATA[complete.cases(RDATA), ]

#Check that no NAs remain in the dataset
colSums(is.na(RDATA))
View(RDATA)

#correlation test between independent variables
RDATA_numeric<-RDATA[,sapply(RDATA, is.numeric)]

# Gia na mporw na ta dw ola!!
dt=cor(RDATA_numeric,method = c("pearson"))
View((dt))

####Multinomial Logistic Regression Analysis####

#transform to long format
RDATA2 <- dfixd(RDATA, shape = "wide", choice = "Choice", varying = 4:9, sep = "",
               idx = list(c("Choiceid", "Nr")), idnames = c("chid", "alt"))

# vlepw tis protes grammes tou dataset
head(RDATA2)

#Group Answers,
RDATA2$USE_C[RDATA2$USE_C>2]<-61 #1-2 times per week, everyday
RDATA2$USE_C[RDATA2$USE_C<=2]<-62 #rarely, never
RDATA2$USE_TAXI[RDATA2$USE_TAXI>2]<-63 #1-2 times per week, everyday
RDATA2$USE_TAXI[RDATA2$USE_TAXI<=2]<-64 #rarely, never
RDATA2$USE_BIC[RDATA2$USE_BIC>2]<-65 #1-2 times per week, everyday
RDATA2$USE_BIC[RDATA2$USE_BIC<=2]<-66 #rarely, never
RDATA2$USE_SCOOTER[RDATA2$USE_SCOOTER>2]<-67 #1-2 times per week, everyday
RDATA2$USE_SCOOTER[RDATA2$USE_SCOOTER<=2]<-68 #rarely, never
RDATA2$USE_PEDESTRIAN[RDATA2$USE_PEDESTRIAN>2]<-69
#1-2 times per week, everyday
RDATA2$USE_PEDESTRIAN[RDATA2$USE_PEDESTRIAN<=2]<-70 #rarely, never
RDATA2$USE_PT[RDATA2$USE_PT>2]<-71 #1-2 times per week, everyday
RDATA2$USE_PT[RDATA2$USE_PT<=2]<-72 #rarely, never
RDATA2$CHAR_COST[RDATA2$CHAR_COST>2]<-73
```

```

#somewhat important, important, extremely important
RDATA2$CHAR_COST[RDATA2$CHAR_COST<=2]<-74 #slightly important, not important
RDATA2$CHAR_DURATION[RDATA2$CHAR_DURATION>2]<-75
#somewhat important, important, extremely important
RDATA2$CHAR_DURATION[RDATA2$CHAR_DURATION<=2]<-76
#slightly important, not important
RDATA2$CHAR_COMFORT[RDATA2$CHAR_COMFORT>2]<-77
#somewhat important, important, extremely important
RDATA2$CHAR_COMFORT[RDATA2$CHAR_COMFORT<=2]<-78
#slightly important, not important
RDATA2$CHAR_AVAILABILITY[RDATA2$CHAR_AVAILABILITY>2]<-79
#somewhat important, important, extremely important
RDATA2$CHAR_AVAILABILITY[RDATA2$CHAR_AVAILABILITY<=2]<-80
#slightly important, not important
RDATA2$COST[RDATA2$COST>2]<-81 #41-60EYRO, >60EYRO
RDATA2$COST[RDATA2$COST<=2]<-82 #21-40EYRO, <20EYRO
RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE[RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE>2]<-83
#effective, extremely effective
RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE[RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE<=2]<-84
#slightly effective, not effective
RDATA2$LOW_COST[RDATA2$LOW_COST>2]<-85
#somewhat effective, effective, extremely effective
RDATA2$LOW_COST[RDATA2$LOW_COST<=2]<-86
#slightly effective, not effective
RDATA2$ITINERARIES_INCREASE[RDATA2$ITINERARIES_INCREASE>2]<-87
#somewhat effective, effective, extremely effective
RDATA2$ITINERARIES_INCREASE[RDATA2$ITINERARIES_INCREASE<=2]<-88
#slightly effective, not effective
RDATA2$ENSURING_COMFORT[RDATA2$ENSURING_COMFORT>2]<-89
#somewhat effective, effective, extremely effective
RDATA2$ENSURING_COMFORT[RDATA2$ENSURING_COMFORT<=2]<-90
#slightly effective, not effective
RDATA2$EDU[RDATA2$EDU>2]<-91 #master degree, doctoral tittle, nothing
RDATA2$EDU[RDATA2$EDU<=2]<-92 #high school, university degree
RDATA2$OCCUPATION[RDATA2$OCCUPATION>2]<-93 #self-employed, retired,
unemployed
RDATA2$OCCUPATION[RDATA2$OCCUPATION<=2]<-94
#government employed, private employed

```

```
##Convert to useful class!!
```

```

RDATA2$RESIDENT = as.factor(RDATA2$RESIDENT)
RDATA2$PT = as.factor(RDATA2$PT)
RDATA2$MAAS = as.factor(RDATA2$MAAS)
RDATA2$WORK = as.factor(RDATA2$WORK)
RDATA2$EDUCATIONAL = as.factor(RDATA2$EDUCATIONAL)
RDATA2$LEISURE = as.factor(RDATA2$LEISURE)
RDATA2$OTHER = as.factor(RDATA2$OTHER)

```

