



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάλυση της επιρροής των αυτόνομων οχημάτων στη συμπεριφορά μετακίνησης



Παπαλυμπέρης Παναγιώτης

Επιβλέπων Καθηγητής:

Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 2018

Ανάλυση της επιρροής των αυτόνομων οχημάτων στη συμπεριφορά μετακίνησης

Παπαλυμπέρης Παναγιώτης

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΣΥΝΟΨΗ

Τα αυτόνομα οχήματα αποτελούν ήδη μέρος της ζωής μας με στόχο να αλλάξουν τον τρόπο που σκεφτόμαστε τις μεταφορές. Επιπλέον, παρόλο που η κοινοχρησία οχημάτων άρχισε να χρησιμοποιείται σε ορισμένες χώρες, η στάση της κοινής χρήσης αυτόνομων οχημάτων για λόγους καθημερινής κινητικότητας δεν έχει ακόμη διερευνηθεί επαρκώς.

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να αναλύσει την επίδραση των αυτόνομων οχημάτων στη συμπεριφορά μετακίνησης καθώς και να προσδιορίσει τα κύρια χαρακτηριστικά που επηρεάζουν αυτή τη συμπεριφορά. Για το σκοπό αυτό αναλύονται στοιχεία που συλλέχθηκαν από 235 μετακινούμενους που συμμετείχαν σε έρευνα δεδηλωμένης προτίμησης με ερωτηματολόγιο. Μέσω των μοντέλων πολυωνυμικής και της διωνυμικής παλινδρόμησης εξετάστηκε η επιροή του κόστους, του χρόνου και της ασφάλειας στην επιλογή ενός αυτόνομου οχήματος ή ενός αυτόνομου οχήματος κοινής χρήσης. Βάσει των αποτελεσμάτων, οι ερωτηθέντες εξέφρασαν μια θετική στάση απέναντι στα αυτόνομα οχήματα στο σύνολό τους, ωστόσο ανησυχούσαν ελαφρώς για να μοιραστούν με άλλους ένα αυτόνομο όχημα. Εστιάζοντας σε αυτόν τον τρόπο μεταφοράς προτιμούν να είναι μόνοι σε αυτόνομο όχημα και να μην το μοιράζονται με άγνωστους ανθρώπους. Επιπλέον, ο χρόνος είναι η παράμετρος με την υψηλότερη επίδραση στην επιλογή του τρόπου μεταφοράς.

Λέξεις-κλειδιά: αυτόνομα οχήματα, συμπεριφορά μετακίνησης, κοινοχρησία αυτόνομων οχημάτων, λογιστική παλινδρόμηση, πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο, διωνυμικό λογιστικό μοντέλο, μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης

Analysis of the impact of autonomous vehicles to travel behaviour

Papalymperis Panagiotis

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

ABSTRACT

Autonomous vehicles have already been part of our lives aiming to change the way we are thinking about transport. In addition, although car sharing has started being used in some countries, the attitude of sharing autonomous vehicles for everyday mobility purposes is still not sufficiently explored.

The objective of the present research is to analyse the effect of autonomous vehicles on the mobility behaviour as well as to identify the main characteristics that affect this behaviour. For this purpose, data collected from 235 travelers who participated in a stated-preference survey with a questionnaire were analyzed. Through the multinomial and binary regression models were examined the impact of cost, time and safety on the choice of an autonomous vehicle or of a shared-use autonomous vehicle.. Based on the results, respondents expressed a positive attitude towards autonomous vehicles as a whole however they were slightly concerned about sharing with others an autonomous vehicle. Focusing on this mode of transport they prefer to be alone in an autonomous vehicle and not sharing it with unknown people. Furthermore, time is the parameter with the highest effect on the choice of the mode of transport.

Keywords: autonomous vehicles, travel behavior, shared autonomous vehicles, logistic regression, multinomial logistic model, binary logistic model, stated-preference method

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος αυτής της Διπλωματικής Εργασίας είναι η **ανάλυση της επιρροής των αυτόνομων οχημάτων στη συμπεριφορά μετακίνησης**, καθώς και ο προσδιορισμός των βασικότερων παραγόντων που υπεισέρχονται στη συμπεριφορά αυτή. Πιο συγκεκριμένα, θα διερευνηθεί το κατά πόσο οι Έλληνες μετακινούμενοι είναι διατεθειμένοι να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα, το επίπεδο της εμπιστοσύνης τους ως προς τις επιμέρους τεχνολογίες και τις νέες υπηρεσίες κινητικότητας.

Για τον σκοπό αυτό αναζητήθηκε **βιβλιογραφία** σχετική με το αντικείμενο της έρευνας τόσο σε εγχώριο όσο και σε διεθνές επίπεδο. Ταυτόχρονα, αποφασίστηκε η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων να πραγματοποιηθεί μέσω **ερωτηματολογίου**, στο οποίο συμπεριελήφθησαν σενάρια σύμφωνα με τη μέθοδο της **δεδηλωμένης προτίμησης** από τα οποία οι ερωτηθέντες έπρεπε να επιλέξουν μεταξύ τριών εναλλακτικών: Συμβατικό όχημα, υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα όπου θα βρίσκεστε μόνος στο όχημα και υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που δεν θα βρίσκεστε μόνος στο όχημα.

Για την στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο της **πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** για το μέρος των σεναρίων και το πρότυπο της **διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** για τη διερεύνηση της πρόθεσης χρήσης αυτόνομων οχημάτων. Τα μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν από τις αναλύσεις αυτές, καθώς και τα αποτελέσματά τους παρατίθενται συνοπτικά παρακάτω:

Πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση

Συνάρτηση επιλογής **Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα**:

$$U1 = -4,606 + 0,684 * cost - 0,046 * time - 0,709 * @7 + 0,617 * @16 + 0,667 * @23 - 0,516 * @25$$

Η **συνάρτηση χρησιμότητας U2**, η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για την επιλογή **Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο οχήματα που δεν θα είναι μόνος στο όχημα** ορίζεται ως εξής:

$$U2 = -3,072 - 0,062 * cost + 0,050 * time - 0,523 * @7 + 0,450 * @16 + 0,468 * @23 - 0,532 * @25$$

Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση

Η συνάρτηση που εκφράζει την **πρόθεση χρήσης αυτόνομου οχήματος** είναι:

$$U = 1,843 - 3,081 * @20(1) - 3,124 * @20(2) - 2,043 * @23(2) \\ - 1,980 * @23(3) - 1,133 * @47 + 1,503 * @14(4)$$

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

- Οι ερωτηθέντες εμφανίζονται στην πλειοψηφία επιφυλακτικοί ως προς τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα, αλλά διατηρούν μια **θετική στάση απέναντι τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα**. Ειδικότερα, όσο εξοικονομείται χρόνος στις μετακινήσεις η πιθανότητα επιλογής υπηρεσιών κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα εμφανίζεται μεγαλύτερη.
- Οι ερωτηθέντες δείχνουν **μεγαλύτερη προτίμηση στις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα** σε σχέση με τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα. Ενδεχομένως, η διαφορά αυτή οφείλεται στη μηδενική εξοικείωση με τέτοιες υπηρεσίες κοινοχρησίας μετακινήσεων παρότι το κόστος θα είναι χαμηλότερο.
- Για την επιλογή μετακίνησης με υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) οι ερωτηθέντες έδειξαν θετική στάση απέναντι σε μια επιπλέον επιβάρυνση σε σχέση με τα παραδοσιακά μέσα μεταφοράς, ενώ για αύξηση του χρόνου μετακίνησης ήταν αρνητικοί. Αυτό δηλώνει πως όσοι επιλέγουν (AVs) έναντι (SAVs) και παραδοσιακών μέσων μεταφοράς δίνουν μεγαλύτερη σημασία στον χρόνο μετακίνησης σε σχέση με το κόστος.
- Για την επιλογή μετακίνησης με υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs) οι ερωτηθέντες έδειξαν θετική στάση απέναντι σε αύξηση του χρόνου μετακίνησης, ενώ ήταν αρκετά αρνητικοί σε αύξηση του κόστους. Αυτό δηλώνει πως όσοι επιλέγουν (SAVs) έναντι (AVs) και παραδοσιακών μέσων μεταφοράς δίνουν μεγαλύτερη σημασία στον κόστος μετακίνησης σε σχέση με το χρόνο.

- Ο **όγκος των μετακινήσεων σε ένα έτος** επηρεάζει διαφορετικά την επιλογή Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) και Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs). Ειδικότερα, για ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα σε ένα έτος η πιθανότητα επιλογής (AVs) αυξάνεται ενώ για (SAVs) μειώνεται.
- Οι ερωτηθέντες που συμφωνούν με τις απόψεις πως **τα αυτόνομα οχήματα είναι πιο ασφαλή από τα συμβατικά, δεν θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος και πως τα αυτόνομα οχήματα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον** έχουν αυξημένη πιθανότητα επιλογής (AVs) και (SAVs) έναντι συμβατικού οχήματος.
- Οι ερωτηθέντες που **έχουν δίπλωμα οδήγησης** είναι λιγότερο πιθανό να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα μόλις αυτά γίνουν ευρέως διαθέσιμα είτε (AVs) είτε (SAVs).
- Η διωνυμική και η πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση αποτελούν τις καταλληλότερες μεθόδους για την ανάλυση στοιχείων που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της δεδομένης προτίμησης. Τα μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία ικανοποιούν όλους τους στατιστικούς ελέγχους και προσφέρουν μια πολύ αξιόπιστη εικόνα χρήσιμη για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	7
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	9
1.1.1 Ορισμοί	9
1.1.2 Επίπεδα Αυτονομίας	13
1.1.3 Λειτουργία	14
1.1.4 Πλεονεκτήματα.....	18
1.1.5 Ανοικτά ζητήματα	21
1.2 ΣΤΟΧΟΣ.....	22
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	22
1.4 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	24
2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	26
2.1 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας για Μελέτες σε (AVs).....	26
2.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση των Μελέτων για τα Αυτόνομα Οχήματα Κοινοχρησίας (SAVs).....	35
2.3 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας στα Μοντέλα Βασισμένα σε Αντιπροσώπους (ABM) στις AV/SAVs σχετιζόμενες Μελέτες.....	39
3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	41
3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ.....	41
3.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	43
3.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕ ΑΠΟΚΑΛΥΠΤΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	44
3.4 ΘΕΩΡΙΑ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ – ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	45
3.4.1 Πιθανοτικά πρότυπα διακριτών επιλογών (probit).....	46
3.4.2 Λογιστικά πρότυπα διακριτών επιλογών (logit)	46
3.4.3 Γενικευμένα πρότυπα διακριτών επιλογών	47
3.4.4 Μικτά πρότυπα διακριτών επιλογών	48
3.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	48
3.5.1 Γραμμική παλινδρόμηση	49
3.5.2 Πιθανοτική ανάλυση	49
3.5.3 Λογιστική παλινδρόμηση.....	49
3.5.4 Σύνοψη.....	50
3.6 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (LOGISTIC REGRESSION)	50
3.7 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	53
3.7.1 Συντελεστές εξίσωσης.....	53
3.7.2 Ελαστικότητα.....	54
3.7.3 Στατιστική αξιολόγηση παραμέτρων	54
3.7.4 Συσχέτιση παραμέτρων	55
3.7.5 Μέθοδος μέγιστης πιθανοφάνειας.....	55
3.7.6 Το κριτήριο χ^2	56
4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	57
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	57
4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	57
4.2.1 Το ερωτηματολόγιο	57

4.2.2	Τα μέρη του ερωτηματολογίου	58
4.2.3	Τα σενάρια	59
4.2.4	Συλλογή ερωτηματολογίων	60
4.3	<i>ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</i>	63
4.3.1	Κωδικοποίηση δεδομένων	63
4.4	<i>ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</i>	64
5	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	66
5.1	<i>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</i>	66
5.2	<i>ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΩΝΥΜΙΚΗΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΜΕ ΤΟ SPSS</i>	67
5.2.1	Εισαγωγή Δεδομένων στο SPSS	67
5.2.2	Επεξεργασία Δεδομένων	68
5.2.3	Συναρτήση Χρησιμότητας	70
5.2.4	Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου	71
5.2.5	Αποτελέσματα	75
5.3	<i>ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΠΟΛΥΩΝΥΜΙΚΗΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΜΕ ΤΟ SPSS</i>	77
5.3.1	Εισαγωγή Δεδομένων στο SPSS	77
5.3.2	Επεξεργασία και Ανάλυση Δεδομένων	78
5.3.3	Συνάρτησεις Χρησιμότητας	81
5.3.4	Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου	84
5.3.5	Αποτελέσματα	86
5.3.6	Ανάλυση ευαισθησίας	89
5.4	<i>ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</i>	95
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	100
6.1	<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</i>	100
6.2	<i>ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</i>	101
6.3	<i>ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ</i>	102
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	103
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	108

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1.1.1 Ορισμοί

Ως **αυτόνομα οχήματα** ορίζουμε τα αυτοκίνητα, τα οποία με ένα κατάλληλα διαμορφωμένο **σύστημα αισθητήρων** (ραντάρ, λέιζερ, κάμερες), **λογισμικού**, και **άλλων οργάνων** μπορούν να κυκλοφορούν στο οδικό δίκτυο **χωρίς οδηγό**.



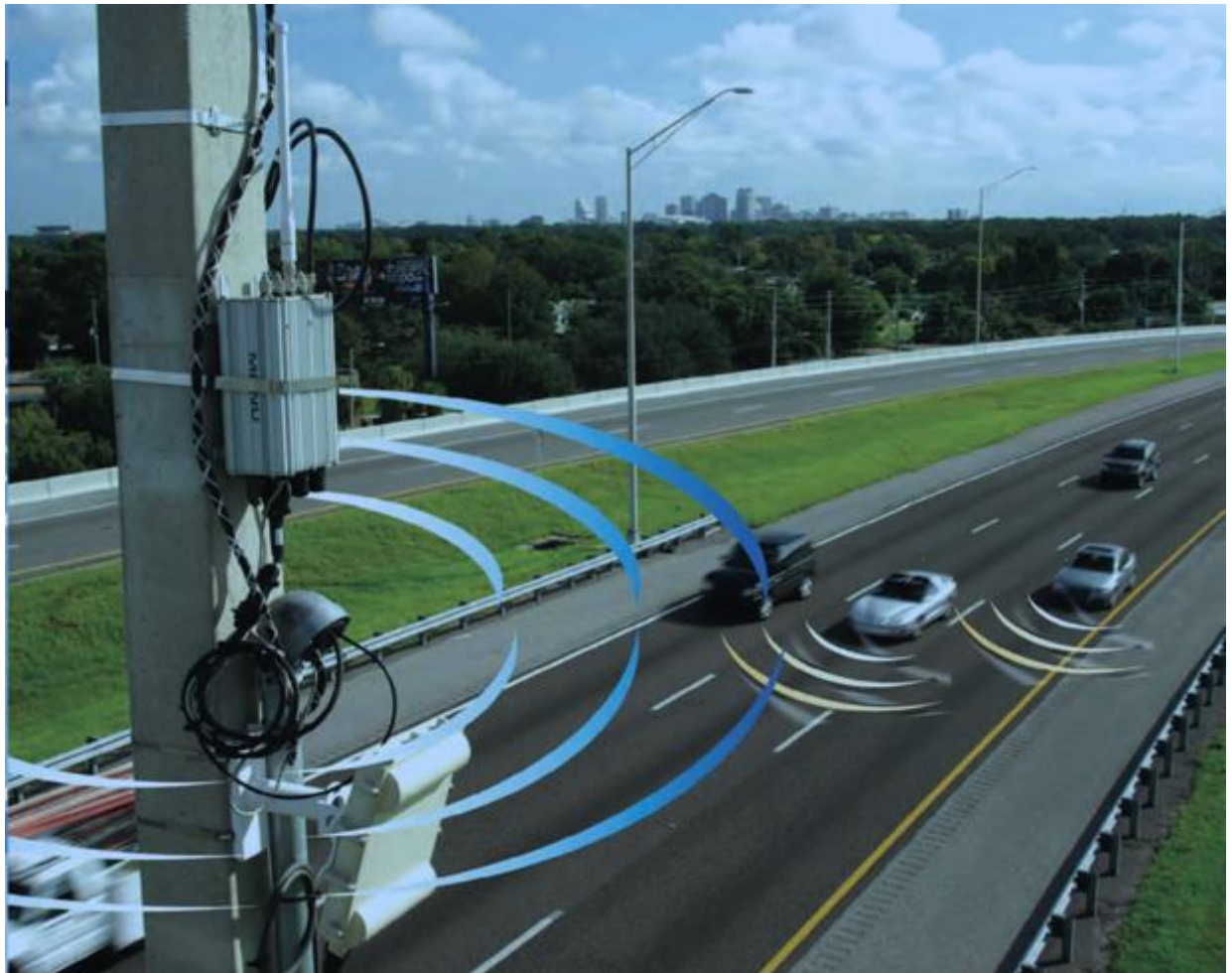
Εικόνα 1.1: Εικόνα από το εσωτερικό αυτόνομου οχήματος της Volvo. Ανακτήθηκε από <https://wordlesstech.com/california-approves-autonomous-self-driving-car-trials/>

Σήμερα, ορισμένα μοντέλα αυτοκινήτων έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες λειτουργίες πλοήγησης (φρενάρισμα, επιτάχυνση, αλλαγή κατεύθυνσης) κάτω από συγκεκριμένες οδικές συνθήκες, με τον οδηγό να μπορεί να αναλάβει τον έλεγχο ανά πάσα στιγμή όταν και όπου απαιτείται η παρέμβασή του.



Εικόνα 1.2: Εικόνα από το εσωτερικό οχήματος TESLA με τη λειτουργία Autopilot. Ανακτήθηκε από <http://www.techrepublic.com/article/teslas-autopilot-the-smart-persons-guide/>

Κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι όροι για να περιγραφεί αυτή η τεχνολογία, όπως **automated cars** και **self-driving cars**. Η National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) του Υπουργείου Μεταφορών των Ηνωμένων Πολιτειών υιοθετεί τον όρο **automated vehicles** (U.S. Department of Transportation, 2016). Σε αυτή τη Διπλωματική Εργασία χρησιμοποιείται ο όρος **autonomous vehicles** (αυτόνομα οχήματα), ο οποίος είναι αρκετά πιο διαδεδομένος στην επιστημονική και μη βιβλιογραφία.



Εικόνα 1.3: Το σύστημα για συνδεδεμένα οχήματα από το Υπουργείο Μεταφορών της Φλόριντα, ΗΠΑ. Ανακτήθηκε από <http://floridaitis.com/ConnVeh.html>.

Ειδική μνεία θα πρέπει να γίνει στα λεγόμενα **συνδεδεμένα οχήματα** (Connected Vehicles). Πρόκειται για οχήματα που μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους χάριν σε ειδικές υποδομές και συσκευές και χρησιμοποιώντας ασύρματα πρωτόκολλα διασύνδεσης (**Ιντερνετ**) καθίσταται εφικτός ο διαμοιρασμός πληροφοριών προς τον οδηγό για τις συνθήκες που επικρατούν στο οδικό περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο. Παρόλο που ο κύριος σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι τα αυτόνομα οχήματα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα συνδεδεμένα οχήματα αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο την επόμενη δεκαετία είτε αυτόνομα είτε συμπληρωματικά ως προς τα **αυτόνομα οχήματα**.

Υπηρεσία ride-sharing

Η κοινοχρησία μετακινήσεων (ride sharing service) προσφέρει στους χρήστες ευέλικτη, προσιτή μετακίνηση ή την ευκαιρία να κερδίζουν χρήματα με το αυτοκίνητό τους.

Αποτελεί έναν από τους βασικούς πυλώνες των πλάνων των εταιρειών για τις μελλοντικές μετακινήσεις.



Εικόνα 1.4: Ανακτήθηκε από: <https://www.autonomous.gr/ride-sharing-ride-hailing-car-sharing-analysis-5698/>

Με το ride-sharing μπορείς ανά πάσα στιγμή με μικρό αντίτιμο να μοιραστείς το όχημά σου -ή το όχημα κάποιου άλλου- για να μεταβείς στον προορισμό σου, είτε πρόκειται για μικρή διαδρομή είτε ακόμα ακόμα και για ταξίδι. Μπορείς να κάνεις την κράτηση μέσω ειδικών εφαρμογών που έχει η κάθε εταιρεία.

Η κοινοχρησία οχημάτων προσφέρει στους χρήστες ευέλικτη, προσιτή μετακίνηση ή την ευκαιρία να κερδίζουν χρήματα με το αυτοκίνητό τους.

Οι υπέρμαχοι του ride-sharing λένε πως στόχος της υπηρεσίας δεν είναι το κέρδος, αλλά η προστασία του περιβάλλοντος, λιγότεροι μπουτιλιαρισμένοι δρόμοι και μικρότερο κόστος.

1.1.2 Επίπεδα Αυτονομίας

Για την καλύτερη ενημέρωση του ευρύ κοινού και με σκοπό την αποσαφήνιση των βασικών όρων που διέπουν τα **αυτόνομα οχήματα** η NHTSA αποδέχτηκε την κατηγοριοποίηση των αυτόνομων οχημάτων που έχει προτείνει η **Society of Automotive Engineers (SAE)** σε **πέντε επίπεδα** (Summary of SAE International's Levels of Driving Automation for On-Road Vehicles, 2014), χρησιμοποιώντας ως βασική παράμετρο διαφοροποίησης το «ποιος κάνει τί, πότε». Τα επίπεδα αυτά είναι:

Επίπεδο 0: Ο οδηγός διατηρεί συνέχεια τον πλήρη έλεγχο του οχήματος.

Επίπεδο 1: Το αυτόνομο σύστημα στο όχημα μπορεί ορισμένες φορές να βοηθήσει τον οδηγό σε συγκεκριμένα σημεία της οδήγησης.

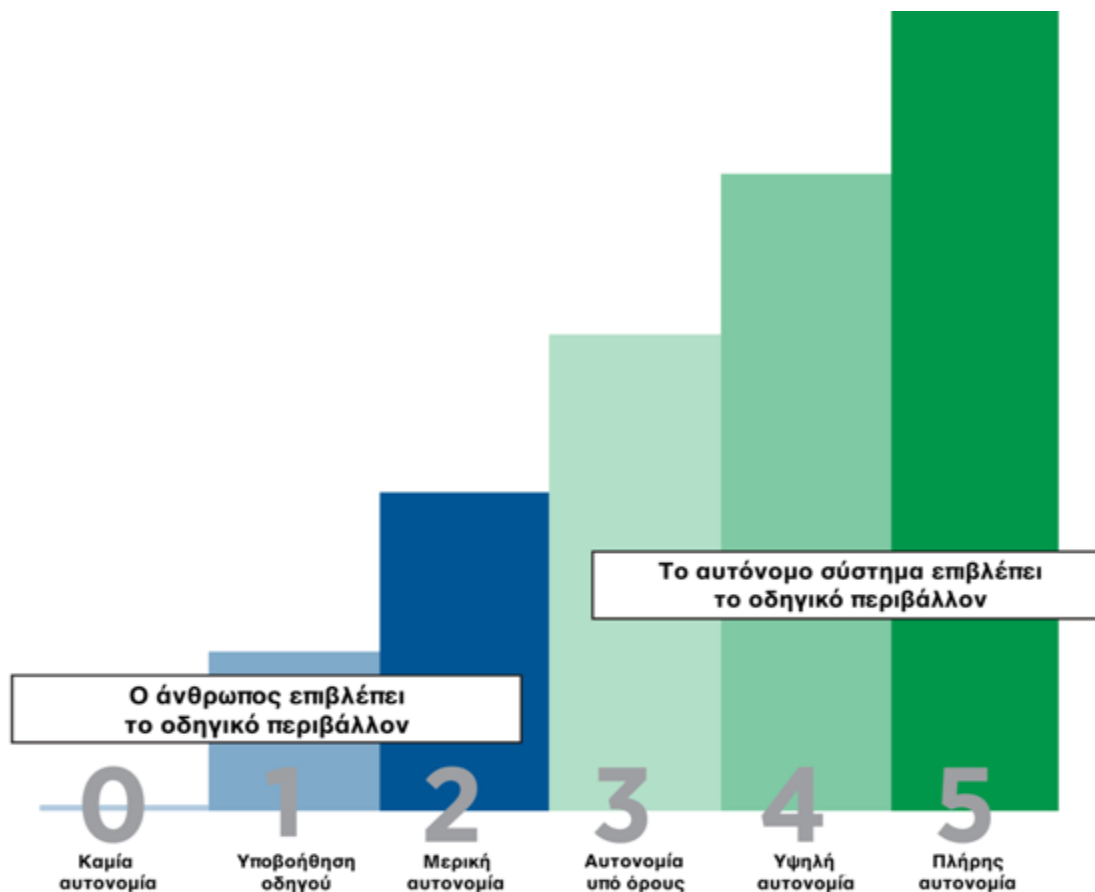
Επίπεδο 2: Το αυτόνομο σύστημα στο όχημα μπορεί να εκτελέσει συγκεκριμένα σημεία της οδήγησης, ενώ ο οδηγός συνεχίζει να επιβλέπει το περιβάλλον και να εκτελεί το υπόλοιπο της οδήγησης.

Επίπεδο 3: Το αυτόνομο σύστημα στο όχημα μπορεί να εκτελέσει συγκεκριμένα σημεία της οδήγησης και να επιβλέπει το περιβάλλον σε ορισμένες περιπτώσεις. Ο οδηγός πρέπει να είναι έτοιμος να αναλάβει τον έλεγχο ανά πάσα στιγμή.

Επίπεδο 4: Το αυτόνομο σύστημα στο όχημα μπορεί να έχει τον πλήρη έλεγχο της οδήγησης χωρίς να απαιτείται παρέμβαση από τον οδηγό, αλλά μόνο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

Επίπεδο 5: Το αυτόνομο σύστημα στο όχημα μπορεί να έχει τον πλήρη έλεγχο της οδήγησης κάτω από όλες τις συνθήκες στις οποίες και ένας οδηγός θα μπορούσε να λειτουργήσει.

Με βάση αυτά τα επίπεδα διακρίνουμε ένα **κρίσιμο σημείο διαφοροποίησης** μεταξύ των επιπέδων 2 και 3, στο οποίο η ευθύνη για την οδήγηση του οχήματος **μετατοπίζεται από τον οδηγό στο αυτόνομο σύστημα**. Το όχημα διαθέτει διαφορετικής πολυπλοκότητας συστήματα ανάλογα με το επίπεδο στο οποίο έχει σχεδιαστεί να ανταποκρίνεται. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία με τον όρο **αυτόνομα οχήματα** αναφερόμαστε σε οχήματα **επιπέδου 3 και άνω**.