```

RDATA2$USE_C = as.factor(RDATA2$USE_C)
RDATA2$USE_TAXI = as.factor(RDATA2$USE_TAXI)
RDATA2$USE_BIC = as.factor(RDATA2$USE_BIC)
RDATA2$USE_SCOOTER = as.factor(RDATA2$USE_SCOOTER)
RDATA2$USE_PEDESTRIAN= as.factor(RDATA2$USE_PEDESTRIAN)
RDATA2$USE_PT = as.factor(RDATA2$USE_PT)
RDATA2$TIME = as.factor(RDATA2$TIME)
RDATA2$CHAR_COST = as.factor(RDATA2$CHAR_COST)
RDATA2$CHAR_DURATION = as.factor(RDATA2$CHAR_DURATION)
RDATA2$CHAR_COMFORT = as.factor(RDATA2$CHAR_COMFORT)
RDATA2$CHAR_AVAILABILITY = as.factor(RDATA2$CHAR_AVAILABILITY)
RDATA2$COST = as.factor(RDATA2$COST)
RDATA2$PT_COST = as.factor(RDATA2$PT_COST)
RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE = as.factor(RDATA2$DISCOUNT_PACKAGE)
RDATA2$LOW_COST = as.factor(RDATA2$LOW_COST)
RDATA2$ITINERARIES_INCREASE = as.factor(RDATA2$ITINERARIES_INCREASE)
RDATA2$ENSURING_COMFORT = as.factor(RDATA2$ENSURING_COMFORT)
RDATA2$FREE_PT = as.factor(RDATA2$FREE_PT)
RDATA2$GENDER = as.factor(RDATA2$GENDER)
RDATA2$AGE = as.factor(RDATA2$AGE)
RDATA2$EDU = as.factor(RDATA2$EDU)
RDATA2$IN = as.factor(RDATA2$IN)
RDATA2$OCCUPATION = as.factor(RDATA2$OCCUPATION)

###edw kwdikopoio thn anesh
RDATA2$Comfort = as.factor(RDATA2$Comfort)
RDATA$Comfort1= as.factor(RDATA$Comfort1)
str(RDATA2)
names(RDATA2)

#Run the model
library("Formula")
MLR1 <- mlogit(Choice ~ Cost + Time + Comfort | OTHER + USE_PT + DISCOUNT_PACKAGE
+ LOW_COST + IN + AGE ,data = RDATA2, relevel = "2")
summary(MLR1)

###2nd analysis###

#Binary logistic regression analysis
##prota kanw tis allages stiw metavlites opos ekana kai stin mlogit
#Group Answers,
RDATA$USE_C[RDATA$USE_C>2]<-61 #1-2 times per week, everyday
RDATA$USE_C[RDATA$USE_C<=2]<-62 #rarely, never
RDATA$USE_TAXI[RDATA$USE_TAXI>2]<-63 #1-2 times per week, everyday
RDATA$USE_TAXI[RDATA$USE_TAXI<=2]<-64 #rarely, never
RDATA$USE_BIC[RDATA$USE_BIC>2]<-65 #1-2 times per week, everyday
RDATA$USE_BIC[RDATA$USE_BIC<=2]<-66 #rarely, never

```

RDATA\$USE_SCOOTER[RDATA\$USE_SCOOTER>2]<-67 #1-2 times per week, everyday
RDATA\$USE_SCOOTER[RDATA\$USE_SCOOTER<=2]<-68 #rarely, never
RDATA\$USE_PEDESTRIAN[RDATA\$USE_PEDESTRIAN>2]<-69 #1-2 times per week, everyday
RDATA\$USE_PEDESTRIAN[RDATA\$USE_PEDESTRIAN<=2]<-70 #rarely, never
RDATA\$USE_PT[RDATA\$USE_PT>2]<-71 #1-2 times per week, everyday
RDATA\$USE_PT[RDATA\$USE_PT<=2]<-72 #rarely, never
RDATA\$CHAR_COST[RDATA\$CHAR_COST>2]<-73
#somewhat important, important, extremely important
RDATA\$CHAR_COST[RDATA\$CHAR_COST<=2]<-74 #slightly important, not important
RDATA\$CHAR_DURATION[RDATA\$CHAR_DURATION>2]<-75
#somewhat important, important, extremely important
RDATA\$CHAR_DURATION[RDATA\$CHAR_DURATION<=2]<-76
#slightly important, not important
RDATA\$CHAR_COMFORT[RDATA\$CHAR_COMFORT>2]<-77
#somewhat important, important, extremely important
RDATA\$CHAR_COMFORT[RDATA\$CHAR_COMFORT<=2]<-78
#slightly important, not important
RDATA\$CHAR_AVAILABILITY[RDATA\$CHAR_AVAILABILITY>2]<-79
#somewhat important, important, extremely important
RDATA\$CHAR_AVAILABILITY[RDATA\$CHAR_AVAILABILITY<=2]<-80
#slightly important, not important
RDATA\$COST[RDATA\$COST>2]<-81 #41-60EYRO, >60EYRO
RDATA\$COST[RDATA\$COST<=2]<-82 #21-40EYRO, <20EYRO
RDATA\$DISCOUNT_PACKAGE[RDATA\$DISCOUNT_PACKAGE>2]<-83
#effective, extremely effective
RDATA\$DISCOUNT_PACKAGE[RDATA\$DISCOUNT_PACKAGE<=2]<-84
#slightly effective, not effective
RDATA\$LOW_COST[RDATA\$LOW_COST>2]<-85
#somewhat effective, effective, extremely effective
RDATA\$LOW_COST[RDATA\$LOW_COST<=2]<-86 #slightly effective, not effective
RDATA\$ITINERARIES_INCREASE[RDATA\$ITINERARIES_INCREASE>2]<-87
#somewhat effective, effective, extremely effective
RDATA\$ITINERARIES_INCREASE[RDATA\$ITINERARIES_INCREASE<=2]<-88
#slightly effective, not effective
RDATA\$ENSURING_COMFORT[RDATA\$ENSURING_COMFORT>2]<-89
#somewhat effective, effective, extremely effective
RDATA\$ENSURING_COMFORT[RDATA\$ENSURING_COMFORT<=2]<-90
#slightly effective, not effective
RDATA\$EDU[RDATA\$EDU>2]<-91 #master degree, doctoral tittle, nothing
RDATA\$EDU[RDATA\$EDU<=2]<-92 #high school, university degree
RDATA\$OCCUPATION[RDATA\$OCCUPATION>2]<-93 #self-employed, retired,
unemployed
RDATA\$OCCUPATION[RDATA\$OCCUPATION<=2]<-94
#government employed, private employed

##Convert to useful class!!