Διάγραμμα 1.1.1: Σχηματική απεικόνιση των επιπέδων. Ανακτήθηκε και τροποποιήθηκε με ελληνικές λεζάντες από <http://articles.sae.org/13573/>

1.1.3 Λειτουργία

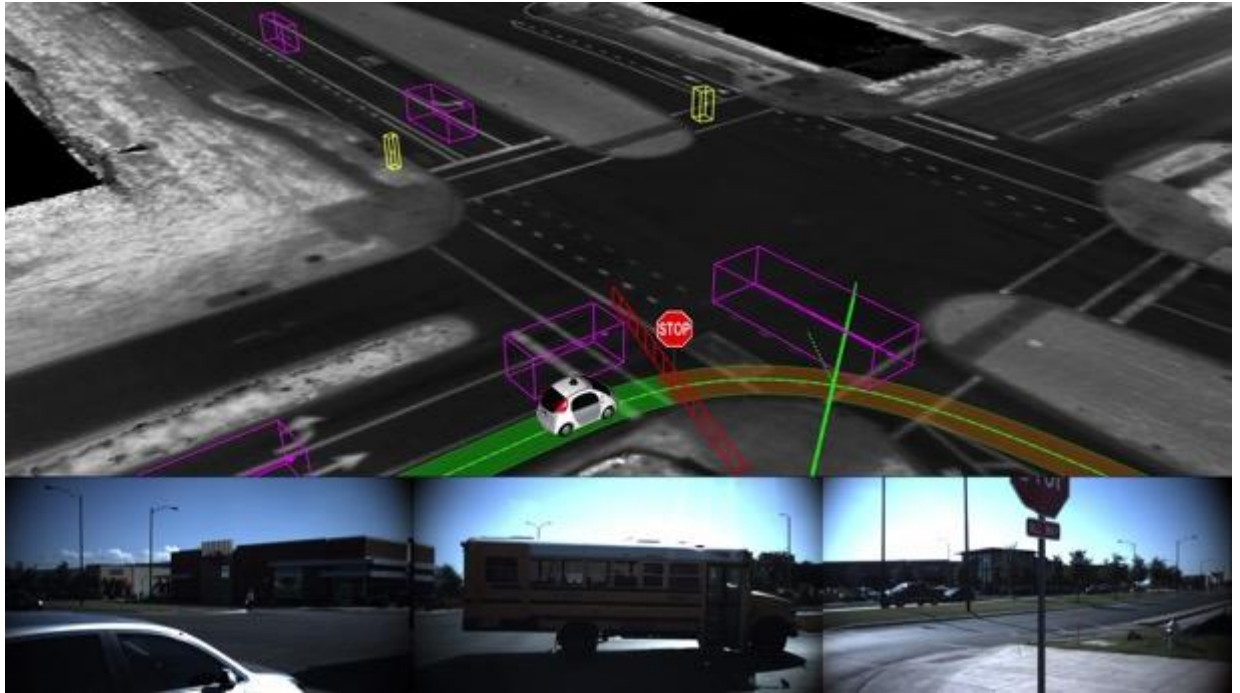
Σήμερα, διατίθενται στην αγορά αυτοκίνητα που ανήκουν στο **Επίπεδο 3**, δηλαδή επιτρέπουν στον οδηγό να μην έχει τα χέρια στο τιμόνι κατά τη διάρκεια μιας διαδρομής. Τέτοια είναι, για παράδειγμα, τα **ηλεκτρικά αυτοκίνητα της Tesla** με το σύστημα **Auto Pilot** (<http://www.tesla.com/autopilot>). Οκτώ κάμερες προσφέρουν ορατότητα 360 μοιρών γύρω από το αυτοκίνητο σε απόσταση έως και 250 μέτρα. Δώδεκα υπερηχητικοί αισθητήρες βοηθούν στην ανίχνευση αντικειμένων σε διπλάσια απόσταση, ενώ ένα ραντάρ προσφέρει επιπρόσθετες πληροφορίες για το γύρω περιβάλλον σε ένα μήκος κύματος που μπορεί να δει μέσα από πυκνή βροχή, ομίχλη, σκόνη, και ακόμα και από το προπορευόμενο όχημα.



Εικόνα 1.5: Άποψη του εσωτερικού και των καμερών ενός Tesla κατά τη διάρκεια διαδρομής με σύστημα Auto Pilot (Tesla Motors, 2016).

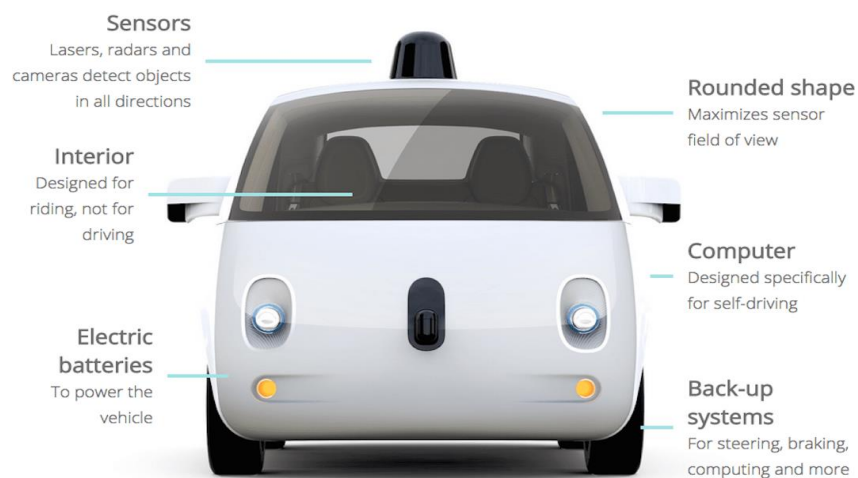
Όλα αυτά τα δεδομένα επεξεργάζονται από τον υπολογιστή του αυτοκινήτου και προσφέρουν μια εικόνα που ο οδηγός από μόνος του δεν θα μπορούσε ποτέ να έχει. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να μπορεί να διεξάγει διαδρομές μικρής ή μεγάλης απόστασης **χωρίς να απαιτούνται περαιτέρω χειρισμοί από τον οδηγό**, εκτός από το να εισέλθει στο όχημα και να εισάγει τον προορισμό. Το Tesla μπορεί να βρει την βέλτιστη διαδρομή, να περιηγηθεί σε αστικές οδούς ακόμα και χωρίς σήμανση λωρίδων, να διαχειριστεί πολύπλοκες διασταυρώσεις με φωτεινούς σηματοδότες, να σταματήσει σε πινακίδες STOP, και να ανταποκριθεί χωρίς πρόβλημα σε οδούς με οχήματα που κινούνται με υψηλή ταχύτητα. Στο τέλος της διαδρομής, ο οδηγός απλά εξέρχεται του οχήματος και το Tesla αναλαμβάνει να βρει ελεύθερη θέση στάθμευσης και να σταθμεύσει από μόνο του.

Αυτοκίνητα του **Επιπέδου 4** λειτουργούν ήδη δοκιμαστικά σε συνθήκες εργαστηρίου αλλά και σε πόλεις με μειωμένη σχετικά κυκλοφοριακή συμφόρηση όπου και δοκιμάζονται καθημερινά με απόλυτη επιτυχία.



Εικόνα 1.6: Πως «βλέπει» τον κόσμο ένα αυτόνομο όχημα Επιπέδου 4 της Google (Google, 2014).

Για παράδειγμα, η **Google** με το **Self-Driving Car Project**, το οποίο από τον Δεκέμβριο του 2016 υφίσταται ως Waymo (<http://waymo.com>), έχει συμπληρώσει πάνω από τρία εκατομμύρια χιλιόμετρα οδήγησης με έναν στόλο **58 ειδικά διαμορφωμένων οχημάτων** στους δρόμους των Ηνωμένων Πολιτειών και παρόλο που έχουν υπάρξει ατυχήματα **κανένα από αυτά** δεν ήταν με υπαιτιότητα του αυτόνομου οχήματος (Google Self-Driving Car Project Monthly Reports, 2016).



Εικόνα 1.7: Google self-driving car diagram

Το αυτοκίνητο της Google, αλλά και γενικότερα οχήματα επιπέδου 4 και 5, βρίσκονται ακόμα σε **δοκιμαστικό στάδιο**. Ακόμα και αν ξεπεραστούν τα ζητήματα της νομοθεσίας είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί με βεβαιότητα η χρονική περίοδος μέσα στην οποία θα διατεθούν στο ευρύ καταναλωτικό κοινό. Η Ford ευελπιστεί να διαθέτει αυτόνομα οχήματα για υπηρεσίες ταξί το 2021 (Sage, 2016), η General Motors το 2020 (Stoll, 2016), η BMW το 2021 (Reese, 2016), και η Nissan το 2020 (Nissan Announces Unprecedented Autonomous Drive Benchmarks, 2013).



Εικόνα 1.8: Το πλήρως αυτόνομο αυτοκίνητο της Google που παραδόθηκε στους δρόμους για δοκιμές τον Δεκέμβριο του 2014. Ανακτήθηκε από <https://waymo.com/ontheroad/>

1.1.4 Πλεονεκτήματα

Ασφάλεια

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το 2015 σημειώθηκαν πάνω από **1.000.000 οδικά ατυχήματα** μόνο στους δρόμους ευρωπαϊκών χωρών, εκ των οποίων τα **26.100 ήταν θανατηφόρα** (European Commission, 2016). Η NHTSA εκτιμά ότι το 94 τοις εκατό των ατυχημάτων οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος (NHTSA, 2015). Γίνεται εύκολα κατανοητό ότι αν εξαιρεθεί ο ανθρώπινος παράγοντας θα υπάρξει σημαντική μείωση στην κύρια αιτία πρόκλησης ατυχημάτων και ως εκ τούτου λιγότεροι θάνατοι στους δρόμους.

Η βελτίωση της ασφάλειας επιφέρει βελτιώσεις και σε άλλους τομείς. Για παράδειγμα, θα εξοικονομηθούν σημαντικά ποσά στον **τομέα της Υγείας** για την φροντίδα ατόμων με αναπηρία ή άλλων τραυματών λόγω οδικών ατυχημάτων. Ταυτόχρονα, θα παρατηρηθεί σημαντική **μείωση στα ασφάλιστρα** των αυτοκινήτων. Η αυτονομία της οδήγησης θα οδηγήσει αναπόφευκτα σε αλλαγή των υποδομών προς όφελος του πεζού και του ποδηλάτη, αφού ενδεχομένως οι δρόμοι θα μπορούν να μικρύνουν και να γίνουν πιο αποδοτικοί. Θα συντελεστεί ριζική αλλαγή στις απαιτήσεις ασφαλείας των αυτοκινήτων, αφού εξαιτίας της μείωσης των ατυχημάτων δεν θα απαιτούνται τα αυστηρά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά ασφαλείας που επιβάλλονται σήμερα. Το εσωτερικό των οχημάτων θα μπορεί να αναδιαμορφωθεί για να υποστηρίξει δραστηριότητες πέραν της οδήγησης.



Εικόνα 1.9: Γενική ιδέα του εσωτερικού αυτόνομου οχήματος από την Apple

Ελευθερία μετακίνησης σε ευπαθείς ομάδες

Με την ευρεία χρήση αυτόνομων οχημάτων θα παρατηρηθεί δραματική αύξηση στη **δυνατότητα προσβασιμότητας ευπαθών ομάδων**. Για παράδειγμα, άτομα με προβλήματα όρασης ή ολική απώλεια όρασης θα μπορούν να μετακινούνται με αυτοκίνητο χωρίς τη βοήθεια άλλων. Ηλικιωμένοι που δεν πληρούν σήμερα προϋποθέσεις για να οδηγήσουν θα έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται και αυτοί χωρίς πρόβλημα. Ακόμα και παιδιά θα είναι εφικτό να μετακινούνται με αυτόνομα οχήματα και να οδηγούνται από και προς το σχολείο ή άλλες δραστηριότητες χωρίς την παρουσία του γονέα. Θα πρέπει, ωστόσο, να υπάρξει μέριμνα ώστε αυτή η ελευθερία μετακίνησης να μην μεταφραστεί σε ανεξέλεγκτη αύξηση των μετακινήσεων που θα οδηγήσει σε αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και της εκπομπής ρύπων.

Ιδιοκτησία

Με την έλευση των αυτόνομων οχημάτων αναμένεται να αλλάξει και το καθεστώς της **ιδιοκτησίας αυτοκινήτων**. Από ένα μέσο που πρωτίστως αντανakλά για πολλούς την κοινωνική τους θέση και αντιπροσωπεύει έναν τρόπο ζωής θα περάσουμε σε μια εποχή που το αυτοκίνητο θα αποτελεί απλά ένα μέσο για τη μετακίνηση από και προς τη δουλειά ή έναν χώρο διασκέδασης. Ως εκ τούτου θα καταστεί εφικτή κάποια είδους συνδρομητική υπηρεσία ενοικίασης αυτοκινήτου, το οποίο ενδεχομένως να λειτουργεί σαν 'ταξί', που θα αντικαταστήσει την παραδοσιακή έννοια ιδιοκτησίας ενός αυτοκινήτου (Υπηρεσίες κοινοχρησίας μετακινήσεων). Τέλος με την είσοδο αυτών των υπηρεσιών στην αγορά δεν θα αλλάξει μόνο το καθεστώς στην ιδιοκτησία των οχημάτων αλλά και στην ιδιοκτησία γης καθώς θέσεις και χώροι παρκινγκ δεν θα έχουν την ίδια ζήτηση.

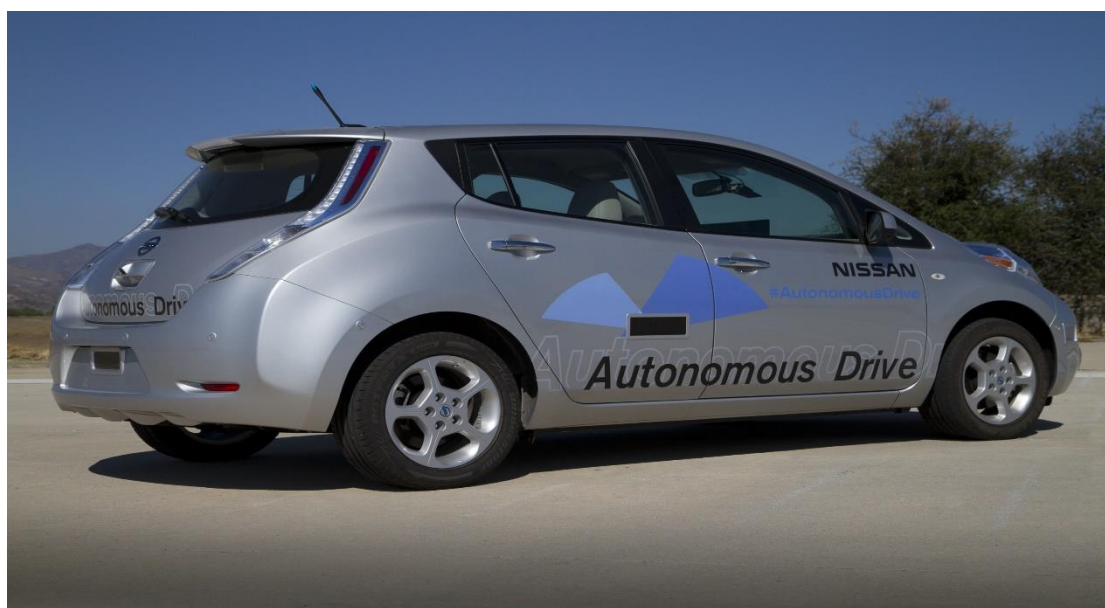
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η αντικατάσταση των σημερινών αυτοκινήτων με αυτόνομα οχήματα θα επιφέρει σημαντική **μείωση ρύπων έως και 95 τοις εκατό** χάριν στην αποδοτικότερη οδήγηση με ελαφρύτερα οχήματα που χρησιμοποιούν **ηλεκτρική ενέργεια** (Brown et al, 2014). Βέβαια, θα πρέπει να συνυπολογιστεί σε αυτό ο ενδεχόμενος πολλαπλασιασμός των μετακινήσεων που αναφέρθηκε και παραπάνω, ο οποίος ίσως αντισταθμίσει κάποια από τα οφέλη αυτά.

Θέσεις στάθμευσης

Το μέσο αυτοκίνητο βρίσκεται περίπου το 96 τοις εκατό του χρόνου σταθμευμένο είτε στο σπίτι είτε αλλού και μόλις το υπόλοιπο 4 τοις εκατό εν κινήσει (Bates et al, 2012). Η λειτουργία των αυτόνομων οχημάτων σαν «ταξί» θα **μειώσει τον χρόνο που αυτά βρίσκονται σταθμευμένα**, μειώνοντας παράλληλα και τον απαιτούμενο χώρο στάθμευσης αλλά και την κυκλοφοριακή συμφόρηση από οδηγούς που πραγματοποιούν περιπορείες ψάχνοντας μια θέση στάθμευσης.

Ακόμα και οι χώροι αυτοί, όμως, θα μπορούν να **βελτιστοποιηθούν κατασκευαστικά** μειώνοντας τις απαραίτητες αποστάσεις ασφαλείας μεταξύ των θέσεων στάθμευσης, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τη συνολική χωρητικότητά τους. Θα ήταν εφικτή ακόμα και η κατασκευή μεγάλων «πάρκων» στάθμευσης έξω από την πόλη, όπου τα αυτοκίνητα θα σταθμεύουν μόνα τους αφού έχουν αφήσει τους επιβάτες στον προορισμό τους, και αυτοί θα το καλούσαν πάλι πίσω μέσω του κινητού τους τηλεφώνου. Με αυτόν τον τρόπο θα ελευθερωθεί πολύτιμος χώρος μέσα στις πόλεις, ο οποίος θα μπορεί να αξιοποιηθεί για άλλους σκοπούς.



Εικόνα 1.10: Αυτόνομο όχημα της NISSAN ανακτήθηκε από <http://energyfuse.org/tag/autonomous-vehicles-tag/>

1.1.5 Ανοικτά ζητήματα

Όπως με κάθε νέα τεχνολογική εξέλιξη υπάρχουν και ορισμένα θέματα που παραμένουν ανοικτά. Στα αυτόνομα οχήματα το πρώτο ζήτημα έχει να κάνει με την **ίδια την τεχνολογία** και το κατά πόσο θα μπορεί να ανταποκριθεί σε οποιεσδήποτε συνθήκες ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα σφάλματος. Το ζήτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, αφού μια μοιραία βλάβη στο σύστημα θα στιγματίσει ενδεχομένως ανεπανόρθωτα την εμπιστοσύνη του κοινού. Παρόλα αυτά οι αυτοκινητοβιομηχανίες δηλώνουν έτοιμες ως προς τη νέα αυτή τεχνολογική εξέλιξη και επιχειρούν ήδη να περάσουν σε φάση δοκιμών. Η Volvo μάλιστα ήδη από το 2015 υποστηρίζει πως έχει έτοιμο το νέο προϊόν και άμεσα στο επόμενο διάστημα θα ξεκινήσει τις δοκιμές.

Στο ίδιο μήκος κύματος θα πρέπει να υπάρξουν διαβεβαιώσεις τόσο σχετικά με την **ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων** και την προστασία του ατομικού απορρήτου, αλλά και για την ίδια την **ασφάλεια του συστήματος** απέναντι σε κακόβουλες επιθέσεις (χάκερς) που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο την ίδια τη ζωή των επιβατών. Σε μια τέτοια περίπτωση που κάτι δεν θα λειτουργήσει σωστά, πρέπει να υπάρχουν επαρκείς λύσεις γρήγορης αποκατάστασης της σωστής λειτουργίας του οχήματος καθώς και ένα ξεκάθαρο νομικό πλαίσιο για το ποιος θα φέρει την ευθύνη (οι κατασκευαστές του αυτοκινήτου ή οι κατασκευαστές του αυτόνομου συστήματος, αν αυτοί είναι διαφορετικοί).

Το δεύτερο μείζον ζήτημα έχει να κάνει με το **κόστος**. Αυτή τη στιγμή τα αυτοκίνητα της Tesla έχουν μια τιμή εκκίνησης πάνω από \$60.000, η οποία είναι απαγορευτική για το ευρύ κοινό, προσφέροντας μια πολύ πρώιμη μορφή αυτόνομης οδήγησης. Η μείωση του κόστους του οχήματος είναι θέμα χρόνου, αλλά το μείζον ζήτημα είναι πότε ακριβώς θα συμβεί αυτό. Σε αυτό το πλαίσιο θα πρέπει να συνυπολογιστεί και το πιθανά **υψηλό κόστος των ανταλλακτικών** και της επισκευής σε περίπτωση βλάβης του συστήματος, αλλά και η αναβάθμιση των οδικών και μη υποδομών με κατάλληλα όργανα που ίσως χρειαστούν για την υποστήριξη της κυκλοφορίας αυτόνομων οχημάτων.

Τέλος, ίσως ο πιο καταλυτικός παράγοντας είναι η **γνώμη του κοινού**. Η πλειοψηφία των κατασκευαστών αυτοκινήτων (Audi, Mercedes, και Volvo μεταξύ άλλων) και ορισμένες εταιρείες τεχνολογίας (Google, Tesla, Uber) εργάζονται σήμερα πάνω στην τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων. Εφόσον λυθούν όλα τα τεχνικά προβλήματα είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί μια εκστρατεία ενημέρωσης του κοινού που θα κατευνάσει τις ανησυχίες του και θα υποστηρίξει τα πλεονεκτήματα που θα προσφέρει στην καθημερινότητα όλων.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ

Με βάση όλα τα προαναφερθέντα, στόχος αυτής της Διπλωματικής Εργασίας είναι η **ανάλυση της επιρροής των αυτόνομων οχημάτων στη συμπεριφορά μετακίνησης**, καθώς και ο προσδιορισμός των βασικότερων παραγόντων που υπεισέρχονται στη συμπεριφορά αυτή. Πιο συγκεκριμένα, θα διερευνηθεί το κατά πόσο οι Έλληνες μετακινούμενοι είναι διατεθειμένοι να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα, το επίπεδο της εμπιστοσύνης τους ως προς τις επιμέρους τεχνολογίες και τις νέες υπηρεσίες κινητικότητας.

Για το σκοπό αυτό θα αναπτυχθούν **μαθηματικά μοντέλα** μέσω των οποίων θα προσδιοριστεί η επιρροή του κόστους, του χρόνου και της ασφάλειας στην επιλογή ενός αυτόνομου. Τελικός στόχος είναι τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν από αυτή τη Διπλωματική Εργασία θα φανούν χρήσιμα σε όλους τους εμπλεκόμενους δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς, ώστε να διαχειριστούν αυτή τη νέα τεχνολογική εξέλιξη με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και με τα βέλτιστα αποτελέσματα.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την επίτευξη του στόχου που αναφέρθηκε παραπάνω ήταν ξεκάθαρο από την αρχή ότι η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για αυτή τη Διπλωματική Εργασία θα πραγματοποιούνταν μέσω **ερωτηματολογίου**, η δομή του οποίου έγινε σε συνεργασία του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του ΕΜΠ με το Πανεπιστημίου του Purdue (ΗΠΑ) στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής.

Για αυτό το σκοπό, διεξήχθη αρχικά μια **σύντομη έρευνα στο Διαδίκτυο** με σκοπό την εμβάθυνση στο ευρύτερο πεδίο των αυτόνομων οχημάτων και των υπηρεσιών κοινοχρησίας μετακινήσεων για την απόκτηση μιας ολοκληρωμένης εικόνας σχετικά με την τεχνολογία και τις τελευταίες εξελίξεις στο χώρο αυτό. Συγκεντρώθηκε, επίσης, επαρκής διεθνής **βιβλιογραφία** με τη μορφή επιστημονικών άρθρων και ερευνών για να γίνει όσο το δυνατόν πιο ακριβής η εκτίμηση των τιμών του χρόνου και του κόστους των υπηρεσιών κοινοχρησίας μετακινήσεων με αυτόνομα οχήματα.

Η έρευνα για τη Διπλωματική Εργασία βασίστηκε στη **μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης** (stated preference). Μέσα από μια σειρά ερωτήσεων καταγράφηκαν οι προτιμήσεις και οι απόψεις των ερωτηθέντων για τις μετακινήσεις και τα αυτόνομα οχήματα γενικότερα. Συμπεριελήφθησαν, επίσης, **εννέα σενάρια** μετακίνησης με τρεις εναλλακτικές προτάσεις. Στο πρώτο σενάριο (Σενάριο 0) οι επιλογές αφορούσαν τις μετακινήσεις του ερωτηθέντα σήμερα και τον καλούσαν να επιλέξει ανάμεσα σε Ι.Χ., Ταξί και Μ.Μ.Μ με μεταβλητές το κόστος και τον χρόνο. Τα υπόλοιπα σενάρια (Σενάρια 1-8) αφορούν την χρονική στιγμή που τα αυτόνομα οχήματα θα έχουν κάνει ήδη την εμφάνιση τους και ο ερωτηθείς καλούνταν να επιλέξει ανάμεσα στο παραδοσιακό του μέσο (επιλογή Σεναρίου 0), σε υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα όπου θα είναι μόνος στο όχημα και σε υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα αλλά δεν θα είναι μόνος στο όχημα με μεταβλητές πάλι τον χρόνο και το κόστος. Συνολικά, συγκεντρώθηκαν **235 ερωτηματολόγια** από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα, τα οποία και κωδικοποιήθηκαν κατάλληλα με σκοπό την στατιστική τους ανάλυση.

Η ανάλυση αυτή πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** (multinomial logistic regression) χρησιμοποιήθηκε για το μέρος των σεναρίων του ερωτηματολογίου, με εξαρτημένη μεταβλητή την επιλογή του μέσου μετακίνησης και ανεξάρτητες μεταβλητές το κόστος, τον χρόνο και ερωτήσεις που αφορούν την ασφάλεια, το περιβάλλον και τον όγκο των μετακινήσεων κατά το προηγούμενο έτος. Επιπρόσθετα, εφαρμόστηκε η **διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (binary logistic regression), με την οποία βρέθηκαν οι μεταβλητές που επηρεάζουν σημαντικά την απόφαση χρήσης ή μη ενός αυτόνομου οχήματος μόλις αυτά γίνουν ευρέως διαθέσιμα.

Με βάση αυτά τα δύο μοντέλα ακολούθησε η διαδικασία της **αξιολόγησης και ερμηνείας** των αποτελεσμάτων, η οποία οδήγησε στην εξαγωγή των **συμπερασμάτων** για το βαθμό επιρροής της εκάστοτε μεταβλητής στην επιλογή του αυτόνομου οχήματος. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιήθηκαν στη **διατύπωση προτάσεων** για την αντιμετώπιση του ζητήματος, αλλά και για τη συνέχιση της έρευνας στο συγκεκριμένο πεδίο.



***Διάγραμμα 1.1.2:** Σχηματική απεικόνιση των σταδίων της διπλωματικής εργασίας*

1.4 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το **πρώτο κεφάλαιο** αποτελεί μια εισαγωγή στην Διπλωματική Εργασία με σκοπό την γνωριμία και εξοικείωση του αναγνώστη στο θέμα της τεχνολογίας των αυτόνομων οχημάτων και των υπηρεσιών κοινοχρησίας μετακινήσεων με αυτόνομα οχήματα. Παρατίθενται οι απαραίτητοι ορισμοί, ο τρόπος λειτουργίας, καθώς και τα αναμενόμενα πλεονεκτήματα και ανησυχίες που προκύπτουν από την υιοθέτησή τους. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο επιδιωκόμενος στόχος της διπλωματικής εργασίας και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, ενώ ολοκληρώνεται με την παρούσα αναφορά στη δομή της διπλωματικής εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** περιλαμβάνεται η παρουσίαση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, η οποία αφορά αφενός παρόμοιες έρευνες καταγραφής της αποδοχής του κοινού για τα αυτόνομα οχήματα και των υπηρεσιών κοινοχρησίας μετακινήσεων και αφετέρου μεθοδολογιών συναφών με αυτή που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα Διπλωματική Εργασία. Τέλος, αναφέρονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών, τα οποία και αξιολογούνται με βάση τη συμβολή τους στο αντικείμενο και τη μεθοδολογία της παρούσας έρευνας.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην Διπλωματική Εργασία και ειδικότερα της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης. Στη συνέχεια πραγματοποιείται μια εκ βάθους ανάλυση των στατιστικών μοντέλων που επιλέχθηκαν για να υποστηρίξουν αυτή τη μεθοδολογία, καθώς και οι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται.

Το ολοκληρωμένο ερωτηματολόγιο, στο οποίο βασίστηκε η Διπλωματική Εργασία, παρουσιάζεται αναλυτικά στο **Παράρτημα Α**, ενώ το σκεπτικό πίσω από την κατασκευή του παρουσιάζεται στο **τέταρτο κεφάλαιο**. Τα αποτελέσματα αυτού του ερωτηματολογίου απεικονίζονται σχηματικά με κατάλληλα διαγράμματα, τα οποία συνοδεύονται από τον απαραίτητο σχολιασμό. Τέλος, περιλαμβάνεται η κωδικοποίηση των στοιχείων του ερωτηματολογίου και η προετοιμασία τους, ώστε να χρησιμοποιηθούν στα στατιστικά προγράμματα.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** αναλύονται τα τελικά μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν από τις δύο στατιστικές μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και τα ενδιάμεσα βήματα που οδήγησαν σε αυτά, όπως η κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων ώστε να είναι συμβατά με το πρόγραμμα SPSS που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση. Μετά από την αξιολόγησή τους παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτά τα μαθηματικά μοντέλα και του ερωτηματολογίου γενικότερα.

Στο **έκτο κεφάλαιο** παρατίθενται συνοπτικά τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας, ενώ παράλληλα τονίζεται η χρησιμότητά τους. Τέλος, παρουσιάζονται προτάσεις που περιλαμβάνουν τον τρόπο αξιοποίησης των αποτελεσμάτων της έρευνας για την περαιτέρω μελέτη του τομέα των αυτόνομων οχημάτων.

Στο τέλος της παρούσας διπλωματικής εργασίας κεφάλαιο παρατίθενται οι **βιβλιογραφικές αναφορές**, η παρουσίαση των οποίων συμβαδίζει με όλα τα διεθνή πρότυπα, και τα **παραρτήματα**.

2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται ανασκόπηση της τρέχουσας βιβλιογραφίας για έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για τα αυτόνομα οχήματα (AVs) και κάθε δημοσίευσης τέτοιων πειραματικών μελετών συμπεριφοράς που μέχρι σήμερα έχει ληφθεί υπόψη. Επιπλέον, παρουσιάζεται ανασκόπηση μελετών για αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας (SAVs) εξετάζοντας αυτόν τον εναλλακτικό τρόπο μεταφοράς ώστε να βελτιωθεί η κοινόχρηστη κινητικότητα κυρίως σε αστικές περιοχές και να ερευνήσει την οικονομική βιωσιμότητα, τις διάφορες επιπτώσεις (ενεργειακές, περιβαλλοντολογικές, οικονομικές κτλ.) που ενδέχεται να πηγάζουν από την χρήση του και την βελτιστοποίηση του στόλου του εφαρμόζοντας διαφορετικά σχέδια τιμολόγησης. Τέλος, αυτό το Κεφάλαιο κάνει ανασκόπηση σε μελέτες στα θεωρητικά μοντέλα υιοθέτησης και εξάπλωσης των νεο-αναπτυσσόμενων τεχνολογιών.

2.1 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας για Μελέτες σε (AVs)

Η πλειοψηφία των μελετών περιλαμβάνει ερωτήσεις για το Επίπεδο 5 ων πλήρως αυτοδηγούμενων αυτόνομων οχημάτων, όπως ορίζεται από τον NHTSA (NHTSA, 2016 – ενημερωμένο με SAE επίπεδα) – «*το όχημα που είναι σχεδιασμένο να εκτελεί όλες τις ασφαλείς λειτουργίες οδήγησης και να παρακολουθεί τις συνθήκες του δρόμου για όλη την διαδρομή ενός ταξιδιού. Ένας τέτοιος σχεδιασμός προβλέπει ότι ο οδηγός θα παρέχει τα δεδομένα του προορισμού ή της πλοήγησης, αλλά δεν αναμένεται να είναι διαθέσιμος για έλεγχο καμία στιγμή κατά τη διάρκεια της διαδρομής. Αυτό περιλαμβάνει και οχήματα που έχουν επιβάτες και αυτά που δεν έχουν επιβάτες*». Επιπλέον, κάποιες μελέτες περιλαμβάνουν ερωτήσεις για το Επίπεδο 4 περιορισμένων αυτοδηγούμενων αυτόνομων οχημάτων, όπως ορίζεται από τον NHTSA – «*οχήματα σε αυτό το επίπεδο αυτονομίας δίνουν την δυνατότητα στον οδηγό να παραχωρήσει τον πλήρη έλεγχο όλων το λειτουργιών ασφάλειας κάτω από ορισμένες συνθήκες της κίνησης ή του περιβάλλοντος και υπό αυτές τις συνθήκες να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο όχημα να παρακολουθεί για αλλαγές σε αυτές τις συνθήκες απαιτώντας την μετάβαση του ελέγχου πίσω στον οδηγό. Ο οδηγός αναμένεται να είναι διαθέσιμος για περιστασιακό έλεγχο, αλλά με επαρκώς άνετο χρόνο για την μετάβαση.*»

Ο Πίνακας 1 παρέχει επισκόπηση των μελετών για τα AV και για τις αντίστοιχες έρευνες που γίνεται ανασκόπηση ως μέρος αυτού του Κεφαλαίου. Πληροφορίες παρέχονται για κάθε μελέτη για την περίοδο της έρευνας (χρονολογία που πραγματοποιήθηκε η έρευνα), έτος δημοσίευσης, τόπος που διανεμήθηκε η έρευνα, πληθυσμιακός στόχος, αριθμός ανταποκρίσεων, και μέθοδος διανομής. Όπως παρατηρείται στον Πίνακα 1, κάποιες έρευνες έχουν ως στόχο το γενικό πληθυσμό μιας περιοχής, χώρας ή ακόμα και χώρες, άλλες είχαν στόχο ορισμένες ομάδες ανθρώπων (για παράδειγμα, οδηγούς), ενώ άλλες έρευνες περιλάμβαναν εστιασμένες ομάδες ειδικών στις μεταφορές.

Συγγραφείς	Έτος	Περίοδος Μελέτης	Τοποθεσία	Πληθυσμιακός Στόχος	Μέθοδος Διανομής	Αριθμός Απαντήσεων
Bansal et al.	2016	2014	Ωστιν, Τέξας	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	347
Bansal & Kockelman	2016	2016	Η.Π.Α.	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	2,167
Begg	2014	2012	Λονδίνο, Η.Β.	ειδικοί στη μεταφορά	διαδικτυακή έρευνα	3500
Brown et al.	2014	2014	19 χώρες	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	23,000
Casley et al.	2013	2013	Worcester, MA	Φοιτητές και άτομα άνω των 60 ετών	διαδικτυακή έρευνα	107
Continental	2015	2015	Η.Π.Α., Γερμανία, Ιαπωνία, Κίνα	Ιδιοκτήτες οχημάτων, ειδικοί στη μεταφορά	ειδικές ομάδες, διαδικτυακή έρευνα	4,100
Daziano et al.	2017	2014	Η.Π.Α.	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	1,260
Haboucha et al.	2017	2014	Ισραήλ Η.Π.Α., Καναδάς	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	721
Hohenberger et al.	2016	2014	Γερμανία	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	1,603
Howard & Dai	2014	2013	Berkeley, Καλιφόρνια	γενικός πληθυσμός	έντυπη έρευνα (έρευνα & βίντεο)	107
Ipsos Mori	2014	2014	Η.Β.	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	1,000
Krueger et al.	2016	2015	Αυστραλία	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	435
Kyriakidis et al.	2015	2014	109 χώρες	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	4,886
Payre et al.	2014	2013	Γαλλία	γενικός πληθυσμός	συνέντευξη, έντυπη έρευνα, διαδικτυακή έρευνα	347
Power (a)	2012	2012	Η.Π.Α.	ιδιοκτήτες οχημάτων	διαδικτυακή έρευνα	17,400
Power (b)	2013	2013	Η.Π.Α.	ιδιοκτήτες οχημάτων	διαδικτυακή έρευνα	>15,000
Schoettle & Sivak (a)	2014	2014	Η.Π.Α., Η.Β., Καναδάς	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	1,596
Schoettle & Sivak (b)	2014	2014	Η.Π.Α., Η.Β., Καναδάς	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	1533
Seapine Software	2014	2014	Η.Π.Α.	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	2038
Shin et al.	2015	2012	Νότια Κορέα	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	675

Συγγραφείς	Έτος	Περίοδος Μελέτης	Τοποθεσία	Πληθυσμιακός Στόχος	Μέθοδος Διανομής	Αριθμός Απαντήσεων
Silberg et al.	2013	2012-2013	Καλιφόρνια, Ιλινόις, Νιού Τζέρσεϊ	ιδιοκτήτες οχημάτων	10 ειδικές ομάδες	32
Underwood et al.	2014	2014	Η.Π.Α.	ειδικοί στη μεταφορά	διαδικτυακή έρευνα	217
Vallet	2013	2013	Η.Π.Α.	ιδιοκτήτες οχημάτων	διαδικτυακή έρευνα	2000
Young	2014	2014	Η.Π.Α.	ιδιοκτήτες οχημάτων	Διαδικτυακή-συμπληρωματική έρευνα	15,171
Zmud et al.	2016	2015	Ώστιν , Τέξας	γενικός πληθυσμός	διαδικτυακή έρευνα	556

Ο Πίνακας 2 παρέχει μια σύνοψη του σκοπού των ερευνών για AV και τη μεθοδολογία που υιοθετήθηκε για κάθε μελέτη. Συγκεκριμένα, πάνω από τις μισές των ανασκοπησθέντων ερευνών μόνο, ανέφεραν μια περιγραφική ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας. Οι υπόλοιπες έρευνες πραγματοποίησαν κάποιο είδος οικονομετρικής ανάλυσης όπως multinomial logit models.

Συγγραφής	Έτος	Σκοπός της Έρευνας	Μεθοδολογία
Bansal et al. (a)	2016	- Εκτίμηση της κατά μέσο όρο προθυμίας να πληρώσουν για πλήρως ή μερικώς αυτόνομων οχημάτων. - Εκτίμηση ρυθμών υιοθέτησης αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας χρησιμοποιώντας διαφορετικά σενάρια τιμολόγησης.	Multivariate ordered probit models.
Bansal & Kockelman (b)	2016	- Την ανάπτυξη ενός πλαισίου να προβλεφθούν τα επίπεδα μακροπρόθεσμης υιοθέτησης των συνδεδεμένων και αυτόνομων οχημάτων - Εκτίμηση ρυθμών υιοθέτησης αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας χρησιμοποιώντας διαφορετικά σενάρια τιμολόγησης.	- Multinomial logit models να καθορίσουν τις πιθανότητες των ετήσιων αποφάσεων για αγορά, πώληση ή αντικατάσταση οχήματος. - Διαφορετικά σενάρια προσομοίωσης για μακροπρόθεσμη υιοθέτηση.

Συγγραφέας	Έτος	Σκοπός της Έρευνας	Μεθοδολογία
Begg	2014	Κατανόηση των προσδοκιών και ανησυχιών για τα οχήματα προηγμένης τεχνολογίας στο Λονδίνο, Η.Β.	Περιγραφική ανάλυση.
Brown et al.	2014	Κατανόηση των προτιμήσεων των ανθρώπων στα αυτόνομα οχήματα σε διαφορετικές αγορές σε όλο το κόσμο	Περιγραφική ανάλυση.
Casley et al.	2013	Αναγνώριση βασικών επιρροών που ίσως επιδράσουν στην ελκυστικότητα των αυτόνομων οχημάτων (σε σχέση με το κόστος, την ασφάλεια, τη νομοθεσία, την παραγωγικότητα, την αποδοτικότητα και το περιβάλλον).	- Περιγραφική ανάλυση - Παραγωγική ανάλυση να εξετάσουν έξι ερευνητικές υποθέσεις.
Continental	2015	Κατανόηση της αποδοχής των αυτόνομων οχημάτων σε διαφορετικές χώρες και εάν η τεχνολογία είναι ευπρόσδεκτη.	Περιγραφική ανάλυση.
Daziano et al.	2017	Εκτίμηση για την προθυμία πληρωμής για πλήρως ή μερικώς αυτόνομων οχημάτων.	- Conditional logit models. - Parametric and semi-parametric logit models.
Haboucha et al.	2017	- Κατανόηση των κινήτρων για την πρόθεση χρήσης αυτόνομων οχημάτων - Εκτίμηση μακροπρόθεσμων επιλογών των τρόπων αποφάσεων.	- Confirmatory factor analysis. - Logit Kernel model with panel effects.
Hohenberger et al.	2016	- Εκτίμηση για την προθυμία στη χρήση των αυτόνομων οχημάτων. - Αναγνώριση πιθανών διαφορών μεταξύ φύλων και ηλικιακών ομάδων.	- Conceptual moderated mediation model. - Ordinary least squares.
Howard & Dai	2014	Διερεύνηση των στάσεων των ανθρώπων προς τα αυτόνομα οχήματα.	Περιγραφική ανάλυση.
Ipsos Mori	2014	- Διερεύνηση της επίγνωσης και των στάσεων προς τα αυτόνομα οχήματα. - Αντιλήψης των πιθανών ανησυχιών και ωφελών.	Περιγραφική ανάλυση.
Krueger et al.	2016	- Αναγνώριση των χαρακτηριστικών των πιθανών χρηστών που ίσως υιοθετήσουν τη χρήση των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας. - Εκμαίευση προθυμίας για πληρωμή για χαρακτηριστικά υπηρεσιών (χρόνος διαδρομής, χρόνος αναμονής και κόμιστρα).	Mixed logit model.
Kyriakidis et al.	2015	Εξέταση αποδοχής, ρίσκα και προθυμία για πληρωμή χρηστών για πλήρως και μερικώς αυτόνομων οχημάτων σε διαφορετικές χώρες.	Περιγραφική ανάλυση.

Συγγραφέας	Έτος	Σκοπός της Έρευνας	Μεθοδολογία
Payre et al.	2014	- Διερεύνηση του σε ποιο βαθμό οι οδηγοί είναι πρόθυμοι να δεχτούν τη χρήση των αυτόνομων οχημάτων. - Διερεύνηση και σύνδεση συμπεριφορών με την πρόθεση χρήσης αυτόνομων οχημάτων.	- Επιβεβαιωτική ανάλυση παραγόντων. - Ιεραρχική γραμμική παλινδρόμηση
Power (a)	2012	Εκτίμηση προθυμίας πληρωμής για αυτόνομα οχήματα.	Περιγραφική ανάλυση.
Power (b)	2013	Εκτίμηση προθυμίας πληρωμής για αυτόνομα οχήματα.	Περιγραφική ανάλυση.
Schoettle & Sivak (a)	2014	Διερεύνηση της κοινής γνώμης προς τις αναδυόμενες τεχνολογίες σε διαφορετικές χώρες.	Περιγραφική ανάλυση.
Schoettle & Sivak (b)	2014	- Κατανόηση των αντιλήψεων περί των αυτόνομων οχημάτων σε διαφορετικές χώρες. - Εκτίμηση προθυμίας πληρωμής για αυτόνομα οχήματα..	Περιγραφική ανάλυση.
Seapine Software	2014	Εξέταση ανησυχιών περί της εμφάνισης των αυτόνομων οχημάτων.	Περιγραφική ανάλυση
Shin et al.	2015	Διερεύνηση των προτιμήσεων των καταναλωτών για εναλλακτικές μορφές καυσίμων των οχημάτων προηγμένων τεχνολογιών.	- Multiple discrete-continuous probit model of vehicle type choice. - Multinomial probit model of smart vehicle choice and option valuation.
Silberg et al.	2013	Διερεύνηση της απόφασης για αγορά αυτόνομων οχημάτων.	Περιγραφική ανάλυση.
Underwood et al.	2014	- Διερεύνηση της γνώμης των ανθρώπων για την μελλοντική εμφάνιση των αυτόνομων οχημάτων. - Αναγνώριση αλλαγών στην έρευνα και την πολιτική των αυτόνομων οχημάτων.	Περιγραφική ανάλυση.
Vallet	2013	Διερεύνηση της προθυμίας για αγορά αυτόνομων οχημάτων.	Περιγραφική ανάλυση.
Young	2014	Εκτίμηση προθυμίας να πληρώσουν για αυτόνομα οχήματα.	Περιγραφική ανάλυση.
Zmud et al.	2016	- Διερεύνηση της προθυμίας χρήσης αυτόνομων οχημάτων και οι παράγοντες που σχετίζονται με αυτό. - Διερεύνηση πιθανών ωφελών και ανησυχιών για τα αυτόνομα οχήματα.	Περιγραφική ανάλυση.

Κάθε πειραματική μελέτη συμπεριφοράς για τα AVs είχε διαφορετικό σκοπό, περιλάμβανε διαφορετικές κατηγορίες ερωτήσεων που στόχευαν σε διαφορετικό δείγμα (γενικού πληθυσμού ή ειδικούς στην μεταφορά) σε διαφορετικές χώρες. Επομένως, οι πειραματικές μελέτες συμπεριφοράς ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες βασισμένες στο σκοπό της μελέτης. Οι κατηγορίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι μελέτες για: α) την διαδικασία της υιοθέτησης των αυτόνομων οχημάτων, β) την πιθανότητα της υιοθέτησης αυτόνομων οχημάτων, γ) οι αντιλήψεις των διαφόρων πλευρών της τεχνολογίας και της λειτουργίας των αυτόνομων οχημάτων, δ) το επίπεδο επίγνωσης και οι γενικές στάσεις για τα αυτόνομα οχήματα, ε) τους προτιμώμενους τρόπους λειτουργίας των αυτόνομων οχημάτων, ζ) χαρακτηριστικά συμπεριφοράς και αντίληψης για τα αυτόνομα οχήματα, η) την προθυμία να πληρώσουν για πλήρως αυτόνομα οχήματα και θ) τα αντιληπτά οφέλη των αυτόνομων οχημάτων. Ο Πίνακας 3 παρέχει πληροφορίες για την ταξινόμηση κατά στόχο της μελέτης όλων των μελετών που γίνεται ανασκόπηση.

Συγγραφείς	Έτος	Διαδικασία υιοθέτησης των Avs	Πιθανότητα υιοθέτησης των Avs	Αντίληψη τεχνολογιών και λειτουργιών	Επίπεδο επίγνωσης και συμπεριφορές για τα Avs	Προτιμώμενοι τροποί λειτουργίας των Avs	Χαρακτηριστικά συμπεριφορών και αντιλήψεων	Προθυμία να πληρώσουν για τα AVs	Αντιληπτά οφέλη/ανησυχίες των AVs
Bansal et al. (a)	2016			x			x	x	x
Bansal & Kockelman (b)	2016			x			x	x	
Begg	2014	x	x						
Brown et al.	2014						x		
Casley et al.	2013			x			x		x
Continental	2015	x	x						x
Daziano et al.	2017							x	x
Haboucha et al.	2017				x	x	x		
Hohenberger et al.	2016				x		x		
Howard & Dai	2014			x			x	x	x
Ipsos Mori	2014						x		
Krueger et al.	2016				x	x	x		

Συγγραφείς	Έτος	Διαδικασία υιοθέτησης των AVs	Πιθανότητα υιοθέτησης των AVs	Αντήληψη τεχνολογιών και λειτουργιών	Επίπεδο επιγνώσης και συμπεριφορές γαι τα AVs	Προτιμώμενοι τρλοποι λειτουργίας των AVs	Χαρακτηριστικά συμπεριφορών και αντλήσεων	Προθυμία να πλήρωςουν για τα AVs	Αντιληπτά οφέλη/ανησυχίες των AVs
Kyriakidis et al.	2015			x	x		x	x	
Payre et al.	2014				x	x	x	x	
Power (a)	2012				x	x	x	x	
Power (b)	2013				x	x	x	x	
Schoettle & Sivak (a)	2014			x	x		x	x	x
Schoettle & Sivak (b)	2014			x	x		x	x	x
Seapine Software	2014			x					x
Shin et al.	2015			x				x	
Silberg et al.	2013	x	x						
Underwood et al.	2014	x	x						
Vallet	2013	x	x						x
Young	2014				x	x	x	x	
Zmud et al.	2016				x		x		x

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει μελέτες για την διαδικασία της υιοθέτησης των αυτόνομων οχημάτων, όπου διαφορετικά σενάρια για υιοθέτηση και διείσδυση στην αγορά παρουσιάζονταν στους συμμετέχοντες. Για παράδειγμα, οι Silberg κ.α. (2013) πραγματοποίησαν μια έρευνα που είχε στοχευμένες ομάδες στην Καλιφόρνια, στο Νιου Τζέρζεϊ και στο Ιλινόις ζητώντας την γνώμη τους για τα αυτόνομα οχήματα αναπτύσσοντας διαφορετικά σενάρια και επιχειρηματικά μοντέλα για την διάχυση των αυτόνομων οχημάτων στα συστήματα μεταφοράς. Βρέθηκε ότι οι ερωτηθέντες ενδιαφερόντουσαν περισσότερο όταν τους παρείχαν κίνητρα όπως καθορισμένες λωρίδες για αυτόνομα οχήματα. Επιπλέον, τα άτομα που είναι μεγαλύτερα των 60 ετών και τα άτομα μεταξύ 18 και 25 ετών δήλωσαν την μεγαλύτερη προθυμία να πληρώσουν. Επίσης, σύμφωνα με την τεχνική αναφορά από τον Vallet (2013), περισσότεροι από τους μισούς ερωτηθέντες ενδιαφερόντουσαν να αγοράσουν ένα αυτόνομο όχημα και επίσης, περίπου 25% των ερωτηθέντων θα επιτρέπανε στα παιδιά τους να χρησιμοποιήσουν ένα.

Στη δεύτερη κατηγορία, ο Begg κ.α. (2014) πραγματοποίησαν μια έρευνα για την πιθανότητα υιοθέτησης αυτόνομων οχημάτων με στόχο ένα

αντιπροσωπευτικό δείγμα ειδικών στη μεταφορά στο Λονδίνο, Η.Β. για να εξακριβώσουν την αντίληψη τους στο εάν και πόσο σύντομα οι ερωτηθέντες θα περίμεναν τα αυτόνομα οχήματα να γίνουν πραγματικότητα. Στην έρευνα 35% των ερωτηθέντων δήλωσαν ότι το Επίπεδο 4 των αυτόνομων οχημάτων θα ήταν στους δρόμους του Η.Β. έως το 2025, περίπου 28% δήλωσαν ότι το Επίπεδο 5 των αυτόνομων οχημάτων θα ήταν στους δημόσιους δρόμους έως το 2040, και σχεδόν 25% δήλωσαν ότι η ασφάλεια στους δρόμους θα βελτιωνόταν με την εφαρμογή των αυτόνομων οχημάτων.

Επίσης, μια μελέτη που περιλαμβάνεται στην κατηγορία των αντιλήψεων των διαφόρων πλευρών της τεχνολογίας και της λειτουργίας των αυτόνομων οχημάτων (τρίτη κατηγορία) πραγματοποίησε μια διαδικτυακή έρευνα με 1533 ερωτηθέντες στο Η.Β., στις Η.Π.Α. και την Αυστραλία (Schoettle κ.α., 2014). Αυτή η μελέτη ερευνήσε την εξοικείωση των ερωτηθέντων με τα αυτόνομα οχήματα, τα οφέλη και τις ανησυχίες με την εμφάνιση των αυτόνομων οχημάτων, το ενδιαφέρον να κατέχουν ένα, και η προθυμία να πληρώσουν. Βρέθηκε ότι το 66% των ερωτηθέντων ήταν ενήμεροι για τα αυτόνομα οχήματα πριν την έρευνα, 72% περίμεναν αυξήσεις στην οικονομία των καυσίμων, 43% περίμεναν αυξήσεις στην εξοικονόμηση χρόνου διαδρομής και πάνω από τους μισούς ερωτηθέντες δεν θέλανε να πληρώσουν περισσότερα για τις προηγμένες τεχνολογίες και στοιχεία εγκατεστημένα σε αυτόνομα οχήματα. Επιπλέον, σύμφωνα με την έρευνα Seapine Software, βρέθηκε ότι περίπου 88% των ερωτηθέντων ανησυχούσε για να χρησιμοποιήσει τα AVs, 72% ανησυχούσε για βλάβες στον εξοπλισμό, 59% ανησυχούσε για θέματα ευθύνης και 52% για θέματα ηλεκτρονικής πειρατείας «hacking».