```

RDATA$Nr = as.factor(RDATA$Nr)
RDATA$ID = as.factor(RDATA$ID)
RDATA$Choice = as.factor(RDATA$Choice)
RDATA$RESIDENT = as.factor(RDATA$RESIDENT)
RDATA$PT = as.factor(RDATA$PT)
RDATA$MAAS = as.factor(RDATA$MAAS)
RDATA$WORK = as.factor(RDATA$WORK)
RDATA$EDUCATIONAL = as.factor(RDATA$EDUCATIONAL)
RDATA$LEISURE = as.factor(RDATA$LEISURE)
RDATA$OTHER = as.factor(RDATA$OTHER)
RDATA$USE_C = as.factor(RDATA$USE_C)
RDATA$USE_TAXI = as.factor(RDATA$USE_TAXI)
RDATA$USE_BIC = as.factor(RDATA$USE_BIC)
RDATA$USE_SCOOTER = as.factor(RDATA$USE_SCOOTER)
RDATA$USE_PEDESTRIAN = as.factor(RDATA$USE_PEDESTRIAN)
RDATA$USE_PT = as.factor(RDATA$USE_PT)
RDATA$TIME = as.factor(RDATA$TIME)
RDATA$CHAR_COST = as.factor(RDATA$CHAR_COST)
RDATA$CHAR_DURATION = as.factor(RDATA$CHAR_DURATION)
RDATA$CHAR_COMFORT = as.factor(RDATA$CHAR_COMFORT)
RDATA$CHAR_AVAILABILITY = as.factor(RDATA$CHAR_AVAILABILITY)
RDATA$COST = as.factor(RDATA$COST)
RDATA$PT_COST = as.factor(RDATA$PT_COST)
RDATA$DISCOUNT_PACKAGE = as.factor(RDATA$DISCOUNT_PACKAGE)
RDATA$LOW_COST = as.factor(RDATA$LOW_COST)
RDATA$ITINERARIES_INCREASE = as.factor(RDATA$ITINERARIES_INCREASE)
RDATA$ENSURING_COMFORT = as.factor(RDATA$ENSURING_COMFORT)
RDATA$FREE_PT = as.factor(RDATA$FREE_PT)
RDATA$GENDER = as.factor(RDATA$GENDER)
RDATA$AGE = as.factor(RDATA$AGE)
RDATA$EDU = as.factor(RDATA$EDU)
RDATA$IN = as.factor(RDATA$IN)
RDATA$OCCUPATION = as.factor(RDATA$OCCUPATION)

###Run the model!
BLR1 <- glm( FREE_PT ~ WORK + USE_C + CHAR_COST + AGE + GENDER
            , data = RDATA, family = "binomial") ### you can also try "logit"
summary(BLR1)

#Hosmer and Lemeshow goodness of fit (GOF) test
## p-value must be higher than 0.05
library(ResourceSelection)
hl <- hoslem.test(BLR1$y, fitted(BLR1), g=10)
## edo an den soy vgaini to p-value allaxe kai to g=10 (5,5.5,6,6.5,...10)
hl

```