Στρεφόμενοι προς το επίπεδο επίγνωσης και τις γενικές τάσεις για τα αυτόνομα οχήματα, ο Kyriakidis κ.α. (2015) πραγματοποίησαν μια έρευνα με 4886 άτομα σε 109 χώρες χρησιμοποιώντας μια crowd-sourcing διαδικτυακή έρευνα. Αυτή ή έρευνα διερεύνησε τη δυνατότητα αποδοχής, τις ανησυχίες και την προθυμία να πληρώσουν για όλα τα επίπεδα των αυτόνομων οχημάτων. Συμπέραναν ότι οι ερωτηθέντες με περισσότερα μίλια διαδρομής σε οχήματα (VMT) και εκείνοι οι οποίοι χρησιμοποιούσαν ταχυστάτη στα προσωπικά τους οχήματα ήταν πιθανόν να πληρώσουν περισσότερα για ένα αυτόνομο όχημα. Επίσης, 20% των ερωτηθέντων δήλωσαν ότι θα ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν \$7000 περισσότερα για ένα Επίπεδο 5 πλήρως αυτόνομο όχημα και 69% δήλωσε ότι τα αυτόνομα οχήματα θα μπορούσαν να κερδίσουν περίπου το 50% μερίδιο της αγοράς έως το 2050.

Παρομοίως, στην κατηγορία προτιμώμενων τρόπων λειτουργίας των αυτόνομων οχημάτων, μια έρευνα πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας διαδικτυακό εργαλείο στην Γαλλία. 421 οδηγοί ρωτήθηκαν για τη στάση τους και μια a priori προσβασιμότητα στα αυτόνομα οχήματα, καθώς και την πρόθεσή τους να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα εστιάζοντας στο Επίπεδο 5 πλήρως αυτόνομων οχημάτων χρησιμοποιώντας ένα σύστημα βαθμολόγησης (Payre κ.α., 2014). Βρέθηκε ότι 68% των ερωτηθέντων βαθμολογήθηκαν με πάνω από 4 στα 7 σε ότι αφορά την δυνατότητα αποδοχής των αυτόνομων οχημάτων και επίσης ότι τα μεγαλύτερα άτομα ήταν λιγότερο πιθανόν να πληρώσουν για τέτοιες τεχνολογίες ενώ έδειχναν περισσότερη αποδοχή προς αυτά. Όπως βρέθηκε στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Haboucha κ.α. (2017), τα μεγαλύτερα άτομα τείνουν να προτιμούν ιδιωτικά οχήματα παρά αυτόνομα οχήματα. Βρέθηκε ότι οι άνδρες στο Ισραήλ τείνουν να προτιμούν περισσότερο τα αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας παρά

τα ιδιωτικά οχήματα ή τα ιδιωτικά αυτόνομα οχήματα. Ομοίως, τα άτομα με υψηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης από τους άλλους έχουν μια τάση προς τα αυτόνομα οχήματα παρά προς τα ιδιωτικά οχήματα.

Επιπλέον, μια έρευνα που περιλαμβάνεται στην κατηγορία των χαρακτηριστικών συμπεριφοράς και αντίληψης των αυτόνομων οχημάτων πραγματοποίησε μια μελέτη υπό την μορφή συνέντευξης με στόχο φοιτητές, ενώ για τους μεγαλύτερους συμμετέχοντες, ένα διαδικτυακό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε να ζητήσει τη γνώμη των ατόμων αυτών για τα αυτόνομα οχήματα (Casley κ.α., 2013). Στο σύνολο αποκτήθηκαν 467 ανταποκρίσεις αφορώντας τα σημαντικά στοιχεία για να καθορίσει το πόσο επιθυμητά είναι τα αυτόνομα οχήματα και βρέθηκε ότι η ασφάλεια επηρέασε την απόφαση των ατόμων κατά 82%, τα νομικά ρυθμιστικά/θέματα κατά 12%, και το κόστος κατά 7%. Είναι ενδιαφέρον ότι το 58% των ανταποκριθέντων δεν ήταν εξοικειωμένοι με την ισχύουσα νομοθεσία που αφορά στη δοκιμή και τη λειτουργία των αυτόνομων οχημάτων. Επιπλέον, ο Ipsos MORI (2014) δείχνει ότι οι νέοι άνθρωποι είναι πιο πιθανόν να υιοθετήσουν αυτές τις νέες τεχνολογίες ή τα άτομα που ζουν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές όπως τις μητροπολιτικές περιοχές. Σύμφωνα με τους Hohenberger κ.α. (2016), βρέθηκε ότι το συναίσθημα και η συναισθηματική αντίδραση προς τα αυτόνομα οχήματα δείχνουν διαφορές μεταξύ των φύλων για την προθυμία να χρησιμοποιήσουν αυτόνομα οχήματα. Ειδικά, βρέθηκε ότι οι άντρες ήταν πιο πιθανόν να αναμένουν ευχαρίστηση και όχι άγχος που σχετίζεται με τη προθυμία να χρησιμοποιήσουν αυτόνομα οχήματα.

Στρεφόμενοι προς τις μελέτες για την προθυμία να πληρώσουν για αυτόνομα οχήματα, Bansal κ.α. (2016^a) πραγματοποίησαν μια έρευνα στο Ώστιν, Τέξας όπου τα άτομα δήλωναν ότι ήταν πρόθυμα να πληρώσουν περίπου \$7000 παραπάνω κατά μέσο όρο για ένα Επίπεδο 5 αυτόνομο όχημα και περίπου \$3300 παραπάνω για ένα Επίπεδο 4 αυτόνομο όχημα. Επίσης, όπως αναφέρθηκε στη μελέτη του Daziano κ.α. (2017), το μέσο νοικοκυριό στις Η.Π.Α. ήταν πρόθυμο να πληρώσει \$3500 για μερική αυτονομία και περίπου \$4900 για πλήρη αυτονομία.

Στην τελευταία κατηγορία των αντιληπτών ωφελειών των αυτόνομων οχημάτων, ο Schoettle κ.α. (2014b) πραγματοποίησαν μια διαδικτυακή έρευνα στο Η.Β, τις Η.Π.Α. και την Αυστραλία σε σύνολο 1596 ερωτηθέντων που περιλάμβανε ερωτήσεις για την γνώμη των ατόμων σε ότι αφορά τις τεχνολογίες των συνδεδεμένων-οχημάτων. Βρέθηκε ότι μόνο το 25% των ερωτηθέντων ήταν ενήμεροι για τα αυτόνομα οχήματα πριν την έρευνα, 86% περίμεναν λιγότερα ατυχήματα, 61% περιμέναν λιγότερη απόσπαση προσοχής για τον οδηγό, και 84% των ερωτηθέντων πίστευαν ότι η ασφάλεια ήταν το πιο σημαντικό όφελος. Επίσης, όπως αναφέρθηκε στη Μελέτη Continental Mobility (2015), βρέθηκε ότι το 60% των ερωτηθέντων αναμενόταν να χρησιμοποιήσουν το αυτόνομο όχημα σε στρεσογόνα σενάρια οδήγησης και πάνω από τους μισούς πίστευαν ότι οι συγκρούσεις μπορούν να αποφευχθούν με την εμφάνιση των αυτόνομων οχημάτων. Ο Howard κ.α. (2014) βρήκαν ότι το 75% των ερωτηθέντων δήλωσαν ότι η ασφάλεια ήταν το πιο ελκυστικό στοιχείο των αυτόνομων οχημάτων. Αντίστοιχα, περίπου 70% και 69% των ερωτηθέντων ανέφεραν ότι θέματα ευθύνης και κόστος αγοράς είναι τα λιγότερο ελκυστικά στοιχεία των αυτόνομων οχημάτων.

2.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση των Μελέτων για τα Αυτόνομα Οχήματα Κοινοχρησίας (SAVs)

Ο Πίνακας 4 παρέχει μια περίληψη των στόχων και τις μεθοδολογίες που υιοθετήθηκαν σε κάθε μελέτη για τα αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας. Ένα μεγάλο ποσοστό αυτών των μελετών περιέχουν έρευνες ειδικών περιστάσεων συστημάτων κοινοχρησίας αυτόνομων ταξί εφαρμοσμένες κυρίως στις Η.Π.Α. Παραπάνω από τις μισές από τις μελέτες στις οποίες έγινε ανασκόπηση πραγματοποιήσαν διάφορα σενάρια προσομοίωσης χρησιμοποιώντας μοντέλα βασισμένα σε αντιπροσώπους για να πετύχουν το σκοπό της μελέτης. Επιπλέον, κάποιες μελέτες χρησιμοποίησαν τεχνικές βελτιστοποίησης κατάρτισης υποδείγματος με σκοπό τη μεγιστοποίηση του κέρδους, βελτιστοποίηση του στόλου ή ελαχιστοποίηση των μιλίων διαδρομών των οχημάτων από τους χρήστες αυτών των υπηρεσιών.

Συγγραφείς	Έτος	Σκοπός της Έρευνας	Μεθοδολογία
Agatz et al.	2011	Διερεύνηση της τεχνολογίας του smartphone και εάν μπορεί να βελτιώσει το dynamic ride-sharing στην Ατλάντα, Τζώρτζα	- Μοντέλο προσομείωσης χρησιμοποιώντας δεδομένα ζήτησης μετακίνησης - Μοντέλο βελτιστοποίησης να ελαχιστοποιηθούν τα συνολικά μίλια διαδρομής από χρήστες του συστήματος
Anderson et al.	2014	Κατανόηση των τρέχοντων πρακτικών για αυτόνομα οχήματα και αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας στις Η.Π.Α. και την παροχή καθοδήγησης για αυτούς που χαράζουν πολιτικές	Συζήτηση επί των πιθανών μηχανισμών και τα οφέλη των αναδυόμενων τεχνολογιών
Burns et al.	2013	Εκτίμηση για το εάν αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας μπορούν να παρέχουν καλύτερη κινητικότητα με λιγότερο κόστος στο Ανν Αρμπορ του Μίσιγκαν	- Σενάρια προσομείωσης χρησιμοποιώντας δεδομένα από το 2009 National Household Travel Survey - Σύγκριση των εκτιμήσεων κόστους μεταξύ αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας και ιδιωτικών οχημάτων
Chan & Shaheen	2012	Κατανόηση των επιπτώσεων της κοινοχρησίας στην υποδομή, στην συμφόρηση και την ενέργεια και το περιβάλλον	Έγγραφο εργασίας για τον καθορισμό των καλύτερων πρακτικών

Συγγραφείς	Έτος	Σκοπός της Έρευνας	Μεθοδολογία
Chen et al.	2016	Διερεύνηση των συνεπειών στο στόλο των ηλεκτρικών αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας (SAEV)	Σενάρια προσομείωσης χρησιμοποιώντας agent-based model για να εξεταστεί η απόδοση και η αποδοτικότητα του στόλου χρησιμοποιώντας διαφορετικά σχήματα τιμολόγησης
CityMobil2	2016	Βασικά ευρήματα από έργο μεγάλης κλίμακας παρουσιάζοντας αυτοματοποιημένα συστήματα οδικών μεταφορών σε 7 Ευρωπαϊκές Πόλεις και μελλοντικές συστάσεις	Τεχνική αναφορά συζητώντας το πως το αυτοποιημένο σύστημα οδικών μεταφορών μπορεί να ενσωματωθεί σε αστικούς δρόμους
Fagnant & Kockelman	2013	Συστάσεις για τωρινές και μελλοντικές ευκαιρίες, εμπόδια και θέματα πολιτικής για αυτόνομα οχήματα και αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας	Έγγραφο εργασίας παρέχοντας συστάσεις για ευκαιρίες και εμπόδια
Fagnant & Kockelman	2014	Εκτίμηση των συνεπειών στη διαδρομή και το περιβάλλον χρησιμοποιώντας στόλο αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας στο Ώστιν, Τέξας	- Σενάρια προσομείωσης χρησιμοποιώντας agent-based model να καθοριστεί ο στόλος αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας - Υπολογισμένες περιβαλλοντολογικές συνέπειες χρησιμοποιώντας μοντέλο EPA's MOBILE6
Fagnant & Kockelman	2015	Κατανόηση των δυνατοτήτων των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας στις αστικές περιοχές των Η.Π.Α. χρησιμοποιώντας το Ώστιν, Τέξας ως μελέτη ειδικών περιστάσεων	- Σενάρια προσομείωσης χρησιμοποιώντας agent-based model για να εκτιμηθεί η δυναμική των συστημάτων διαδρομών κοινοχρησίας - Βελτιστοποίηση του μεγέθους του στόλου των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας
Ford	2012	Αξιολόγηση των οφελών που προέρχονται από τη χρήση του συστήματος των αυτόνομων ταξί κοινοχρησίας βασισμένο στα προγράμματα εβδομαδιαίων διαδρομών φοιτητών στο Νιου Τζέρσεϊ	Υπολογισμός ζήτησης διαδρομών και διάθεση ταξιδιών με συστήματα αυτόνομων ταξιδιών κοινοχρησίας χρησιμοποιώντας δείγματα καθημερινών διαδρομών και δεδομένων Απογραφής

Συγγραφείς	Έτος	Σκοπός της Έρευνας	Μεθοδολογία
Hayes	2011	Διερεύνηση οφελών στη χρήση αυτόνομων οχημάτων και αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας	Έγγραφο εργασίας επάνω στα μελλοντικά οφέλη των αναδυόμενων τεχνολογιών
Kang et al.	2016	- Σύστημα σχεδίασης βελτιστοποιημένου πλαισίου για ηλεκτρικά αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας - Εξέταση της εφαρμοσιμότητας των ηλεκτρικών αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας στο Ανν Άρμπορ, Μίσιγκαν	- Βελτιστοποιημένο πλαίσιο μεγιστοποιώντας τηω αποδοτικότητα υπηρεσιών ενσωματώνοντας μέγεθος στόλου, αριθμό σταθμών φόρτισης, ανάγκες συστημάτων ισχύος των οχημάτων και τέλη εξυπηρέτησης - Οικονομική εφαρμοσιμότητα των SAEV και SAV χρησιμοποιώντας διαφορετικά σενάρια αγορών
Martinez et al.	2012	Αξιολόγηση των εμπορικών δυνατοτήτων της εφαρμογής υπηρεσίας ταξί κοινοχρησίας στη Λισαβόνα, Πορτογαλία	- Σενάρια προσομείωσης χρησιμοποιώντας agent-based model - Εκτίμηση διαφορετικών σχεδίων τιμολόγησης των υπηρεσιών ταξί κοινοχρησίας και σύγκριση μεταξύ παραδοσιακών υπηρεσιών ταξί και υπηρεσιών ταξί κοινοχρησίας
Zachariah et al.	2013	Μελέτη σκοπιμότητας της συγκέντρωσης στόλου αυτόνομων ταξί στο Νιου Τζέρσεϊ	Σενάρια προσομοίωσης χρησιμοποιώντας ένα σύνολο δεδομένων χωροχρονικό να εξετάσει εάν τέτοιος στόλος είναι εφικτός
Zhang et al.	2015	Διερεύνηση εάν τα αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας μπορούν να αναδιοργανώσουν αστικές μορφές και την ζήτηση για πάρκινγκ	Σενάρια προσομοίωσης χρησιμοποιώντας agent-based model για να εξεταστεί ο ρυθμός εισχώρησης των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας

Σχετικά με τις μελέτες που έχει γίνει ανασκόπηση για τα αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας, κάποιες μελέτες πραγματοποίησαν σενάρια προσομοίωσης για καλύτερη κατανόηση ταξιδιωτικών συμπεριφορών και ως εκ τούτου να εκτιμήσουν την οικονομική εφαρμοσιμότητα τέτοιων συστημάτων. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας διαφορετικά σχέδια κοστολόγησης, βρέθηκε ότι η εφαρμογή αυτόνομων ηλεκτρικών οχημάτων κοινοχρησίας μπορεί να αντικαταστήσει περίπου 7,3 ιδιωτικά οχήματα (Chen κ.α., 2016). Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Λισαβόνα της Ισπανίας βρήκε ότι με την εφαρμογή μιας υπηρεσίας κοινοχρησίας ταξί ο στόλος μπορεί να μειωθεί στα 2000 σε σύγκριση με τα 3100 σημερινά παραδοσιακά ταξί (Martinez κ.α., 2012). Παρομοίως, συνήφθη ότι η δυναμική κοινοχρησίας έχει τη δυνατότητα να μειώσει το συνολικό χρόνο υπηρεσίας και τα έξοδα διαδρομής ενσωματώνοντας επιπλέον επιβιβάσεις και αποβιβάσεις επιβατών και μη-ευθείες διαδρομές (Fagnant κ.α., 2015). Ο Zhang κ.α. (2015) βρήκαν ότι η ζήτηση για στάθμευση μειώνεται σημαντικά ακόμα και όταν ο βαθμός εισχώρησης των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας είναι μόνο 2%. Επίσης βρέθηκε ότι τα αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας μπορούν να παρέχουν πιο ευέλικτες υπηρεσίες από την κοινοχρησία αυτοκινήτων και είναι πιο οικονομικά από τις υπάρχουσες υπηρεσίες μεταφοράς μη αυτόνομης κοινοχρησίας. (Zhang κ.α., 2015). Επίσης, ο Zachariah κ.α. (2013) ανέφεραν ότι τα αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας μπορεί να βελτιώσουν συμπεριφορές διαδρομής προς τα συστήματα μεταφοράς με κοινοχρησία ειδικά σε πυκνοκατοικημένες τοποθεσίες κατά τις ώρες αιχμής με το να καταφέρνουν καλύτερη κινητικότητα και μειωμένες συνέπειες στην ενέργεια και το περιβάλλον. Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Ann Arbor, MI (Burns κ.α., 2013) κατέληξαν ότι ένα σχέδιο τιμολόγησης των \$ 0.32-0.39 ανά μίλι εξαρτώμενο από το μέγεθός του στόλου είναι οικονομικά εφικτό για αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας. Ο Fagnant κ.α. (2014) βρήκαν ότι όταν το μερίδιο αγοράς των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας στο Austin, TX φτάσει στο 5%, θα οδηγήσει σε σημαντικά οφέλη στην κατανάλωση ενέργειας, στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου και άλλες μολύνσεις στον αέρα.

2.3 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας στα Μοντέλα Βασισμένα σε Αντιπροσώπους (ABM) στις AV/SAVs σχετιζόμενες Μελέτες

Η φύση των συστημάτων μεταφοράς είναι διαχωρισμένη ωστόσο ιστορικά διαμορφωνόταν χρησιμοποιώντας τις προσεγγίσεις εκ των άνω προς τα κάτω. Ωστόσο, τα μοντέλα βασισμένα σε αντιπροσώπους παίρνουν την αντίθετη προσέγγιση. Τα μοντέλα στήνονται ξεκινώντας από τους αντιπροσώπους (ηθοποιούς) και οι πιθανές αλληλεπιδράσεις ορίζονται. Χρησιμοποιώντας σενάρια προσομοίωσης αλληλεπιδράσεων των αντιπροσώπων, η συμπεριφορά προς το επίπεδο του συστήματος παράγεται. Όπως περιγράφεται από τον Bonabeau (2002) ABM *«περιλαμβάνει την περιγραφή του συστήματος από την άποψη των μονάδων της»*. Μοντέλα βασισμένα σε αντιπροσώπους είναι κατάλληλα σε περιπτώσεις περίπλοκων συστημάτων όπου η συμπεριφορά τους εξετάζεται. Περίπλοκα συστήματα περιλαμβάνουν σειρές ετερογενών στοιχείων και οι συμπεριφορές τους μπορούν να δημιουργήσουν απρόσμενα αποτελέσματα. Περίπλοκα συστήματα σύμφωνα με τον Holland (1998) έχουν πολλούς διευθυντές/αντιπροσώπους με διασκορπισμένο έλεγχο, πολλά οργανικά επίπεδα και οι αντιπρόσωποί του μπορούν να προσαρμοστούν. Όταν αυτά τα συστήματα προσομοιωθούν με τη χρήση μοντέλων βασισμένα σε αντιπροσώπους οι συμπεριφορές τους εμφανίζονται λόγω των αλληλοεπιδράσεων μεταξύ των αντιπροσώπων και/ή των αντιπροσώπων προς το περιβάλλον και ως εκ τούτου το ABM είναι η κατάλληλη τεχνική να εξεταστεί η συμπεριφορά των περίπλοκων συστημάτων.

Τα μοντέλα βασισμένα σε αντιπροσώπους εφαρμόζονται σε διάφορα πεδία και κλάδους. Περισσότερες πληροφορίες μπορούν να βρεθούν στην ανασκόπηση εργασιών που παραθέτονται για κάθε κλάδο.

- Κοινωνιολογία (Macy και Willer, 2002)
- Οικολογία (Matthews κ.α., 2007)
- Μάρκετινγκ (Garcia, 2005; Hauser κ.α., 2006; Negahban και Yilmaz, 2014). Για παράδειγμα ο Garcia (2005) περιγράφει διαφορετικές εφαρμογές των ABM να χρησιμοποιούνται σε έρευνα αγοράς σε σχέση με καινοτομίες και εξετάζοντας τα οφέλη. Dawid (2006) εξετάζει τα μοντέλα βασισμένα σε αντιπροσώπους καινοτομικής διάχυσης χρησιμοποιώντας ένα υπολογιστικό οικονομικό πλαίσιο. Ο Peres κ.α. (2010) αξιολογούν μοντέλα διάχυσης σε ένα πλαίσιο ενιαίας αγοράς, διαφορετικές αγορές και μάρκες.

Η συζήτηση που ακολουθεί εστιάζει στην εφαρμογή των βασισμένα σε αντιπροσώπους μοντέλων σε σχέση με την ανάπτυξη των αυτόνομων οχημάτων. Τα μοντέλα βασισμένα σε αντιπροσώπους έχουν επίσης εφαρμοστεί σε πολλά προβλήματα στις μεταφοές, όπως μικροσκοπική προσομοίωση κίνησης (Dia, 2002, Hidas, 2002); επιδράσεις πληροφοριών διαδρομής σε επιλογές οδών (Wahle κ.α., 2002); μοντέλα συμπεριφορών για ακολούθηση αυτοκινήτων και αλλαγή λωρίδας (Peeta κ.α., 2004); μοντέλο για ζήτηση διαδρομών (Zhang, 2006); , και την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων (Jin κ.α., 2009, Zhang κ.α., 20XX, Wolf κ.α., 2011, Eppstein κ.α., 2011, Shafiei κ.α. 2012, Kim κ.α., 2011, Muller κ.α., 20XX).

Ο(Lavasani κ.α., 2016) ανέπτυξαν ένα μοντέλο διείσδυσης στην αγορά για την υιοθέτηση των τεχνολογιών για τα αυτόνομη τεχνολογία χρησιμοποιώντας μοντέλα βασισμένα σε δεδομένα που αποτελούνται από αγορές και τιμές συμβατικών οχημάτων και ηλεκτρικών οχημάτων, χρήση κινητού και διαδικτύου. Θεωρείτο ότι το σχέδιο διείσδυσης στην αγορά για τα αυτόνομα οχήματα θα ήταν παρόμοιο με των HEV στην αγορά των Η.Π.Α. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας για τις μεταβλητές του μεγέθους της αγοράς και την αναλογία τιμών.

Ο Levin κ.α., (2016) ανέπτυξαν ένα βασισμένο σε γεγονότα πλαίσιο χρησιμοποιώντας μοντέλα προσομοίωσης κίνησης για να εφαρμόσουν συμπεριφορές των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας. Βρέθηκε ότι αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας μπορούν εν δυνάμει να μειώσουν το συνολικό χρόνο διαδρομής εξαιτίας της μειωμένης ζήτησης οχημάτων. Οι Fagnant και Kockelman, (2015) χρησιμοποίησαν πειράματα προσομοίωσης για να ερευνήσουν την επίδραση των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας χρησιμοποιώντας 1.3% του μεριδίου της αγοράς. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το VMT θα αυξηθεί κατά περίπου 8% εξαιτίας των διαδρομών των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας. Ο Fagnant και Kockelman, (2014) επίσης σχεδίασαν ένα μοντέλο βασισμένο σε αντιπροσώπους για να εκτιμήσουν τα περιβαλλοντολογικά οφέλη που προέρχονται από τα αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας σε σύγκριση με τα συμβατά οχήματα. Βρέθηκε ότι τα αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας μπορεί να αποφέρουν σημαντικές μειώσεις ρύπων.

Ο Marczuk κ.α.. (2015) παρουσίασαν μια επέκταση για το λογισμικό πακέτο SimMobility που χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει την αυτόνομη κινητικότητα στα συστήματα ζήτησης. Παρουσιάστηκε μια μελέτη ειδικών περιπτώσεων για να ερευνήσει την επίδραση διαφορετικών μεγεθών στόλων και τοποθεσιών φόρτισης για ένα μοντέλο ελεύθερης διασποράς (οι αντιπρόσωποι μπορούν να αυτο-παρκάρουν παντού) και για ένα μοντέλο με βάση σταθμούς (οι αντιπρόσωποι αυτο-επιστρέφουν σε σταθμούς). Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι τα μοντέλα ελεύθερης διασποράς λειτουργούν καλύτερα με ένα μικρότερο αριθμό τοποθεσιών φόρτισης. Ο Bagloee κα.α. (2016) σχεδίασαν ένα μοντέλο βασισμένο σε αντιπροσώπους προτείνοντας ένα μοντέλο εννοιολογικής πλοήγησης εισάγοντας ελέγχους στην σταθερότητα του χρήστη και ένα σύστημα πλέον ευνοϊκό για ένα στόλο αυτόνομων οχημάτων.

Ο Zhang κ.α.α (2015) ανέπτυξαν ένα μοντέλο προσομοίωσης να εκτιμήσουν την επίδραση των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας στην αστική ζήτηση για πάρκινγκ εφαρμόζοντας σενάρια διαφορετικών συστημάτων λειτουργίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ακόμα και όταν ο ρυθμός διείσδυσης στην αγορά είναι τόσο χαμηλός όσο το 2%, η ζήτηση σε πάρκινγκ για χρήστες αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας μπορεί να μειωθεί έως 90%. Οι Fagnant και Kockelman (2015) ανέπτυξαν ένα μοντέλο βασισμένο σε αντιπροσώπους συμπεριλαμβάνοντας αυτόνομα οχήματα κοινοχρησίας επιτρέποντας δυναμική κοινοχρησίας διαδρομών για να ερευνήσουν την προοπτική των αυτόνομων οχημάτων κοινοχρησίας σε αστικές περιοχές των Η.Π.Α. Βρέθηκε ότι η δυναμική κοινοχρησίας διαδρομών μπορεί να μειώσει τους συνολικούς χρόνους υπηρεσίας και κόστος διαδρομών των χρηστών του.

3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ

Πληθυσμός και δείγμα

Το σύνολο του οποίου τα στοιχεία μελετώνται ως προς ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά ονομάζεται **πληθυσμός** (population). Επειδή, όμως, είναι αδύνατο να εξετασθεί το σύνολο του πληθυσμού επιλέγεται ένα μικρότερο μέρος αυτού, το οποίο ονομάζεται **δείγμα** (sample), και η διαδικασία ονομάζεται **δειγματοληψία** ή **δημοσκοπήση**. Εάν αυτό το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό, τότε τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από την ανάλυσή του θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια και για τον πληθυσμό.

Μεταβλητές

Τα χαρακτηριστικά τα οποία εξετάζονται ονομάζονται **μεταβλητές** (variables) και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: **ποιοτικές** ή **κατηγορικές** (qualitative variables) και **ποσοτικές** (quantitative variables). Οι ποιοτικές μεταβλητές λαμβάνουν τιμές που κατηγοριοποιούν τον πληθυσμό σε κατηγορίες που δεν είναι απαραίτητα μετρήσιμες, όπως για παράδειγμα το φύλο. Αντίθετα, οι ποσοτικές μεταβλητές λαμβάνουν αυστηρά αριθμητικές τιμές και χωρίζονται σε διακριτές, όπως ο αριθμός τέκνων σε μια οικογένεια, και συνεχείς, όπως ο μισθός.

Μέτρα αξιοπιστίας

Το **επίπεδο εμπιστοσύνης** υποδηλώνει το ποσοστό της πιθανότητας να είναι αληθής η εκτίμηση σε ένα καθορισμένο διάστημα εμπιστοσύνης. Για παράδειγμα, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 τοις εκατό υπάρχουν 85 τοις εκατό πιθανότητες η εκτίμηση που προέκυψε από την ανάλυση του δείγματος να είναι αξιόπιστη.

Το **επίπεδο σημαντικότητας** υποδηλώνει το ποσοστό της πιθανότητας να είναι εσφαλμένη η εκτίμηση. Για παράδειγμα, επίπεδο σημαντικότητας 5 τοις εκατό σημαίνει ότι μακροπρόθεσμα η εκτίμηση θα είναι λανθασμένη 5 τοις εκατό των φορές.

Κανονική Κατανομή

Η **κανονική κατανομή** ή κατανομή Gauss αποτελεί, ίσως, την πιο σημαντική κατανομή της στατιστικής. Αναφέρεται σε συνεχείς μεταβλητές και η μαθηματική της έκφραση είναι:

$$f(x) = \left(\frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \right) e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2s^2}}$$

όπου:

- s , η τυπική απόκλιση
- $\bar{x}$, η μέση τιμή
- x , μια τιμή της συνεχούς τυχαίας μεταβλητής

Η παραπάνω έκφραση ονομάζεται συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας και συμβολίζεται με $X \sim N(\bar{x}, s^2)$.

Κατανομή Poisson

Η **κατανομή Poisson** χρησιμοποιείται για την περιγραφή εντελώς τυχαίων διακριτών γεγονότων. Μία διακριτή τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο $\lambda > 0$, αν, για $x=0,1,2,\dots$, η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας του X δίνεται από:

$$f(x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}$$

και συμβολίζεται με $X \sim P(\lambda)$, όπου:

- λ , η μέση τιμή αριθμού εμφανίσεως ενός γεγονότος. Ισούται με τη διακύμανση.
- $x!$, παραγοντικό του x

Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

Η **αρνητική διωνυμική κατανομή** χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου η διακύμανση των στοιχείων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή. Μια τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με παραμέτρους r, p όταν έχει συνάρτηση πιθανότητας:

$$f(x) = \binom{r+x-1}{r-1} p^r (1-p)^x$$

και συμβολίζεται με $X \sim NB(r,p)$, όπου:

- r , θετικός ακέραιος
- $p \in (0,1)$

Κατανομή Gumbel (Μεγίστων και Ελαχίστων)

Η κατανομή Gumbel χρησιμοποιείται για την περιγραφή της κατανομής των μεγίστων (ή ελαχίστων) ενός αριθμού στοιχείων από διάφορες κατανομές. Μαθηματικά εκφράζεται ως εξής:

$$P = \chi_0 - \frac{1}{a} \ln[\ln T - \ln(T - 1)]$$

όπου:

- P , η πιθανότητα
- χ_0 , a , παράμετροι κατανομής με $a = \frac{1}{0.78s}$ και $\chi_0 = \bar{\chi} - 0.45s$, s η τυπική απόκλιση και $\bar{\chi}$ η μέση τιμή.
- T , περίοδος επαναφοράς

3.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ

Η **Μέθοδος Δεδηλωμένης Προτίμησης** (stated preference) χρησιμοποιείται ευρέως σε συγκοινωνιακές εφαρμογές, και ειδικότερα στους τομείς αξιολόγησης προτιμήσεων, ανάλυσης ζήτησης, και μελλοντικής πρόβλεψης. Αναπτύχθηκε, αρχικά, στις αρχές της δεκαετίας του 1970 για έρευνα προώθησης προϊόντων, ενώ το ενδιαφέρον για την εφαρμογή της σε συγκοινωνιακές έρευνες δημιουργήθηκε το 1979 στο Ηνωμένο Βασίλειο (Kroes & Sheldon, 1988).

Σκοπός είναι η **καταγραφή των προτιμήσεων** μέρους του πληθυσμού σχετικά με κάποιο ζήτημα και η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου για την περιγραφή αυτών των προτιμήσεων. Η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης είναι ιδιαίτερα δημοφιλής εξαιτίας της ευκολίας που παρέχει στην υλοποίησή της και τη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς των χρηστών του δικτύου ακόμα και σε υποθετικά μελλοντικά σενάρια.

Η πλέον ευκολότερη 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.

Σύμφωνα με τους Kroes & Sheldon (1988), **το πρώτο στάδιο** στον σχεδιασμό μιας έρευνας με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης είναι ο **καθορισμός των μεταβλητών και το επίπεδό τους** που πρέπει να αξιολογηθεί από τους ερωτηθέντες. Οι μεταβλητές μπορούν να λάβουν είτε συνεχείς είτε διακριτές τιμές. Πρέπει να δοθεί προσοχή, ωστόσο, στη διατύπωση του γενικότερου πλαισίου της έρευνας αλλά και στην κλίμακα βαθμολόγησης των εξαρτημένων μεταβλητών. Για παράδειγμα, μπορεί να παρουσιάζεται ένα πλήθος εναλλακτικών επιλογών και να ζητείται η κατάταξή τους σε μια σειρά κλιμακούμενης προτίμησης ή η βαθμολόγησή τους. Μια άλλη μορφή αφορά την παρουσίαση ενός συνδυασμού εναλλακτικών επιλογών (συνήθως δύο με πέντε), από τον οποίο οι ερωτηθέντες πρέπει να επιλέξουν μία μεταβλητή. Η **επιλογή της μορφής του ερωτηματολογίου** είναι και το **επόμενο βήμα στον σχεδιασμό της έρευνας**.

Ο **τελικός σκοπός** θα πρέπει να είναι ο καθορισμός των συνδυασμών όλων των επιπέδων των μεταβλητών με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παρουσιάζεται συσχετισμός μεταξύ των εναλλακτικών. Ο συνολικός αριθμός των εναλλακτικών μπορεί να εξαρτάται τόσο από τον αριθμό των μεταβλητών όσο και από τα διαφορετικά τους επίπεδα. Στην πράξη, ωστόσο, οι ερωτηθέντες μπορούν να αξιολογήσουν έναν περιορισμένο αριθμό εναλλακτικών επιλογών τη φορά, συνήθως μεταξύ εννιά και δεκάξι. Ως εκ τούτου μια ανάλυση που εμπεριέχει όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των επιπέδων κάθε μεταβλητής (full factorial design) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν υπάρχουν λίγες μεταβλητές και επίπεδα. Όταν αυτό είναι αδύνατο μπορεί να παρουσιαστεί ένα υποσύνολο των δυνατών συνδυασμών (fractional factorial design).

3.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕ ΑΠΟΚΑΛΥΠΤΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ

Για την καταγραφή των απόψεων του κοινού χρησιμοποιούνται ουσιαστικά δύο τεχνικές: η **μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης** (stated preference) και η **μέθοδος αποκαλυπτόμενης προτίμησης** (revealed preference).

Η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης** λειτουργεί καλύτερα απέναντι σε κάποια μελλοντική υποθετική κατάσταση, η οποία δεν εφαρμόζεται σήμερα. Ως εκ τούτου αποτελεί τον ιδανικό τρόπο μελέτης της άποψης του κοινού για αυτή την κατάσταση.

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, 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 πολύ απλά μπορεί να μην πράξουν αυτό το οποίο δήλωσαν. Για αυτό το 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 υπέρ-εκτιμήσεις δεν είναι σχετική.

Εν τέλει, όταν απαιτείται η ακριβής εκτίμηση της ζήτησης η πιο ελκυστική επιλογή είναι ο **συνδυασμός μεθόδων** δεδομένης προτίμησης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης.

3.4 ΘΕΩΡΙΑ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ – ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Στο πλαίσιο μιας έρευνας δεδομένης 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.

3.4.1 Πιθανοτικά πρότυπα διακριτών επιλογών (probit)

Τα **πιθανοτικά πρότυπα** (probit) προκύπτουν όταν τα τυχαία σφάλματα στην εξίσωση της χρησιμότητας ακολουθούν την κανονική κατανομή. Στην απλή περίπτωση που οι εναλλακτικές επιλογές είναι μόνο δύο η εξίσωση είναι ως εξής:

$$P_n(1) = P(\beta_1 x_{1n} - \beta_2 x_{2n} > \varepsilon_{2n} - \varepsilon_{1n})$$

όπου:

- Τα σφάλματα ε_{1n} και ε_{2n} κατανέμονται κανονικά με μέση τιμή ίση με το μηδέν και τυπικές αποκλίσεις s_1^2 και s_2^2 αντίστοιχα.

3.4.2 Λογιστικά πρότυπα διακριτών επιλογών (logit)

Τα **λογιστικά πρότυπα** (logit) βασίζονται στην υπόθεση ότι τα σφάλματα των συναρτήσεων χρησιμότητας είναι ανεξάρτητα και ακολουθούν την κατανομή Gumbel. Συγκεκριμένα, εάν τα σφάλματα κατανέμονται κατά Gumbel με παράμετρο θέσης $\omega=0$ και παράμετρο κλίμακας μ , τότε η πιθανότητα ένα άτομο να επιλέξει μια εναλλακτική ανάμεσα σε ένα σύνολο C εναλλακτικών γράφεται ως εξής:

$$P_n(1/C) = \frac{e^{\mu V_i}}{\sum_{j \in C} e^{\mu V_j}} \forall j \in C$$

Η έκφραση αυτή αποτελεί και την έκφραση του **πολυωνυμικού λογιστικού προτύπου** (multinomial logit model).

3.4.3 Γενικευμένα πρότυπα διακριτών επιλογών

Η βασική προϋπόθεση στα πρότυπα διακριτών επιλογών είναι η **ανεξαρτησία** μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις, στις οποίες δεν ισχύει αυτή η συνθήκη και για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται κάποιες παραλλαγές των προτύπων διακριτών επιλογών.

Μία από αυτές αφορά το **ιεραρχικό λογιστικό πρότυπο** (hierarchical logistic model) (Manski & McFadden, 1981), το οποίο αποτελεί επέκταση

του πολυωνυμικού λογιστικού προτύπου και αναπτύχθηκε με σκοπό τη διαχείριση περιπτώσεων, στις οποίες παρατηρείται συσχέτιση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Βασίζεται στο διαχωρισμό του καθολικού συνόλου επιλογών C σε διάφορα υποσύνολα C_m (κλάδοι), τέτοια ώστε:

$$C = \bigcup_{m=1, \dots, M} C_m \cap C_l = \emptyset \quad \forall m \neq l$$

Η παραπάνω εξίσωση υποδηλώνει ότι το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών των κλάδων ισούται με τις εναλλακτικές του καθολικού συνόλου και i εναλλακτικές που εμφανίζονται σε ένα υποσύνολο δεν εμφανίζονται σε κάποιο άλλο.

Η συνάρτηση χρησιμότητας της κάθε εναλλακτικής επιλογής αποτελείται από έναν ειδικό όρο για την εναλλακτική και έναν όρο που εξαρτάται από τον κάθε κλάδο. Συνεπώς, αν $i \in C_m$, τότε:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i + V_{C_m} + \varepsilon_{C_m}$$

Τα σφάλματα ε_i θεωρούνται ανεξάρτητα και ότι ακολουθούν την κατανομή Gumbel με παράμετρο κλίμακας μ . Η κατανομή είναι τέτοια ώστε η τυχαία μεταβλητή $\max_{j \in C_m} U_j$ ακολουθεί την κατανομή Gumbel με παράμετρο κλίμακας μ_m . Κάθε κλάδος μέσα στο σύνολο των επιλογών περιγράφεται με μια ψευδο-χρησιμότητα (pseudo-utility), η οποία καλείται **σύνθετη χρησιμότητα** (compose utility) και ορίζεται ως εξής:

$$V'_{C_m} = V_{C_m} + \frac{1}{\mu_m} \sum_{i \in C_m} e^{\mu_m V_i}$$

όπου V_{C_m} η συνιστώσα της συνάρτησης χρησιμότητας, η οποία είναι κοινή για όλες τις εναλλακτικές επιλογές του κλάδου C_m .

Τέλος, επισημαίνεται ότι στις περιπτώσεις που ο διαχωρισμός των κλάδων δεν είναι προφανής μπορεί να εξεταστεί το συνδυαστικό ιεραρχικό λογιστικό πρότυπο (cross-nested logit model), στο οποίο κάποιες εναλλακτικές ανήκουν σε περισσότερους του ενός κλάδους (Bierlaire, 2006).

3.4.4 Μικτά πρότυπα διακριτών επιλογών

Στην περίπτωση που τα σφάλματα στην εξίσωση χρησιμότητας δεν ακολουθούν κοινή κατανομή ακροτάτων τιμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια άλλη ομάδα μοντέλων που ονομάζονται **μικτά λογιστικά πρότυπα** (mixed logit models). Σε αυτά, τα σφάλματα ακολουθούν τυπικά τη μικτή

κανονική κατανομή και κατανομή ακροτάτων τιμών (McFadden & Train, 2000) ή μικτή λογαριθμική κανονική κατανομή ακροτάτων τιμών (Fosgerau & Bierlaire, 2007).

Σκοπός αυτών των μεθόδων αποτελεί η αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων των πιθανοτικών και λογιστικών προτύπων. Συγκεκριμένα, η κανονική κατανομή προσφέρει ευελιξία στην περιγραφή αρκετών στοχαστικών παραμέτρων, ενώ η κατανομή Gumbel προσφέρει ευελιξία στην προσαρμογή του προτύπου (Gopinath et al, 2005).

3.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis) αφορά μια διαδικασία για τον υπολογισμό των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως όταν στόχος είναι ο συσχετισμός μιας εξαρτημένης μεταβλητής με μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Ως εκ τούτου, δίνεται η δυνατότητα κατανόησης του τρόπου που μια τυπική τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής επηρεάζεται από την αλλαγή μιας ανεξάρτητης μεταβλητής όταν οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές. Διαφέρει από τα πρότυπα διακριτών επιλογών, τα οποία θεωρούν ότι τα σφάλματα ε_{in} του συνόλου των εναλλακτικών επιλογών είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κοινή κατανομή.

Εξαρτημένη μεταβλητή ορίζεται η μεταβλητή της οποίας η τιμή αναμένεται να προβλεφθεί από το μοντέλο, ενώ **ανεξάρτητη μεταβλητή** ορίζεται η μεταβλητή, η οποία επιδρά στην πρόβλεψη της εξαρτημένης λαμβάνοντας συγκεκριμένες τιμές. Για τον καθορισμό των ανεξάρτητων μεταβλητών που όντως έχουν επίδραση στην πρόβλεψη της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής χρησιμοποιούνται μαθηματικά μοντέλα, τα οποία δείχνουν μαθηματικά την σχέση μεταξύ ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Η επιλογή του μοντέλου εξαρτάται από το είδος της εξαρτημένης μεταβλητής (συνεχής ή διακριτή). Οι συνηθέστερες μέθοδοι σε έρευνες δεδηλωμένης προτίμησης είναι αυτές της **γραμμικής παλινδρόμησης** (linear regression), **πιθανοτικής ανάλυσης** (probit analysis), **ανάλυσης διακριτότητας** (discriminant analysis), και **λογιστικής παλινδρόμησης** (logistic regression) (Pindyck & Rubinfeld, 1991).

3.5.1 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 (αγορά ή όχι αυτόνομου οχήματος) λαμβάνει διακριτές τιμές (ναι, όχι) και, ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αναλυθεί με το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

3.5.2 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 όσον αφορά την χρήση του και για αυτό το λόγο επιλέχθηκε να μην χρησιμοποιηθεί εν τέλει στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

3.5.3 Λογιστική παλινδρόμηση

Η **λογιστική παλινδρόμηση** (logistic regression) είναι η πλέον κατάλληλη μέθοδος για την στατιστική επεξεργασία δεδομένων που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. 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. Παρουσιάζει εφαρμογή και στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή μεταβλητή, όπως και στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Με τη λογιστική παλινδρόμηση καταλήγουμε αρχικά σε μια γραμμική συνάρτηση χρησιμότητας για το γεγονός που εξετάζεται. Με μετέπειτα μετασχηματισμό της συνάρτησης χρησιμότητας προκύπτει άμεσα η πιθανότητα πραγματοποίησης αυτού του γεγονότος.

3.5.4 Σύνοψη

Με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψιν τις 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 πολυπλοκότητάς της και του χρόνου που θα απαιτούσε.
- Η **λογιστική παλινδρόμηση**, συνεπώς, επιλέχθηκε για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων της παρούσας διπλωματικής εργασίας με σκοπό την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης της επιλογής του κοινού.

3.6 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (LOGISTIC REGRESSION)

Το μοντέλο της **λογιστικής παλινδρόμησης** (logistic regression) χρησιμοποιείται συχνά σε συγκοινωνιακές έρευνες, στις οποίες ζητείται η πρόβλεψη της επιρροής ορισμένων χαρακτηριστικών στην επιλογή κάποιου γεγονότος. Μέσω του μοντέλου αυτού αναπτύσσεται ένα μαθηματικό πρότυπο που δίνει μια γραμμική συνάρτηση χρησιμότητας του

εν λόγω γεγονότος σε σχέση με τα χαρακτηριστικά που το επηρεάζουν. Έπειτα, μέσω κατάλληλου μετασχηματισμού υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης αυτού του γεγονότος.

Η **συνάρτηση χρησιμότητας** της λογιστικής παλινδρόμησης δίνεται από τη σχέση:

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

όπου:

- U_i , η συνάρτηση χρησιμότητας του γεγονότος i
- $x_1 \dots x_n$, οι μεταβλητές του προβλήματος
- a_0 , η σταθερά που αντιπροσωπεύει την επιρροή των παραγόντων που δεν έχουν συμπεριληφθεί ως μεταβλητές στο μαθηματικό μοντέλο
- $a_1 \dots a_n$, 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 $1 - P_i$.

Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στην ανάπτυξη του **διωνυμικού προτύπου πρόβλεψης** (binary model), όσο και του **πολυωνυμικού προτύπου πρόβλεψης** (multinomial model). Όταν οι πιθανές επιλογές είναι δύο, τότε επιλέγεται το πρώτο μοντέλο, ενώ όταν οι επιλογές είναι περισσότερες επιλέγεται το δεύτερο. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εξετάζει και τα δύο μοντέλα. Με το διωνυμικό μοντέλο αναλύεται η ερώτηση 'θα αγοράζατε αυτόνομο όχημα' με πιθανές απαντήσεις 'ναι' ή 'όχι', και με το πολυωνυμικό πρότυπο αναλύονται τα σενάρια, όπου οι επιλογές είναι 'πλήρως αυτόνομο όχημα', 'ημι-αυτόνομο όχημα', και 'παραδοσιακό όχημα'.

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 τη 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 στην λογαριθμική της μορφή ως εξής:

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

Για παράδειγμα, τα odds να έχουμε 'κορώνα' στο ρίξιμο ενός νομίσματος είναι $0.5/0.5=1$, αφού η πιθανότητα να έρθει 'κορώνα' είναι 50 τοις εκατό και η πιθανότητα να μην έρθει 'κορώνα' είναι 50 τοις εκατό. Γενικά:

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

3.7 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

3.7.1 Συντελεστές εξίσωσης

Σχετικά με τους **συντελεστές της εξίσωσης** της λογιστικής παλινδρόμησης ως κριτήριο αποδοχής του μοντέλου πρέπει να προσφέρεται μια **λογική ερμηνεία** των προσήμων τους. Σε πρώτο στάδιο εξετάζεται το πρόσημο. Θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι μείωση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε μείωση της εξαρτημένης.

Σε δεύτερο στάδιο εξετάζεται η **τιμή του συντελεστή**. Θα πρέπει να δίνεται μια λογική εξήγηση για την τιμή αυτή, αφού αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής χ_i κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά β_i .

3.7.2 Ελαστικότητα

Στο ίδιο μήκος κύματος λειτουργεί και η **ελαστικότητα**, η οποία αντιπροσωπεύει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής στην μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Συνήθως, χρησιμοποιούνται ποσοστά επί τοις εκατό για την έκφραση της ελαστικότητας. Έτσι, για παράδειγμα, πρέπει να έχει λογική ερμηνεία η ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής στην μεταβολή κατά

ένα τοις εκατό της ανεξάρτητης μεταβλητής. Ο τύπος της ελαστικότητας για συνεχείς μεταβλητές δίνεται από τη σχέση:

$$e_i = \frac{\Delta Y_i X_i}{\Delta X_i Y_i} = \beta_i \frac{X_i}{Y_i}$$

3.7.3 Στατιστική αξιολόγηση παραμέτρων

Η στατιστική αξιολόγηση των παραμέτρων της συνάρτησης πραγματοποιείται με χρήση του δείκτη **t-ratio** ή **Wald**. Ο δείκτης αυτός υποδηλώνει τη σημαντικότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t-ratio τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό μοντέλο.

Οι αποδεχτές τιμές του t-ratio για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

Επίπεδο εμπιστοσύνης	Τιμές t-ratio
90%	1.282
95%	1.645
97.5%	1.960
99%	2.326
99.5%	2.576

Πίνακας 2.1: Τιμές του t-ratio ανάλογα με το βαθμό εμπιστοσύνης

Όπως φαίνεται και στον πίνακα, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 τοις εκατό οποιαδήποτε μεταβλητή έχει t-ratio πάνω από 1.645 μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει σημαντική επιρροή στο μοντέλο. Να σημειωθεί ότι αποδεκτή

γίνεται η απόλυτη τιμή του t-ratio, καθώς ο δείκτης μπορεί να λάβει και αρνητικές τιμές.

3.7.4 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, για παράδειγμα, είναι μεταξύ τους συσχετισμένες δεν μπορεί να εξακριβωθεί με ακρίβεια η επιρροή τους στο μοντέλο.

3.7.5 Μέθοδος μέγιστης πιθανοφάνειας

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:

$$LRT = -2(L(b) - L(0)) > x_{b,0.05}^2$$

όπου:

- $L(0)$, ο λογάριθμος πιθανοφάνειας του μοντέλου χωρίς τις μεταβλητές
- $L(b)$, ο λογάριθμος πιθανοφάνειας του μοντέλου με τις μεταβλητές
- $x_{b,0.05}^2$, 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.

3.7.6 Το κριτήριο χ^2

Η συνολική ποιότητα του μοντέλου ελέγχεται με τον συντελεστή προσαρμογής και ως κριτήριο καλής προσαρμογής χρησιμοποιείται ο **συντελεστής χ^2** . Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας μιας μεταβλητής από μια άλλη μεταβλητή και λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Όσο πιο κοντά στο 1 βρίσκεται η τιμή του χ^2 , τόσο πιο ισχυρή είναι η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Συνήθως, η τιμή του χ^2 δεν ξεπερνά το 0.45. Ως εκ τούτου, εάν η τιμή του χ^2 βρίσκεται πάνω από το 0.30 θεωρείται στις περισσότερες περιπτώσεις αποδεκτή.

4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο στόχος της Διπλωματικής Εργασίας, όπως αυτός διαμορφώθηκε στο Κεφάλαιο 1.2, είναι **ανάλυση της επιρροής των αυτόνομων οχημάτων στη συμπεριφορά μετακίνησης**, καθώς και ο προσδιορισμός των βασικότερων παραγόντων που υπεισέρχονται στη συμπεριφορά αυτή. Πιο συγκεκριμένα, θα διερευνηθεί το κατά πόσο οι Έλληνες μετακινούμενοι είναι διατεθειμένοι να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα, το επίπεδο της εμπιστοσύνης τους ως προς τις επιμέρους τεχνολογίες και τις νέες υπηρεσίες κινητικότητας.

Για το σκοπό αυτό αποφασίστηκε στο Κεφάλαιο 3.3 η χρησιμοποίηση της **μεθόδου της δεδομένης προτίμησης** και, συγκεκριμένα, η συλλογή στοιχείων μέσω ενός κατάλληλα σχεδιασμένου **ερωτηματολογίου**. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση, ώστε να εξεταστεί η σημαντικότητά τους.

4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.2.1 Το ερωτηματολόγιο

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για τη Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε μέσω **ερωτηματολογίου**, το οποίο παρατίθεται στο σύνολό του στο τέλος του τεύχους στο **Παράρτημα Α**.

Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε **πέντε ενότητες** καλύπτοντας συνολικά δώδεκα σελίδες. Ο χρόνος συμπλήρωσής του κυμαίνεται μεταξύ 10 και 15 λεπτών, χρόνος που θεωρείται μεγάλος για έρευνες πεδίου αλλά εξαιτίας της φύσης του αντικειμένου και του έμφυτου ενδιαφέροντος που παρουσιάζουν τα αυτόνομα οχήματα ως νέα τεχνολογία αποφασίστηκε να μην τροποποιηθούν περαιτέρω οι ερωτήσεις.

Στο **εξώφυλλο του ερωτηματολογίου** φαίνονται ξεκάθαρα ο τίτλος της έρευνας, το όνομα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και ο τομέας μεταφορών και συγκοινωνιακής ύποδομής, το όνομα του πανεπιστημίου του Purdue (ΗΠΑ), καθώς και ένα σύντομο κείμενο, στο οποίο αναφέρεται

ξεκάθαρα ότι η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι ανώνυμη και τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν αυστηρά και μόνο στο πλαίσιο της έρευνας.

Καθόλη την έκταση του ερωτηματολογίου γίνεται χρήση **κλίμακας τύπου Likert** (Likert, 1932) πέντε σημείων ('Καθόλου', 'Λίγο', 'Ουδέτερα', 'Αρκετά', 'Πολύ') με σκοπό τη διατήρηση ενός υψηλού επιπέδου ευκολίας και σαφήνειας στην κατανόηση των ερωτήσεων. Η μορφή αυτή διατηρείται σε όλο το εύρος του ερωτηματολογίου χωρίς αλλαγές, ώστε να διατηρηθεί ο ίδιος βαθμός ομοιογένειας και να αποφευχθεί το ενδεχόμενο σύγχυσης στη συμπλήρωση των απαντήσεων, πέραν συγκεκριμένων ερωτήσεων που απαιτούσαν απάντηση της μορφής ΝΑΙ-ΟΧΙ.

4.2.2 Τα μέρη του ερωτηματολογίου

Στην **πρώτη ενότητα** του ερωτηματολογίου συμπεριλήφθηκε ένας αριθμός ερωτήσεων με σκοπό τη συλλογή στοιχείων για το επίπεδο γνώσης των ερωτηθέντων σχετικά με τα αυτόνομα οχήματα. 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.

Η **δεύτερη ενότητα** του ερωτηματολογίου αναφέρεται στα χαρακτηριστικά μετακίνησης των ερωτηθέντων. Οι ερωτήσεις αφορούν το πλήθος, το είδος, τον σκοπό καθώς και το μέσο μετακίνησης που επιλέγουν ανά περίπτωση. Σκοπός της ενότητας είναι η άντληση πληροφοριών σχετικά με τις μετακινήσεις των ερωτηθέντων σήμερα.

Η **τρίτη ενότητα** του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν τα χαρακτηριστικά εκείνα που επηρεάζουν την απόφαση του ερωτηθέντα για την επιλογή μέσου μεταφοράς. Το πρώτο μέρος της ενότητας στόχεύει στον προσδιορισμό της σπουδαιότητας των παραμέτρων για την επιλογή μέσου. Ενώ στο δεύτερο εμφανίζονται γενικές ερωτήσεις για τα αυτόνομα οχήματα και την άποψη του κάθε ερωτηθέντα σχετικά με αυτά.

Στην **τέταρτη ενότητα** περιλαμβάνεται το σημαντικότερο μέρος για τις αναλύσεις στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Η ενότητα αναφέρεται στην πρόθεση χρήση ενός αυτόνομου οχήματος. Στο πρώτο μέρος περιλαμβάνονται ερωτήσεις που αφορούν την πρόθεση χρήσης ενός αυτόνομου οχήματος. Στο δεύτερο μέρος καλείται να επιλέξει μέσο

μεταφοράς ανάμεσα σε συμβατικό όχημα, υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκεται μόνος στο όχημα και υπηρεσία κοινοχρησίας που δεν θα βρίσκεται μόνος στο όχημα βάση 2 παραμέτρων (χρόνος-κόστος) για μια συγκεκριμένη υπόθεση διαδρομής.

Στην **πέμπτη** και τελευταία ενότητα της έρευνας περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων. Συγκεκριμένα, ζητούνται το φύλο, η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, το επάγγελμα, η οικογενειακή κατάσταση, και το οικογενειακό εισόδημα.

4.2.3 Τα σενάρια

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στην τέταρτη ενότητα του ερωτηματολογίου περιλαμβάνονται τα **9 σενάρια**. Στο **σενάριο 0** οι χρήστες καλούνται να επιλέξουν μια από τις **3 εναλλακτικές επιλογές**, που αφορούν τις μετακινήσεις σήμερα με συμβατικά οχήματα (Ι.Χ., Ταξί, Μ.Μ.Μ.). Η μετακίνηση για την οποία καλούνται να επιλέξουν μέσο αφορά το υποθετικό σενάριο πως ξεκινούν από την περιοχή του Χαλανδρίου στις 8 π.μ. με σκοπό να μεταφερθούν στον χώρο εργασίας τους, ο οποίος βρίσκεται στην πλατεία Συντάγματος. Η επιλογή μεταξύ των τριών εναλλακτικών επιλογών από τους ερωτηθέντες θα γινόταν με βάση δύο παραμέτρους **κόστος** και **χρόνος** μετακίνησης.

Στα **σενάρια 1-8** οι ερωτηθέντες καλούνταν να επιλέξουν ανάμεσα σε **τρεις εναλλακτικές επιλογές** (συμβατικό όχημα, υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα όχημα που θα είστε μόνος στο όχημα και υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα) για το ίδιο σενάριο μετακίνησης με αυτό του σεναρίου 0 και θεωρώντας πως τα αυτόνομα όχημα είναι ήδη διαθέσιμα. Η επιλογή του συμβατικού οχήματος είναι σταθερή και αφορά το μέσο που επιλέχθηκε στο σενάριο 0 (Ι.Χ., Ταξί, Μ.Μ.Μ.). Η επιλογή μεταξύ των τριών εναλλακτικών επιλογών από τους ερωτηθέντες θα γινόταν με βάση δύο παραμέτρους **κόστος** και **χρόνος** μετακίνησης.

Η επιλογή των σεναρίων και των τιμών των παραμέτρων ακολούθησε έναν **λογικό σχεδιασμό**. Στο **σενάριο 0** παρουσιάζονται τιμές για το κόστος και τον χρόνο μετακίνησης που αφορούν την σημερινή πραγματικότητα. Στο κόστος συνυπολογίστηκαν όλα τα πιθανά κόστοι (π.χ. κόστος ασφάλισης Ι.Χ., συντήρηση Ι.Χ., στάθμευση) και ο χρόνος αφορά ολόκληρο το χρόνο μεταφοράς συμπεριλαμβάνοντας και τον χρόνο αναμονής.

Στα **σενάρια 1-8** για την επιλογή του συμβατικού οχήματος οι τιμές των παραμέτρων κόστους και χρόνου παραμένουν σταθερές και αφορούν το

μέσο μετακίνησης που επιλέχθηκε κατά το σενάριο 0. Οι τιμές των παραμέτρων των άλλων δύο επιλογών παρουσιάζουν αυξομειώσεις σε συγκεκριμένες μέγιστες και ελάχιστες τιμές.

Για την οπτική παρουσίαση των σεναρίων χρησιμοποιήθηκαν **πίνακες**, όπως αυτός που φαίνεται στην εικόνα 4.1, και δεν παρουσιάστηκαν προβλήματα στην ανάγνωση ή την κατανόησή τους. Το σύνολο των σεναρίων παρατίθεται στο Παράρτημα Α στο τέλος αυτού του τεύχους.

35. ΣΕΝΑΡΙΟ 4 *

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Μη αυτόνομο (επιλογή αρχικού σεναρίου)	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα
Χρόνος	-	35	40
Κόστος	-	10	7
Η επιλογή σας			

- ☐ Μη αυτόνομο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και θα είστε μόνος στο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και δε θα είστε μόνος στο όχημα

Εικόνα 4.1: Το Σενάριο 4 που χρησιμοποιήθηκε στην τέταρτη ενότητα του ερωτηματολογίου.

4.2.4 Συλλογή ερωτηματολογίων

Για τη συλλογή των ερωτηματολογίων αποφασίστηκε η πραγματοποίηση **έρευνας πεδίου**, η οποία ολοκληρώθηκε σε διάστημα τριών περίπου εβδομάδων την περίοδο Σεπτεμβρίου 2017. Ταυτόχρονα, χρησιμοποιήθηκε και μια **διαδικτυακή μορφή** του ερωτηματολογίου αξιοποιώντας την υπηρεσία Google forms (www.google.com/forms)

Σκοπός αυτής της μορφής του ερωτηματολογίου δεν ήταν μόνο ο διαμοιρασμός του στο Διαδίκτυο, αλλά η **διευκόλυνση στη συμπλήρωσή του** ανώνυμα από γνωστούς και άτομα στο κοντινό τους περιβάλλον μέσω φορητής ηλεκτρονικής συσκευής (tablet). Ο σύνδεσμος για την έρευνα στάλθηκε σε συγκεκριμένα άτομα, από τα οποία ζητήθηκε να μην αναρτηθεί σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης ή να διαμοιραστεί με άλλον τρόπο στο Διαδίκτυο.

Ο λόγος που επιλέχθηκε να μην πραγματοποιηθεί αποκλειστικά διαδικτυακή έρευνα ήταν ώστε **να μην υπάρξει αλλοίωση του δείγματος**. Ως γνωστόν οι Διαδικτυακές έρευνες δεν ικανοποιούν σε σημαντικό βαθμό την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, καθώς δεν διαθέτουν όλες οι ηλικίες και τα κοινωνικά στρώματα πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

Απόσπασμα της μορφής του ερωτηματολογίου που δημιουργήθηκε με το Google forms δίνεται παρακάτω στην Εικόνα 4.2.

28. Αναμένω πως θα αλλάζω το μέσο μεταφοράς για τις μετακινήσεις μου, από δημόσια συγκοινωνία σε υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα, μόλις γίνουν διαθέσιμα. *

	1	2	3	4	5	
ΔΙΑΦΩΝΩ ΚΑΘΕΤΑ	☐	☐	☐	☐	☐	ΣΥΜΦΩΝΩ ΑΠΟΛΥΤΩΣ

...

29. Θα πρότεινα σε άλλους ανθρώπους την αλλαγή από δημόσια συγκοινωνία σε υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα. *

	1	2	3	4	5	
ΔΙΑΦΩΝΩ ΚΑΘΕΤΑ	☐	☐	☐	☐	☐	ΣΥΜΦΩΝΩ ΑΠΟΛΥΤΩΣ

30. Πότε πιστεύετε ότι θα εφαρμοστεί αυτή η τεχνολογία στην Ελλάδα; *

- ☐ ΠΡΙΝ ΤΟ 2025
- ☐ ΜΕΤΑ ΤΟ 2025
- ☐ ΜΕΤΑ ΤΟ 2030
- ☐ ΜΕΤΑ ΤΟ 2040
- ☐ ΜΕΤΑ ΤΟ 2050

Εικόνα 2.2: Παράδειγμα ερώτησης με κλίμακα τύπου Likert με το Google forms.

Μετά την απόρριψη ορισμένων ερωτηματολογίων για διάφορους λόγους, όπως για παράδειγμα συγκεκριμένη απάντηση σε κάθε ερώτηση, συγκεντρώθηκαν συνολικά **235 ερωτηματολόγια**, τα οποία και υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία.

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.3.1 Κωδικοποίηση δεδομένων

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της συλλογής των ερωτηματολογίων ξεκίνησε η προετοιμασία για την στατιστική τους επεξεργασία. Σε πρώτο στάδιο όλες οι απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν και συγκεντρώθηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό **Microsoft Excel**. Γνωρίζοντας εκ των προτέρων ότι θα γίνει χρήση του προγράμματος **SPSS** (έκδοση 23) για την στατιστική ανάλυση με πολυωνυμική και διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση αντίστοιχα δημιουργήθηκαν δύο αρχεία Excel.

Το **πρώτο αρχείο Excel** που χρησιμοποιήθηκε για την πολυωνυμική περιλάμβανε όλες τις απαντήσεις των ερωτηθέντων για κάθε σενάριο. Αυτό σημαίνει ότι το αρχείο αποτελείται από 1881 σειρές (235 ερωτηθέντες επί 8 σενάρια) συν μία στην κορυφή με την αρίθμηση των ερωτήσεων και των σεναρίων, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.3.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
2	AA	choice	cost1	cost2	cost3	time1	time2	time3	1. Έχετε αι 2. Έχετε αι 3. Έχετε αι 4. Ποιό ε 5.1 Ποιό ε 5.2 Ποιό ε 5.3 Ποιό ε 5.4 Ποιό ε 5.5 Ποιό ε 5.6 Ποιό ε 6. Πόσα η; 7. Πόσα χ; 8.1 Πόσες 8.2												
3	1	3	8	7	4	40	35	40	5	5	5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	6
4	1	1	8	10	4	40	35	55	5	5	5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	6
5	1	2	8	7	7	40	35	55	5	5	5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	6
6	1	1	8	10	7	40	35	40	5	5	5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	6
7	1	1	8	7	4	40	50	55	5	5	5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	6
8	1	3	8	10	4	40	50	40	5	5	5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	6
9	1	1	8	7	7	40	50	40	5	5	5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	6
10	1	1	8	10	7	40	50	55	5	5	5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	6
11	2	3	1,4	7	4	50	35	40	2	2	1	1	5	5	2	2	2	2	2	1	1
12	2	3	1,4	10	4	50	35	55	2	2	1	1	5	5	2	2	2	2	2	1	1
13	2	1	1,4	7	7	50	35	55	2	2	1	1	5	5	2	2	2	2	2	1	1
14	2	1	1,4	10	7	50	35	40	2	2	1	1	5	5	2	2	2	2	2	1	1
15	2	1	1,4	7	4	50	50	55	2	2	1	1	5	5	2	2	2	2	2	1	1
16	2	3	1,4	10	4	50	50	40	2	2	1	1	5	5	2	2	2	2	2	1	1
17	2	3	1,4	7	7	50	50	40	2	2	1	1	5	5	2	2	2	2	2	1	1
18	2	1	1,4	10	7	50	50	55	2	2	1	1	5	5	2	2	2	2	2	1	1
19	3	3	1,4	7	4	50	35	40	2	3	2	1	5	5	2	2	2	2	2	2	5
20	3	3	1,4	10	4	50	35	55	2	3	2	1	5	5	2	2	2	2	2	2	5
21	3	1	1,4	7	7	50	35	55	2	3	2	1	5	5	2	2	2	2	2	2	5
22	3	1	1,4	10	7	50	35	40	2	3	2	1	5	5	2	2	2	2	2	2	5
23	3	3	1,4	7	4	50	50	55	2	3	2	1	5	5	2	2	2	2	2	2	5
24	3	3	1,4	10	4	50	50	40	2	3	2	1	5	5	2	2	2	2	2	2	5
25	3	1	1,4	7	7	50	50	40	2	3	2	1	5	5	2	2	2	2	2	2	5
26	4	2	8	7	4	40	35	40	5	5	5	1	2	2	1	1	2	1	1	5	7
27	4	2	8	10	4	40	35	55	5	5	5	1	2	2	1	1	2	1	1	5	7
28	4	1	8	7	7	40	35	55	5	5	5	1	2	2	1	1	2	1	1	5	7
29	4	1	8	10	7	40	35	40	5	5	5	1	2	2	1	1	2	1	1	5	7
30	4	2	8	7	4	40	50	55	5	5	5	1	2	2	1	1	2	1	1	5	7

Εικόνα 2.3: Μέρος του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα SPSS.

Η πρώτη γραμμή περιέχει τις στήλες:

- ο αύξων αριθμός των ερωτηθέντων
- *choice*, η επιλογή μίας εκ των τριών εναλλακτικών στα σενάρια, με *choice1*=Συμβατικό όχημα, *choice2*=Υπηρεσία κοινοχρησίας μετακινήσεων με αυτόνομο όχημα που θα είστε μόνος στο όχημα, και *choice3*=Υπηρεσία κοινοχρησίας μετακινήσεων με αυτόνομο όχημα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα

- *cost3, cost2, cost1*, η τιμή της μεταβλητής του κόστους για τις τρεις επιλογές
- *time3, time2, time1*, η τιμή της μεταβλητής του χρόνου για τις τρεις επιλογές
- *Ακολουθούν οι υπόλοιπες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου 1,2,3...*

Μερικές **παρατηρήσεις** σχετικά με τη διαδικασία της κωδικοποίησης παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

- Σε ερωτήσεις, στις οποίες οι απαντήσεις ήταν δύο, για παράδειγμα μεταξύ *Ναι* ή *Όχι*, η κωδικοποίηση στο Excel αντιστοιχεί *Ναι=1* και *Όχι=0*. Σε ερωτήσεις, στις οποίες οι απαντήσεις ήταν άνω των δύο, η πρώτη απάντηση αντιστοιχεί στο 1, η δεύτερη απάντηση στο 2, και ούτω καθεξής.
- Για να διαβαστεί το παραπάνω αρχείο στο SPSS ήταν απαραίτητη η μετατροπή του μέσα από το Microsoft Excel σε αρχείο τύπου .csv.
- Το δεύτερο αρχείο Excel που δημιουργήθηκε για το SPSS ήταν πρακτικά το ίδιο με το πρώτο αρχείο με την εξαίρεση ότι από κάθε ερωτηθέντα αφαιρέθηκαν οι επτά επιπρόσθετες γραμμές και διατηρήθηκε μόνο μία, αφού δεν ενδιέφερε η ανάλυση των σεναρίων σε αυτή την περίπτωση, αλλά η απάντησή τους στην ερώτηση «26. Έχω την πρόθεση να χρησιμοποιήσω ένα αυτόνομο όχημα μόλις τα αυτόνομα οχήματα γίνουν ευρέως διαθέσιμα» Συνεπώς, το αρχείο αποτελείται από 235 γραμμές συν μία στην κορυφή με την αρίθμηση των ερωτήσεων.
- Οι ερωτήσεις, στις οποίες δεν έχει δοθεί απάντηση, απεικονίζονται με κενό στο αντίστοιχο κελί τους στο Excel.
- Με το πρόγραμμα SPSS πραγματοποιήθηκε έλεγχος συσχέτισης (correlation) των μεταβλητών μέσω της εντολής *Analyze -> Correlate -> Bivariate*, με κριτήριο η συσχέτιση να είναι μικρότερη του 0.4. Δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

4.4 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθενται συγκεντρωτικά τα **σημαντικότερα** και **πιο ενδιαφέροντα στατιστικά στοιχεία** με τη μορφή πινάκων σχετικά με το δείγμα της έρευνας, αλλά και την απόκρισή του στην ερώτηση αγοράς αυτόνομου οχήματος.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η **ποσοστιαία κατανομή του δείγματος**:

Φύλο	
Άνδρας	50,2%
Γυναίκα	49,8%
Ηλικία	
18-24	22,8%
25-34	43,9%
35-44	12,2%
45-54	11,8%
55-64	7,2%
+65	2,1%
Εισόδημα	
<10.000€	24,5%
10.000-25.000€	46%
25.000€-50.000€	21,1%
+50.000€	8,4%
Μορφωτικό επίπεδο	
Γυμνάσιο	3%
Λύκειο	9,3%
ΙΕΚ/ΤΕΙ	19,4%
ΑΕΙ	43%
Μεταπτυχιακές σπουδές	25,3%

Πίνακας 2.1: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά φύλο, ηλικία, εισόδημα, και μορφωτικό επίπεδο.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η **ποσοστιαία κατανομή του δείγματος στην ερώτηση 26**. Έχω την πρόθεση να χρησιμοποιήσω ένα αυτόνομο όχημα μόλις τα αυτόνομα οχήματα γίνουν ευρέως διαθέσιμα.

Ναι	48,9%
Όχι	51,1%

Πίνακας 2.2: Ποσοστιαία κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση «Θα αγοράζατε ένα αυτόνομο όχημα;»

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην στατιστική επεξεργασία επιλέχθηκε να **συνδυαστούν ορισμένες απαντήσεις** ερωτήσεων για την καλύτερη σύγκριση μεταξύ τους. Για παράδειγμα, σε όλες τις ερωτήσεις που έγινε χρήση της κλίμακας τύπου Likert (1-5) οι απαντήσεις από **Διαφωνώ κάθετα/Διαφωνώ/Ουδέτερος/Συμφωνώ/Συμφωνώ απολύτως** μετατράπηκαν σε μορφή **ΝΑΙ/ΟΧΙ** (Διαφωνώ κάθετα/Διαφωνώ/Ουδέτερος=ΟΧΙ, Συμφωνώ/Συμφωνώ απολύτως=ΝΑΙ). Η τροποποίηση αυτή κατέστησε πολύ πιο εύκολη την στατιστική ανάλυση, η οποία οδήγησε στην εξαγωγή χρήσιμων και ουσιαστικών συμπερασμάτων και χρησιμοποιήθηκε κυρίως στην πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση.

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι οι ερωτηθέντες ήταν **στην πλειοψηφία τους νέοι** έως 34 ετών, με **υψηλό μορφωτικό επίπεδο** επιπέδου ΑΕΙ-Μεταπτυχιακές σπουδές, και ισόποση κατανομή όσον αφορά στο φύλο.

5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά οι **μεθοδολογίες** που χρησιμοποιήθηκαν στη Διπλωματική Εργασία, καθώς και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή τους.

Μετά την κωδικοποίηση των δεδομένων που αντλήθηκαν από τα ερωτηματολόγια και παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο ακολουθεί η **στατιστική τους επεξεργασία** με την εφαρμογή των στατιστικών προτύπων πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για το μέρος των σεναρίων και με τη μέθοδο της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για την ερώτηση που σχετίζεται με την χρήση ή όχι ενός αυτόνομου οχήματος. Ταυτόχρονα, παρουσιάζονται και οι **στατιστικοί έλεγχοι** για την καλή προσαρμογή των στατιστικών προτύπων.

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 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΩΝΥΜΙΚΗΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΜΕ ΤΟ SPSS

5.2.1 Εισαγωγή Δεδομένων στο SPSS

Για την εισαγωγή δεδομένων στο SPSS χρησιμοποιήθηκε το **δεύτερο αρχείο Excel**, στο οποίο έγινε αναφορά στο Κεφάλαιο 4.3.1, και η εντολή *File -> Open -> Data*. Στο παράθυρο που εμφανίζεται πρέπει να επιλεγθεί το *'Read variable names from the first row of data'*, ώστε η πρώτη σειρά του αρχείου να αντιπροσωπεύει τα ονόματα των μεταβλητών. Η τελική μορφή του αρχείου μετά την εισαγωγή του στο SPSS έχει τη μορφή της Εικόνας 5.1.

	@1 Εχτετακούσιγ σπασυόνισμο	@2 Εχτετακούσιγ σπασυόνισμο	@3 Εχτετακούσιγ χτετακούσιγ	@4 Ποτεύεσιγ σπασυόνισμο	@5 1ΕΡΓΑΣΙΑ	@5 2ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	@5 3ΣΥΓΓΡΑΜΜΑ	@5 4ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΚΕΤΕΝΙΚΑΦΩΝΙΑ	@5 5ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ	@5 6ΑΛΛΕΞΙΜΕΤΑ ΚΙΝΗΣΕΙΣ	@6 Ποτεύεσιγ σπασυόνισμο	@7 Ποτεύεσιγ σπασυόνισμο
1	5	5	5	1.0	2	2	2	2	2	2	3	3
2	2	2	1	1.0	5	5	2	2	2	2	2	1
3	2	3	2	1.0	5	5	2	2	2	2	2	2
4	5	5	5	1.0	2	2	1	1	2	1	1	5
5	5	3	3	.5	2	5	2	2	2	2	2	4
6	1	1	1	.5	2	1	1	2	2	2	1	3
7	5	1	1	.0	4	4	2	2	2	4	1	4
8	1	1	1	.0	2	2	2	2	2	2	1	3
9	2	4	5	.5	2	1	1	2	2	1	3	3
10	2	2	3	.5	2	1	1	2	2	5	2	3
11	5	5	5	1.0	2	2	2	2	2	2	3	4
12	1	1	1	.5	5	1	1	5	5	5	1	2
13	2	1	2	.0	2	1	2	2	2	2	3	4
14	3	3	4	1.0	5	1	1	3	3	3	2	3
15	2	2	2	.0	2	2	2	2	2	2	3	5
16	2	2	2	.5	2	2	2	2	2	2	2	3
17	6	5	5	1.0	2	2	2	2	2	2	2	3
18	6	6	6	1.0	5	1	1	2	2	2	3	3
19	2	2	2	.5	5	2	2	2	2	2	3	4
20	4	3	2	.5	1	1	1	1	1	1	2	1
21	3	1	4	1.0	2	2	2	2	2	2	3	2

Εικόνα 2.1: Τα δεδομένα μετά την εισαγωγή τους στο SPSS.

Στη δεύτερη καρτέλα *Variable View*, η οποία φαίνεται στην Εικόνα 5.2, εμφανίζονται χρήσιμες πληροφορίες για όλες τις μεταβλητές του μοντέλου. Συγκεκριμένα, μεταξύ άλλων αναφέρεται το **είδος της μεταβλητής** (διακριτή στη συγκεκριμένη περίπτωση), το εύρος των τιμών που αυτή λαμβάνει, και τυχόν τιμές που μπορεί να λείπουν.

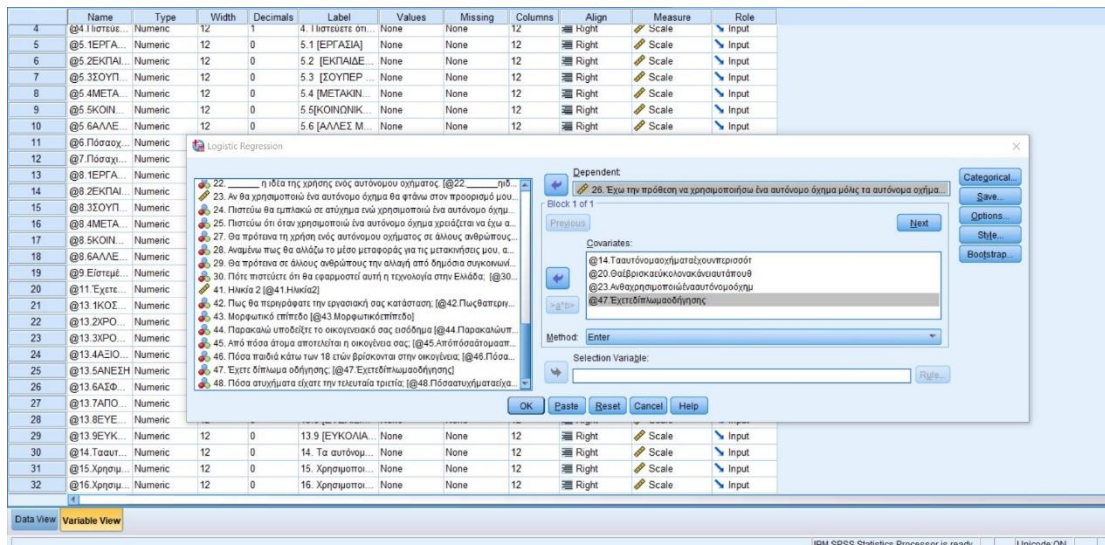
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	@1 Έχετε...	Numeric	1	0	1. Έχετε ακούσ...	None	None	12	Right	Scale	Input
2	@2 Έχετε...	Numeric	1	0	2. Έχετε ακούσ...	None	None	12	Right	Scale	Input
3	@3 Έχετε...	Numeric	1	0	3. Έχετε ακούσ...	None	None	12	Right	Scale	Input
4	@4 Πιστεύε...	Numeric	3	1	4. Πιστεύετε όπ...	None	None	12	Right	Scale	Input
5	@5 1ΕΡΓΑ...	Numeric	1	0	5.1 [ΕΡΓΑΣΙΑ]	None	None	12	Right	Scale	Input
6	@5 2ΕΚΠΑΙ...	Numeric	1	0	5.2 [ΕΚΠΑΙΔΕ...	None	None	12	Right	Scale	Input
7	@5 3ΣΟΥΠ...	Numeric	1	0	5.3 [ΣΟΥΠΕΡ ...	None	None	12	Right	Scale	Input
8	@5 4ΜΕΤΑ...	Numeric	1	0	5.4 [ΜΕΤΑΚΙΝ...	None	None	12	Right	Scale	Input
9	@5 5ΚΟΙΝ...	Numeric	1	0	5.5[ΚΟΙΝΩΝΙΚ...	None	None	12	Right	Scale	Input
10	@5 6ΑΛΛΕ...	Numeric	1	0	5.6 [ΑΛΛΕΣ Μ...	None	None	12	Right	Scale	Input
11	@6 Πόσα ο...	Numeric	1	0	6. Πόσα οχήμα...	None	None	12	Right	Scale	Input
12	@7 Πόσα χ...	Numeric	1	0	7. Πόσα χιλιόμε...	None	None	12	Right	Scale	Input
13	@8 1ΕΡΓΑ...	Numeric	1	0	8.1 [ΕΡΓΑΣΙΑ]	None	None	12	Right	Scale	Input
14	@8 2ΕΚΠΑΙ...	Numeric	1	0	8.2 [ΕΚΠΑΙΔΕ...	None	None	12	Right	Scale	Input
15	@8 3ΣΟΥΠ...	Numeric	1	0	8.3 [ΣΟΥΠΕΡ ...	None	None	12	Right	Scale	Input
16	@8 4ΜΕΤΑ...	Numeric	1	0	8.4[ΜΕΤΑΚΙΝΗ...	None	None	12	Right	Scale	Input
17	@8 5ΚΟΙΝ...	Numeric	1	0	8.5[ΚΟΙΝΩΝΙΚ...	None	None	12	Right	Scale	Input
18	@8 6ΑΛΛΕ...	Numeric	1	0	8.6 [ΑΛΛΕΣ Μ...	None	None	12	Right	Scale	Input
19	@9 Είστε μέ...	Numeric	1	0	9. Είστε μέλος ...	None	None	12	Right	Scale	Input
20	@11 Έχετε...	Numeric	1	0	11. Έχετε λογα...	None	None	12	Right	Scale	Input
21	@13 1ΚΟΣ...	Numeric	1	0	13.1 [ΚΟΣΤΟΣ]	None	None	12	Right	Scale	Input
22	@13 2ΧΡΟ...	Numeric	1	0	13.2 [ΧΡΟΝΟΣ]	None	None	12	Right	Scale	Input
23	@13 3ΧΡΟ...	Numeric	1	0	13.3 [ΧΡΟΝΟΣ]	None	None	12	Right	Scale	Input
24	@13 4ΑΞΙΟ...	Numeric	1	0	13.4 [ΑΞΙΟΠΙΣ...	None	None	12	Right	Scale	Input
25	@13 5ΑΝΕΣΗ	Numeric	1	0	13.5 [ΑΝΕΣΗ]	None	None	12	Right	Scale	Input
26	@13 6ΑΣΦ...	Numeric	1	0	13.6 [ΑΣΦΑΛΕΙΑ]	None	None	12	Right	Scale	Input
27	@13 7ΑΠΟ...	Numeric	1	0	13.7 [ΑΠΟΣΠΑ...	None	None	12	Right	Scale	Input
28	@13 8ΕΥΕ...	Numeric	1	0	13.8 [ΕΥΕΛΕΞΙ...	None	None	12	Right	Scale	Input

Εικόνα 2.2: Η καρτέλα Variable View του SPSS.

Σημειώνεται πως έγινε μετατροπή και σύμπτυξη των απαντήσεων της ερώτησης 26 (Έχω την πρόθεση να χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα μόλις αυτά γίνουν ευρέως διαθέσιμα) από 1-5 (διαφωνώ κάθετα-διαφωνώ- ουδέτερος-συμφωνώ-συμφωνώ απόλυτως) σε 1-2 δηλαδή ΝΑΙ-ΟΧΙ για τις ανάγκες τις δυνωυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αλλαγής των μεταβλητών μπορεί να ξεκινήσει η ανάλυση με το στατιστικό πρότυπο της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.

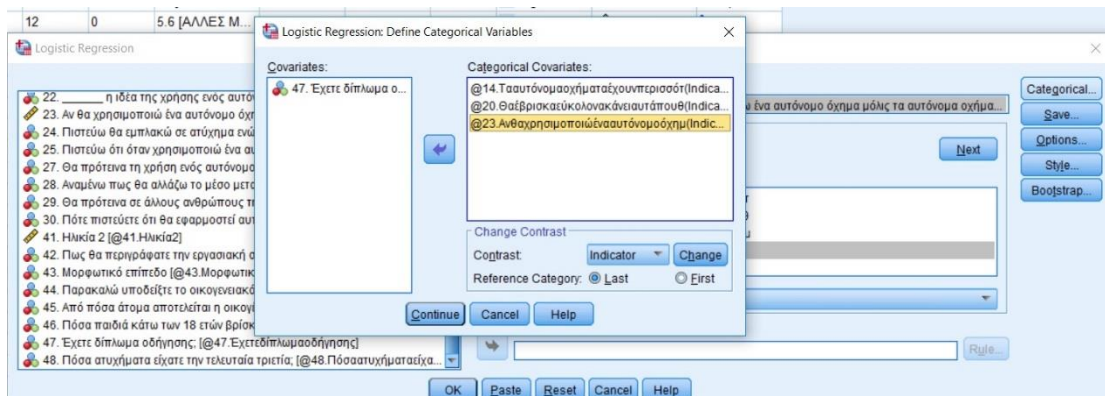
5.2.2 Επεξεργασία Δεδομένων

Για τη διαδικασία της επεξεργασίας των δεδομένων χρησιμοποιείται η εντολή *Analyze -> Regression -> Binary Logistic*. Ως **εξαρτημένη μεταβλητή** έχει οριστεί η μεταβλητή @26, η οποία αντιπροσωπεύει την ερώτηση Έχω την πρόθεση να χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα μόλις αυτά γίνουν ευρέως διαθέσιμα. Στο πεδίο *Covariates* εισάγονται οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** του μοντέλου, οι οποίες τελικά επιλέγονται με βάση τη στατιστική τους σημαντικότητα.



Εικόνα 2.3: Το παράθυρο για το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης στο SPSS.

Στο υπομενού *Categorical* ορίζεται η τιμή αναφοράς για κάθε μεταβλητή, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.4. Αν, για παράδειγμα, μια μεταβλητή λαμβάνει τρεις τιμές μπορεί να οριστεί η τιμή αναφοράς με την οποία θα συγκρίνονται οι υπόλοιπες τιμές. Το SPSS επιτρέπει τον ορισμό της τιμής αναφοράς μόνο για την πρώτη ή την τελευταία τιμή, και όχι κάποια ενδιάμεση.



Εικόνα 2.4: Ορισμός της τιμής αναφοράς για κάθε μεταβλητή.

Στο υπομενού *Options* επιλέγεται το *Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit* και τα υπόλοιπα μένουν ως έχουν. Η διαδικασία της ανάλυσης ξεκινά με το OK, τα αποτελέσματα της οποίας εμφανίζονται σε ένα νέο παράθυρο της μορφής της Εικόνας 5.5.

Στο πρώτο στάδιο εξετάζεται το μοντέλο χωρίς τις ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια εισέρχονται μία-μία με τη μέθοδο Enter. Στο SPSS περιλαμβάνονται όλες οι σχετικές πληροφορίες για τον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου και των μεταβλητών με τη μορφή πινάκων.

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	235	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	235	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		235	100,0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
0	0
1	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding			
			(1)	(2)	(3)	(4)
14. Τα αυτόνομα οχήματα έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα για την κοινωνία μας από τα μη-αυτόνομα (συμβατικά).	1	10	1,000	,000	,000	,000
	2	23	,000	1,000	,000	,000
	3	108	,000	,000	1,000	,000
	4	67	,000	,000	,000	1,000
	5	27	,000	,000	,000	,000
23. Αν θα χρησιμοποιούσα ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα.	1	14	1,000	,000	,000	,000
	2	32	,000	1,000	,000	,000
	3	95	,000	,000	1,000	,000
	4	73	,000	,000	,000	1,000
	5	21	,000	,000	,000	,000
20. Θα έβρισκα εύκολο να κάνω αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα.	1	20	1,000	,000	,000	,000
	2	21	,000	1,000	,000	,000
	3	89	,000	,000	1,000	,000
	4	74	,000	,000	,000	1,000
	5	31	,000	,000	,000	,000
47. Έχετε όπλο/μασκό οδήγησής.	0	43	1,000			
	1	192	,000			

Εικόνα 2.5: Μορφή του αποτελέσματος της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης στο SPSS.

Μετά από **πληθώρα δοκιμών με διάφορους συνδυασμούς μεταβλητών** βρέθηκε το τελικό μοντέλο και η συνάρτηση χρησιμότητας για την πρόθεση αγοράς ή όχι αυτόνομου οχήματος από Έλληνες οδηγούς, το οποίο παρουσιάζεται στην παρακάτω ενότητα.

5.2.3 Συνάρτηση Χρησιμότητας

Η διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση που πραγματοποιήθηκε με το SPSS παρήγαγε την παρακάτω **συνάρτηση χρησιμότητας**:

$$U = 1,843 - 3,081 * @20(1) - 3,124 * @20(2) - 2,043 * @23(2) \\ - 1,980 * @23(3) - 1,133 * @47 + 1,503 * @14(4)$$

Οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στην εξίσωση είναι:

- Ο όρος 1,843 αποτελεί το σταθερό όρο της συνάρτησης
- @20(1) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση 'Διαφωνώ κάθετα' της ερώτησης: Θα έβρισκα εύκολο να κάνει αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα
- @20(2) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση 'Διαφωνώ' της ερώτησης: Θα έβρισκα εύκολο να κάνει αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα
- @23(2) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση 'Διαφωνώ' της ερώτησης: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό.
- @23(3) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση 'Ουδέτερος' της ερώτησης: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό.
- @14(4) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση 'Συμφωνώ' της ερώτησης: Τα αυτόνομα οχήματα έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα για την κοινωνία μας από τα συμβατικά.
- @47 είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Έχετε δίπλωμα οδήγησης;

5.2.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου

Ο στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών πραγματοποιείται εύκολα μέσω του SPSS σε πίνακες. Τα δεδομένα αυτά έχουν συγκεντρωθεί στην Εικόνα 5.6 συγκεντρωτικά για τη συνάρτηση που αναπτύχθηκε παραπάνω.

Variables in the Equation						
	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a						
@20. Θαέβρισκαεύκολονακάνει αυτάπουθ			15,702	4	,003	
@20. Θαέβρισκαεύκολονακάνει αυτάπουθ(1)	-3,081	1,258	6,003	1	,014	,046
@20. Θαέβρισκαεύκολονακάνει αυτάπουθ(2)	-3,124	,991	9,935	1	,002	,044
@20. Θαέβρισκαεύκολονακάνει αυτάπουθ(3)	-1,012	,591	2,929	1	,087	,363
@20. Θαέβρισκαεύκολονακάνει αυτάπουθ(4)	-,496	,604	,675	1	,411	,609
@23. Ανθαχρησιμοποιώνασαυτό νομόχημ			17,466	4	,002	
@23. Ανθαχρησιμοποιώνασαυτό νομόχημ(1)	-2,185	1,316	2,757	1	,097	,112
@23. Ανθαχρησιμοποιώνασαυτό νομόχημ(2)	-2,043	,948	4,640	1	,031	,130
@23. Ανθαχρησιμοποιώνασαυτό νομόχημ(3)	-1,980	,820	5,829	1	,016	,138
@23. Ανθαχρησιμοποιώνασαυτό νομόχημ(4)	-,479	,807	,353	1	,552	,619
@47. Έχετεδίπλωμαοδήγησης (1)	-1,133	,487	5,414	1	,020	,322
@14. Τααυτόνομαοχήματαέχου νπερισσότ			9,027	4	,060	
@14. Τααυτόνομαοχήματαέχου νπερισσότ(1)	-19,110	11143,526	,000	1	,999	,000
@14. Τααυτόνομαοχήματαέχου νπερισσότ(2)	,187	,842	,049	1	,824	1,206
@14. Τααυτόνομαοχήματαέχου νπερισσότ(3)	,482	,614	,615	1	,433	1,619
@14. Τααυτόνομαοχήματαέχου νπερισσότ(4)	1,503	,637	5,568	1	,018	4,496
Constant	1,843	,708	6,776	1	,009	6,316

a. Variable(s) entered on step 1: @20.Θαέβρισκαεύκολονακάνειαυτάπουθ, @23.
Ανθαχρησιμοποιώνασαυτόνομόχημ, @47.Έχετεδίπλωμαοδήγησης, @14.Τααυτόνομαοχήματαέχουνπερισσότ.

Εικόνα 2.6: Στατιστικός έλεγχος μεταβλητών με το SPSS.

Αναλυτικότερα:

- **Μεταβλητές**, το όνομα των μεταβλητών που έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο. Η σημασία τους έχει δοθεί στο προηγούμενο Κεφάλαιο.

- *B* (ή αλλιώς *Beta*), η αριθμητική τιμή των συντελεστών των μεταβλητών.
- *Sig* (Significance), η σημαντικότητα της κάθε μεταβλητής στο μοντέλο. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υιοθετήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95 τοις εκατό. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε τιμή του *Sig* μικρότερη του 0.05 γίνεται αποδεκτή για το μοντέλο.
- *Exp(B)* (ή αλλιώς *Odds Ratio*). 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 3.6.

Οι συντελεστές των μεταβλητών ακολουθούν μια **λογική ερμηνεία**, ικανοποιώντας και αυτό το κριτήριο, όπως είχε αναφερθεί στο Κεφάλαιο 3.8.1.

Όσον αφορά στον **έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών**, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4.3.1, ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα SPSS χωρίς να παρατηρηθεί συσχέτιση μεταξύ τους.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στο SPSS διαθέτει **συντελεστή $\chi^2=0.477$** (διορθωμένος κατά Nagelkerke), οποίος είναι μεγαλύτερος από το 0.30 και, συνεπώς, γίνεται αποδεκτός.

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	221,746 ^a	,357	,477

a. Estimation terminated at iteration number 20 because maximum iterations has been reached. Final solution cannot be found.

Εικόνα 2.7: Συντελεστής χ^2 κατά Cox & Snell και διορθωμένος κατά Nagelkerke.

Ο **συντελεστής χ^2 κατά Cox & Snell** βασίζεται στην λογαριθμική πιθανότητα του μοντέλου σε σχέση με τη λογαριθμική πιθανότητα του βασικού μοντέλου. Στην περίπτωση διακριτών μεταβλητών το θεωρητικό μέγιστο του συντελεστή είναι μικρότερος της μονάδας. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται η **διόρθωση κατά Nagelkerke**, με την οποία

προσαρμόζεται η κλίμακα κατάλληλα ώστε να καλυφθεί το πλήρες εύρος από το μηδέν ως τη μονάδα.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Ελαστικότητα	Σχετική ελαστικότητα
Θα έβρισκα εύκολο να κάνει αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα ΔΙΑΦΩΝΩ ΚΑΘΕΤΑ	-0,52	3,39
Θα έβρισκα εύκολο να κάνει αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα ΔΙΑΦΩΝΩ	-0,51	3,34
Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό. ΔΙΑΦΩΝΩ	-0,40	2,66
Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό. ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ	-0,38	2,48
Τα αυτόνομα οχήματα έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα για την κοινωνία μας από τα συμβατικά. ΣΥΜΦΩΝΩ	0,37	-2,45
Έχετε δίπλωμα οδήγησης;	-0,15	1

Πίνακας 2.1: Ελαστικότητα και σχετική ελαστικότητα μεταβλητών.

Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η ελαστικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών του δείγματος ως προς την πρόθεση αγοράς αυτόνομου οχήματος. Από την στήλη της ελαστικότητας μπορεί κανείς να αντλήσει πληροφορίες για το μέγεθος της επιρροής της κάθε μεταβλητής

ως προς την πρόθεση αγοράς αυτόνομου οχήματος και από την στήλη της σχετικής ελαστικότητας το μέγεθος της επιρροής κάθε μεταβλητής σε σχέση με τη μεταβλητή “Έχετε δίπλωμα οδήγησης”, η οποία έχει τη μικρότερη επιρροή στο μοντέλο και χρησιμοποιήθηκε ως βάση αναφοράς.

5.2.5 Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η **ερμηνεία της συνάρτησης χρησιμότητας** που παρουσιάστηκε παραπάνω. Αρχικά, η συνάρτηση χρησιμότητας U , η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για την πρόθεση χρήσης αυτόνομου οχήματος μόλις αυτά γίνουν ευρέως διαθέσιμα ορίζεται ως εξής:

$$U = 1,843 - 3,081 * @20(1) - 3,124 * @20(2) - 2,043 * @23(2) \\ - 1,980 * @23(3) - 1,133 * @47 + 1,503 * @14(4)$$

Στη συνάρτηση αυτή διακρίνονται **έξι μεταβλητές**. Αυτές είναι:

- Ο όρος 1,843 αποτελεί το σταθερό όρο της συνάρτησης
- @20(1) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση ‘Διαφωνώ κάθετα’ της ερώτησης: Θα έβρισκα εύκολο να κάνεις αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα
- @20(2) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση ‘Διαφωνώ’ της ερώτησης: Θα έβρισκα εύκολο να κάνεις αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα
- @23(2) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση ‘Διαφωνώ’ της ερώτησης: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό.
- @23(3) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση ‘Ουδέτερος’ της ερώτησης: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό.
- @14(4) είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην απάντηση ‘Συμφωνώ’ της ερώτησης: Τα αυτόνομα οχήματα έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα για την κοινωνία μας από τα συμβατικά.
- @47 είναι η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Έχετε δίπλωμα οδήγησης;

Από την συνάρτηση U μπορεί κανείς να **συμπεράνει** με τη βοήθεια και των **Odds Ratio** της Εικόνας 5.8 τα εξής:

- Οι ερωτηθέντες που ΔΙΑΦΩΝΟΥΝ ΚΑΘΕΤΑ στην άποψη: Θα έβρισκα εύκολο να κάνει αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα είναι λιγότερο πιθανό κατά 94% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα.
- Οι ερωτηθέντες που ΔΙΑΦΩΝΟΥΝ στην άποψη: Θα έβρισκα εύκολο να κάνει αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα είναι λιγότερο πιθανό κατά 96% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα
- Οι ερωτηθέντες που ΔΙΑΦΩΝΟΥΝ στην άποψη: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό είναι λιγότερο πιθανό κατά 87% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα
- Οι ερωτηθέντες που είναι ΟΥΔΕΤΕΡΟΙ στην άποψη: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό είναι λιγότερο πιθανό κατά 86,2% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα
- Οι ερωτηθέντες που ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ στην άποψη: Τα αυτόνομα οχήματα έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα για την κοινωνία μας από τα συμβατικά είναι περισσότερο πιθανό κατά 4,5 φορές να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα.
- Οι ερωτηθέντες που έχουν δίπλωμα οδήγησης είναι λιγότερο πιθανό κατά 68% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα μόλις αυτά γίνουν ευρέως διαθέσιμα.

Από τον Πίνακα 5.9 της **ελαστικότητας** μπορεί κανείς να **συμπεράνει** τα εξής:

- Η μεταβλητή με τη μικρότερη επιρροή στην πρόθεση χρήσης αυτόνομων οχημάτων είναι το αν έχουν ή όχι οι ερωτηθέντες δίπλωμα οδήγησης.
- Η μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο είναι η απάντηση των ερωτηθέντων οι οποίοι δήλωσαν πως διαφωνούν-διαφωνούν κάθετα στην άποψη πως θα έβρισκαν εύκολο να κάνει αυτά που θέλουν ένα αυτόνομο όχημα .
- Η μεταβλητή με την δεύτερη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο είναι η απάντηση των ερωτηθέντων οι οποίοι δήλωσαν πως διαφωνούν ή είναι ουδέτεροι στην άποψη Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο

όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό.

- Τέλος οριακά ίδια επιρροή στο μοντέλο έχει και η άποψη των ερωτηθέντων που συμφωνούν στην ιδέα πως τα αυτόνομα οχήματα έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα για την κοινωνία μας σε σχέση με τα συμβατικά.

5.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΠΟΛΥΩΝΥΜΙΚΗΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Με το μοντέλο αυτό, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση των **σεναρίων** του ερωτηματολογίου. Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS (23).

5.3.1 Εισαγωγή Δεδομένων Στο SPSS

Σε πρώτο στάδιο εισάγουμε μέσω της εντολής *File -> Open -> Data ...* το αρχείο *multi.data.final.sav* που περιέχει κωδικοποιημένα τα στοιχεία του ερωτηματολογίου. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία το αρχείο είχε το όνομα *multi.data.final.sav*

Και η τελική μορφή του αρχείου *multi.data.final.sav* μετά την εισαγωγή του στο SPSS:

	AA	choise1	choise2	choise3	choise	cost1	cost2	cost3	time1	time2	time3	cost
1	1	0	0	1	3	8,0	7	4	40	35	40	4,0
2	1	1	0	0	1	8,0	10	4	40	35	55	8,0
3	1	0	1	0	2	8,0	7	7	40	35	55	7,0
4	1	1	0	0	1	8,0	10	7	40	35	40	8,0
5	1	1	0	0	1	8,0	7	4	40	50	55	8,0
6	1	0	0	1	3	8,0	10	4	40	50	40	4,0
7	1	1	0	0	1	8,0	7	7	40	50	40	8,0
8	1	1	0	0	1	8,0	10	7	40	50	55	8,0
9	2	0	0	1	3	1,4	7	4	50	35	40	4,0
10	2	0	0	1	3	1,4	10	4	50	35	55	4,0
11	2	1	0	0	1	1,4	7	7	50	35	55	1,4
12	2	1	0	0	1	1,4	10	7	50	35	40	1,4
13	2	1	0	0	1	1,4	7	4	50	50	55	1,4
14	2	0	0	1	3	1,4	10	4	50	50	40	4,0
15	2	0	0	1	3	1,4	7	7	50	50	40	7,0
16	2	1	0	0	1	1,4	10	7	50	50	55	1,4
17	3	0	0	1	3	1,4	7	4	50	35	40	4,0
18	3	0	0	1	3	1,4	10	4	50	35	55	4,0
19	3	1	0	0	1	1,4	7	7	50	35	55	1,4
20	3	1	0	0	1	1,4	10	7	50	35	40	1,4
21	3	0	0	1	3	1,4	7	4	50	50	55	4,0
22	3	0	0	1	3	1,4	10	4	50	50	40	4,0
23	3	1	0	0	1	1,4	7	7	50	50	40	1,4
24	3	1	0	0	1	1,4	10	7	50	50	55	1,4
25	4	0	1	0	2	8,0	7	4	40	35	40	7,0

Εικόνα 2.8: Η τελική μορφή του αρχείου *multi.data.final.sav* στο SPSS.

Αναλυτικότερα, στο αρχείο *data* περιλαμβάνονται οι παρακάτω μεταβλητές και αντίστοιχες τιμές:

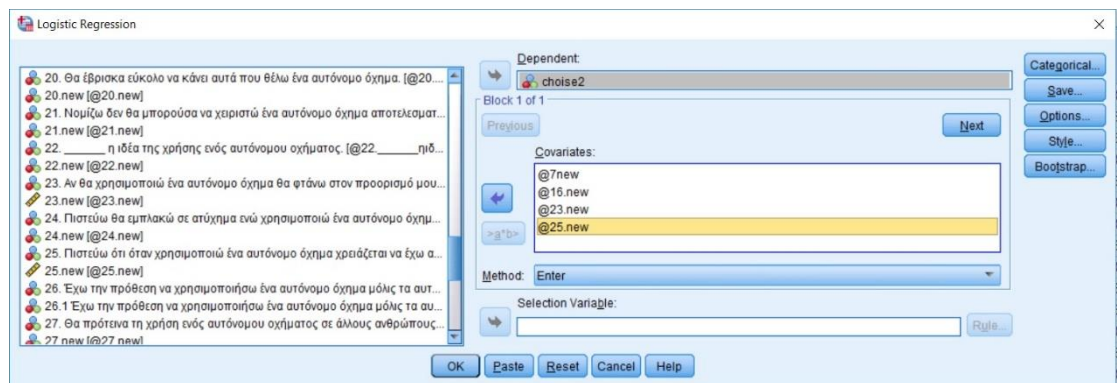
- *choise1,choise2,choise3*, ο αύξων αριθμός των σεναρίων ανά ερωτηθέντα ανά οκτάδες, αφού οκτώ ήταν τα σενάρια στα οποία κλήθηκαν να επιλέξουν μία εκ των τριών εναλλακτικών
- *choise*, η επιλογή μίας εκ των τριών εναλλακτικών στα σενάρια, με *choise1*=συμβατικό, *choise2*=υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα, και *choise3*=υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα
- *cost3, cost2, cost1*, η τιμή της μεταβλητής του κόστους για τις τρεις επιλογές (συμβατικό όχημα, υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που θα είστε μόνος στο όχημα και υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα)
- *time3, time2, time1*, η τιμή της μεταβλητής του χρόνου για τις τρεις επιλογές των σεναρίων
- 1, 2,..., η αρίθμηση των ερωτήσεων σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο του Παραρτήματος Α

5.3.2 Επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων

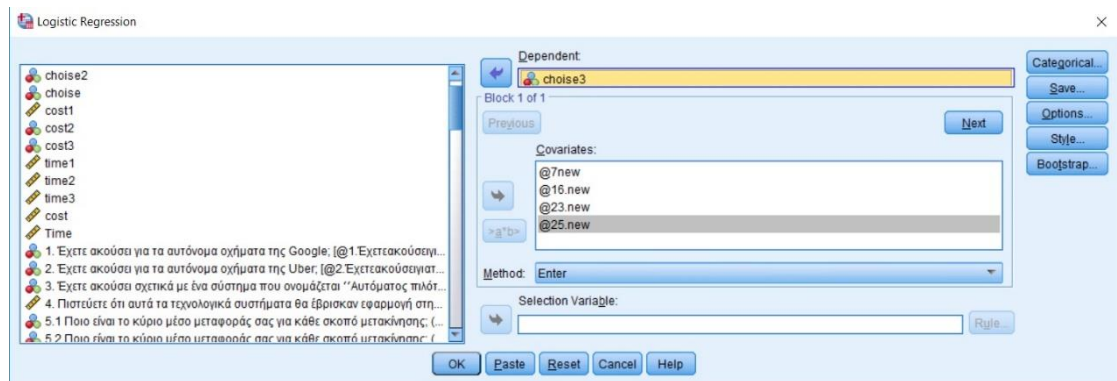
- Για την επεξεργασία των δεδομένων η μεταβλητή *choise* με τιμές 1-2-3 για κάθε μια από τις τρεις επιλογές αντίστοιχα μετατράπηκε σε 3 μεταβλητές *choise1, choise2, choise3* με τιμές 1-0 (ναι=1, όχι=0). Επομένως για κάθε επιλογή του ερωτηθέντα η αντίστοιχη τιμή του *choise* θα δίνει 3 τιμές στα *choise1, choise2, choise3* όπου το ένα θα έχει την τιμή 1 (δηλαδή επέλεξε το συγκεκριμένο μέσο) και οι άλλες δύο την τιμή 0 (δηλαδή δεν επέλεξε το συγκεκριμένο μέσο). Για παράδειγμα αν στο σενάριο3 επιλέξει μεταξύ **Συμβατικού οχήματος=1, Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που θα είστε μόνος στο όχημα=2 και Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα=3** την επιλογή 2, τότε η μεταβλητή *choise*=2 και άρα *choise1*=0, *choise2*=1 και *choise3*=0. Η συγκεκριμένη μετατροπή μας επιτρέπει να κάνουμε δυο δυωνυμικές λογιστικές παλινδρομήσεις αντί για μια πολυωνυμική και να βρούμε τις εξισώσεις χρησιμότητας για την επιλογή 2 (Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα

είστε μόνος στο όχημα) και την επιλογή 3 (Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα).

- Οι μεταβλητές **cost1**, **cost2**, **cost3** και **time1**, **time2**, **time3** που ανφέρονται στο κόστος και το χρόνο ανα επιλογή μέσου, μετατράπηκαν σε δυο μεταβλητές **cost** και **time**. Οι μεταβλητές **cost** και **time** λαμβάνουν την εκάστοτε τιμή ανάλογα με την επιλογή του ερωτηθέντα στο συγκεκριμένο σενάριο.
- Η εξαρτημένη μεταβλητή **choise1** και **choise2** υπολογίζεται συναρτήσει των μεταβλητών του κόστους, χρόνου οι οποίες λαμβάνουν διάφορες τιμές ανάλογα την εναλλακτική επιλογή, και των ανεξάρτητων μεταβλητών 7, 16, 23 και 25 (ερώτηση7, ερώτηση16, ερώτηση23 και ερώτηση25) των οποίων οι τιμές παραμένουν σταθερές ανεξάρτητα της εναλλακτικής επιλογής. Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων επετεύχθη μετά από πολλές δοκιμές.
- Για τη διαδικασία της επεξεργασίας των δεδομένων χρησιμοποιείται η εντολή *Analyze -> Regression -> Binary Logistic*. Ως **εξαρτημένη μεταβλητή** έχει οριστεί η μεταβλητή **choise1** και **choise2**. Στο πεδίο *Covariates* εισάγονται οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** του μοντέλου, οι οποίες τελικά επιλέγονται με βάση τη στατιστική τους σημαντικότητα.



Εικόνα 2.9: Το παράθυρο για το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης στο SPSS για εξαρτημένη μεταβλητή **choise2**.



Εικόνα 2.10: Το παράθυρο για το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης στο SPSS για εξαρτημένη μεταβλητή *choise3*.

- Στο υπομενού *Categorical* ορίζεται η τιμή αναφοράς για κάθε μεταβλητή, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.10. Αν, για παράδειγμα, μια μεταβλητή λαμβάνει τρεις τιμές μπορεί να οριστεί η τιμή αναφοράς με την οποία θα συγκρίνονται οι υπόλοιπες τιμές. Το SPSS επιτρέπει τον ορισμό της τιμής αναφοράς μόνο για την πρώτη ή την τελευταία τιμή, και όχι κάποια ενδιάμεση.
- Στο υπομενού *Options* επιλέγεται το *Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit* και τα υπόλοιπα μένουν ως έχουν. Η διαδικασία της ανάλυσης ξεκινά με το *OK*, τα αποτελέσματα της οποίας εμφανίζονται σε ένα νέο παράθυρο της μορφής της Εικόνας 5.10.
- Στο πρώτο στάδιο εξετάζεται το μοντέλο χωρίς τις ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια εισέρχονται μία-μία με τη μέθοδο *Enter*. Στο SPSS περιλαμβάνονται όλες οι σχετικές πληροφορίες για τον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου και των μεταβλητών με τη μορφή πινάκων.

```
LOGISTIC REGRESSION VARIABLES choise2
/METHOD=ENTER @7new @16.new cost Time @23.new @25.new
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) ITERATE(20) CUT(.5).
```

➔ Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	1880	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	1880	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		1880	100,0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
0	0
1	1

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a,b}

Observed		Predicted		
		choise2		Percentage Correct
		0	1	
Step 0	choise2 0	1360	0	100,0
	1	520	0	,0
Overall Percentage				72,3

Εικόνα 2.11: Μορφή του αποτελέσματος της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης στο SPSS.

Μετά από πληθώρα δοκιμών με διάφορους συνδυασμούς μεταβλητών βρέθηκε το τελικό μοντέλο και οι συναρτήσεις χρησιμότητας για την επιλογή Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα (choise2) και για την επιλογή Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα (choise3)

5.3.3 Συναρτήσεις Χρησιμότητας

Από τα μοντέλα που εξετάστηκαν παραπάνω προκύπτουν οι **δύο συναρτήσεις χρησιμότητας** για την επιλογή Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είστε μόνος στο όχημα και για την επιλογή Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα αντίστοιχα. Οι συντελεστές αυτών των συναρτήσεων εμφανίζονται στο SPSS (εικόνα 5.12).

Συγκεκριμένα, απεικονίζονται οι **σταθερές τιμές** των δύο συναρτήσεων, καθώς και οι **συντελεστές των μεταβλητών** για κάθε συνάρτηση 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 η μεταβλητή δεν θεωρούνταν σημαντική για το μοντέλο.

Ως εκ τούτου, οι τελικές συναρτήσεις και οι μεταβλητές που συμπεριληφθήκαν στο μοντέλο προέκυψαν μετά από πολλές δοκιμές, ώστε να βρεθεί ένας ικανοποιητικός συνδυασμός μεταβλητών που να ικανοποιεί τον στόχο της Διπλωματικής Εργασίας.

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a @7new	,709	,137	26,888	1	,000	2,032
@16.new	,617	,153	16,331	1	,000	1,854
cost	,684	,045	227,328	1	,000	1,983
Time	-,046	,011	17,721	1	,000	,955
@23.new	,667	,141	22,422	1	,000	1,948
@25.new	-,516	,156	10,993	1	,001	,597
Constant	-4,606	,612	56,635	1	,000	,010

a. Variable(s) entered on step 1: @7new, @16.new, cost, Time, @23.new, @25.new.

Εικόνα 2.12: Η μορφή του τελικού μοντέλου στο SPSS για *choise2*

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a @7new	-,523	,133	15,446	1	,000	,593
@16.new	,450	,127	12,507	1	,000	1,568
cost	-,062	,022	8,129	1	,004	,940
Time	,050	,009	30,654	1	,000	1,051
@23.new	,468	,115	16,481	1	,000	1,596
@25.new	-,532	,131	16,477	1	,000	,587
Constant	-3,072	,485	40,073	1	,000	,046

a. Variable(s) entered on step 1: @7new, @16.new, cost, Time, @23.new, @25.new.

Εικόνα 2.13: Η μορφή του τελικού μοντέλου στο SPSS για *choise3*

Με βάση τα παραπάνω οι **τελικές συναρτήσεις χρησιμότητας U1 και U2** για τα αυτόνομα και ημι-αυτόνομα οχήματα αντίστοιχα με επίπεδο αναφοράς το παραδοσιακό όχημα είναι οι εξής:

Συνάρτηση επιλογής **Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα:**

$$U1 = -4,606 + 0,684 * cost - 0,046 * time - 0,709 * @7 + 0,617 * @16 + 0,667 * @23 - 0,516 * @25$$

και η **πιθανότητα επιλογής αυτόνομου οχήματος** ορίζεται:

$$P1 = \frac{e^{U1}}{1 + e^{U1} + e^{U2}}$$

Συγκεκριμένα:

- Ο όρος -4,606 αποτελεί τον σταθερό όρο της συνάρτησης
- *cost*, η μεταβλητή του κόστους
- *time*, η μεταβλητή του χρόνου
- @7 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Ποσα χιλιόμετρα διανύσατε περίπου τον τελευταίο χρόνο;
- @16 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Χρησιμοποιώντας ένα αυτόνομο όχημα θα ήταν πιο φιλικό για το περιβάλλον σε σχέση με ένα συμβατικό.
- @23 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα.
- @25 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Πιστεύω ότι όταν χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα χρειάζεται να έχω αυξημένη την προσοχή μου σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα.

Συνάρτηση επιλογής **Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα:**

$$U2 = -3,072 - 0,062 * cost + 0,050 * time - 0,523 * @7 + 0,450 * @16 + 0,468 * @23 - 0,532 * @25$$

και η **πιθανότητα επιλογής ημι-αυτόνομου οχήματος** είναι:

$$P2 = \frac{e^{U2}}{1 + e^{U2} + e^{U1}}$$

Συγκεκριμένα:

- Ο όρος -3,072 αποτελεί τον σταθερό όρο της συνάρτησης
- *cost*, η μεταβλητή του κόστους

- *time*, η μεταβλητή του χρόνου
- @7 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Ποσα χιλιόμετρα διανύσατε περίπου τον τελευταίο χρόνο;
- @16 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Χρησιμοποιώντας ένα αυτόνομο όχημα θα ήταν πιο φιλικό για το περιβάλλον σε σχέση με ένα συμβατικό.
- @23 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα.
- @25 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Πιστεύω ότι όταν χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα χρειάζεται να έχω αυξημένη την προσοχή μου σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα.

Να σημειωθεί ότι στο μοντέλο της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης όλες οι ερωτήσεις χωρίστηκαν σε **δύο κατηγορίες**. Αναλυτικότερα, η ερμηνεία των παραπάνω δύο συναρτήσεων παρατίθεται στο Κεφάλαιο 5.2.5.

5.3.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου

Απολύτως απαραίτητος για την αποδοχή του μοντέλου και των συναρτήσεων χρησιμότητας αποτελεί ο **στατιστικός έλεγχος** του μοντέλου, ο οποίος πραγματοποιείται αυτόματα στο SPSS κατά την εξαγωγή των μαθηματικών μοντέλων όπως φαίνεται στις εικόνες 5.5 και 5.6 παραπάνω.

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a						
@7new	,709	,137	26,888	1	,000	2,032
@16.new	,617	,153	16,331	1	,000	1,854
cost	,684	,045	227,328	1	,000	1,983
Time	-,046	,011	17,721	1	,000	,955
@23.new	,667	,141	22,422	1	,000	1,948
@25.new	-,516	,156	10,993	1	,001	,597
Constant	-4,606	,612	56,635	1	,000	,010

a. Variable(s) entered on step 1: @7new, @16.new, cost, Time, @23.new, @25.new.

Variables in the Equation						
		B	S.E.	Wald	df	Sig.
Step 1 ^a						
	@7new	-,523	,133	15,446	1	,000
	@16.new	,450	,127	12,507	1	,000
	cost	-,062	,022	8,129	1	,004
	Time	,050	,009	30,654	1	,000
	@23.new	,468	,115	16,481	1	,000
	@25.new	-,532	,131	16,477	1	,000
	Constant	-3,072	,485	40,073	1	,000

a. Variable(s) entered on step 1: @7new, @16.new, cost, Time, @23.new, @25.new.

Εικόνες 5.12 και 5.13

Αναλυτικότερα:

- *Συντελεστές (B)*, η αριθμητική τιμή των συντελεστών των μεταβλητών.
- *Sig.*, η τιμή του Sig. 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 του 0.05 γίνεται αποδεκτή για το μοντέλο.
- *Exp(B)*, 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 έχει δοθεί στο Κεφάλαιο 3.6.
- *Σημαντικότητα Sig*, 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 3.8.1.

Όσον αφορά στον **έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών**, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4.3.1, ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα SPSS χωρίς να παρατηρηθεί συσχέτιση μεταξύ τους.

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	1480,274 ^a	,324	,468

a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than ,001.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στο R-Studio διαθέτει **συντελεστή $\chi^2=0,468$** , οποίος είναι μεγαλύτερος από το 0.30 και, συνεπώς, γίνεται αποδεκτός. Ο συντελεστής LRT του μοντέλου βρέθηκε ίσος με 1480,274. Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 3.7.5 ικανοποιείται το κριτήριο.

5.3.5 Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η ερμηνεία των συναρτήσεων χρησιμότητας που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Αρχικά, η **συνάρτηση χρησιμότητας U1**, η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για την επιλογή **Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομο όχημα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα** ορίζεται ως εξής:

$$U1 = -4,606 + 0,684 * cost - 0,046 * time - 0,709 * @7 + 0,617 * @16 + 0,667 * @23 - 0,516 * @25$$

Στη συνάρτηση αυτή διακρίνονται **μία σταθερά και οκτώ μεταβλητές**. Αυτές είναι:

- *cost*, η μεταβλητή του κόστους
- *time*, η μεταβλητή του χρόνου
- *@7* η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Ποσα χιλιόμετρα διανύσατε περίπου τον τελευταίο χρόνο; (λιγότερα ή περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα)
- *@16* η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Χρησιμοποιώντας ένα αυτόνομο όχημα θα ήταν πιο φιλικό για το περιβάλλον σε σχέση με ένα συμβατικό.(Ναι-Όχι)
- *@23* η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα.(Ναι-Όχι)

- @25 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Πιστεύω ότι όταν χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα χρειάζεται να έχω αυξημένη την προσοχή μου σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα.(Ναι-Όχι)

Από την συνάρτηση U1 **συμπεραίνει** κανείς με τη βοήθεια και των Odds Ratio των Εικόνων 5.5 τα εξής:

- Αύξηση του κόστους κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής της *Υπηρεσίας κοινοχρησίας αυτόνομου οχήματος που θα είστε μόνος στο όχημα (AVs)* κατα 1,9 φορές.
- Αύξηση του χρόνου κατά μία μονάδα οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας επιλογής *Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα AVs* κατά 97%.
- Οι ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα σε ένα έτος είναι 2 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα (AVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν πως τα αυτόνομα οχήματα θα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα συμβατικά είναι 1,8 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα (AVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν πως θα φτάνουν στον προορισμό τους ασφαλέστερα με ένα αυτόνομο όχημα είναι 1,9 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα (AVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν ότι θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους όταν χρησιμοποιούν ένα αυτόνομο όχημα έχουν είναι λιγότερο πιθανό κατά 0,59 φορές ή 41% να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα (AVs)*

Η **συνάρτηση χρησιμότητας U2**, η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για την επιλογή *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είναι μόνος στο όχημα* ορίζεται ως εξής:

$$U2 = -3,072 - 0,062 * cost + 0,050 * time - 0,523 * @7 + 0,450 * @16 + 0,468 * @23 - 0,532 * @25$$

Συγκεκριμένα:

- Ο όρος -3,072 αποτελεί τον σταθερό όρο της συνάρτησης
- *cost*, η μεταβλητή του κόστους
- *time*, η μεταβλητή του χρόνου
- @7 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: *Ποσα χιλιόμετρα διανύσατε περίπου τον τελευταίο χρόνο;*
- @16 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Χρησιμοποιώντας ένα αυτόνομο όχημα θα ήταν πιο φιλικό για το περιβάλλον σε σχέση με ένα συμβατικό.
- @23 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα.
- @25 η μεταβλητή που αναφέρεται στην ερώτηση: Πιστεύω ότι όταν χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα χρειάζεται να έχω αυξημένη την προσοχή μου σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα.

Από την συνάρτηση U2 μπορεί κανείς να **συμπεράνει** με τη βοήθεια και των Odds Ratio της Εικόνας 5.6 τα εξής:

- Αύξηση του κόστους κατά μία μονάδα οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας επιλογής της *Υπηρεσίας κοινοχρησίας αυτόνομου οχήματος που δεν θα είστε μόνος στο όχημα (SAVs)* κατά 0,94 φορές ή 6%.
- Αύξηση του χρόνου κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής *Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα δεν είστε μόνος στο όχημα AVs* κατά 100%.
- Οι ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα σε ένα έτος είναι λιγότερο κατά 0,59 φορές ή 41% πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είναι μόνος στο όχημα (SAVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν πως τα αυτόνομα οχήματα θα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα συμβατικά είναι 1,6 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είναι μόνος στο όχημα (SAVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν πως θα φτάνουν στον προορισμό τους ασφαλέστερα με ένα αυτόνομο όχημα είναι 1,6 φορές πιο

πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα όχημα* που δεν θα είναι μόνοι στο όχημα (SAVs).

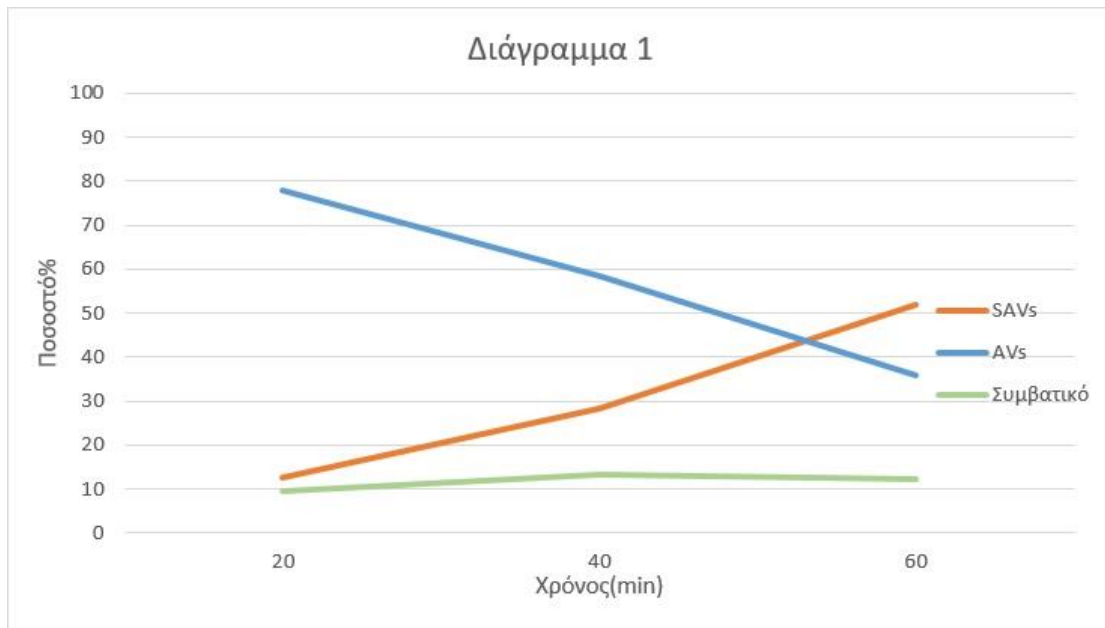
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν ότι θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους όταν χρησιμοποιούν ένα αυτόνομο όχημα έχουν είναι λιγότερο πιθανό κατά 0,59 φορές ή 41% να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είναι μόνοι στο όχημα* (SAVs)

5.3.6 Ανάλυση Ευαισθησίας

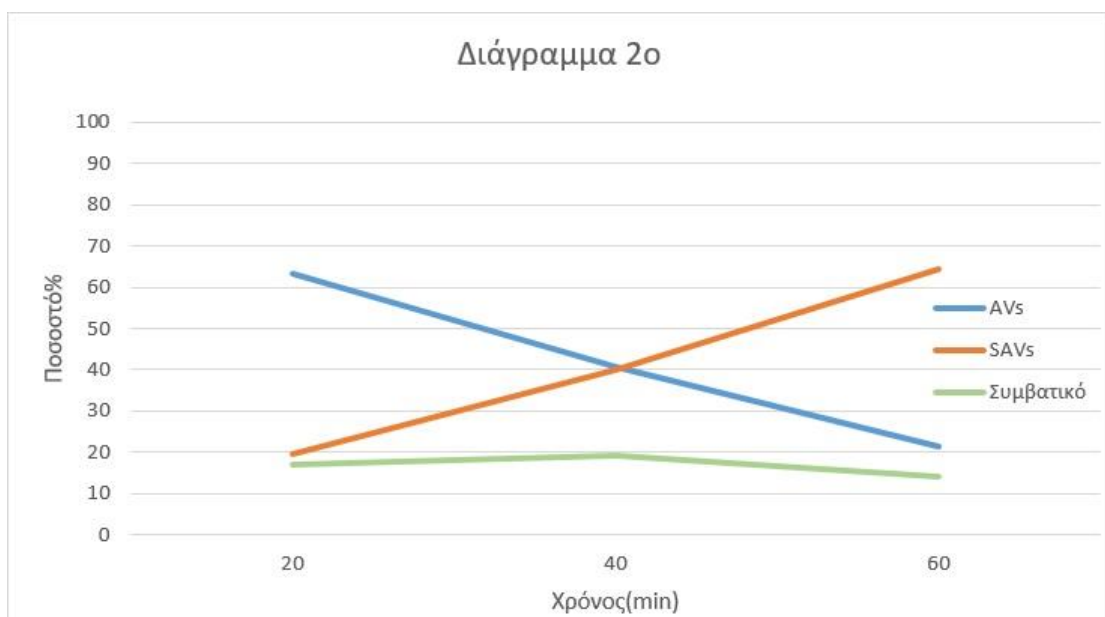
Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας** που δημιουργήθηκαν με σκοπό την ευχερέστερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην επιλογή *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα όχημα* που θα είστε μόνοι στο όχημα και *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα όχημα* που δεν θα είστε μόνος στο όχημα.

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, όπως για παράδειγμα εάν ξεκινήσει η σταδιακή υιοθέτηση των αυτόνομων οχημάτων στους ελληνικούς δρόμους.

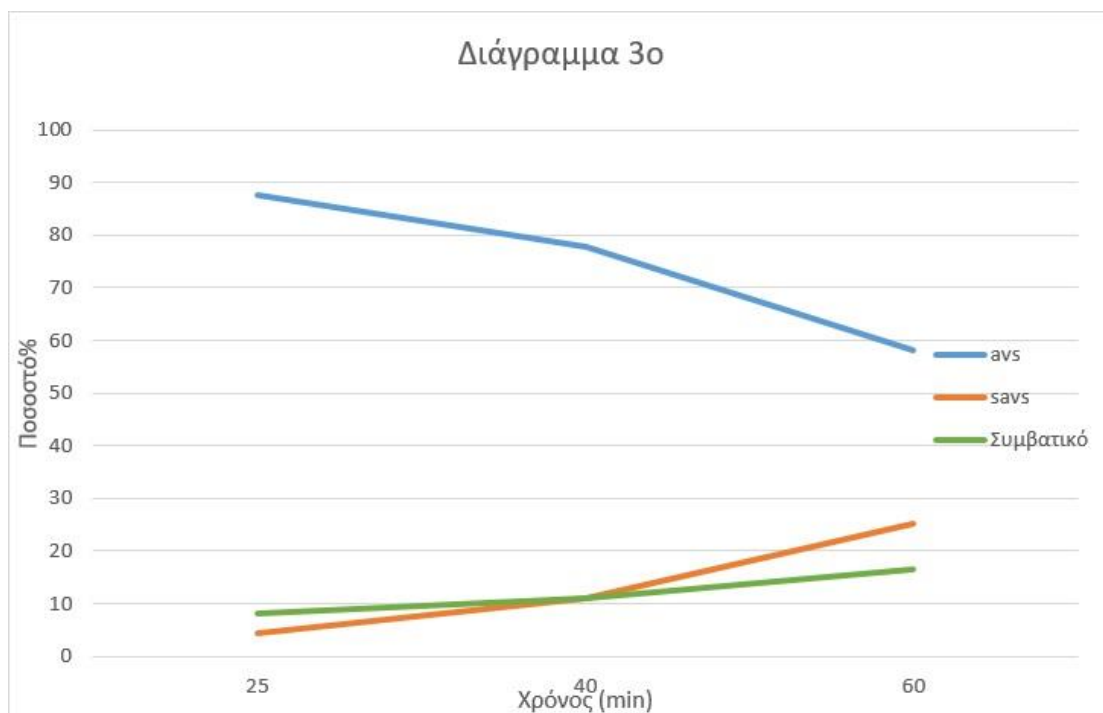
Τα διαγράμματα ανάλυσης ευαισθησίας **παρουσιάζονται στις επόμενες σελίδες**. Επισημαίνεται πως *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είστε μόνος στο όχημα* συμβολίζεται με AVs στα διαγράμματα και *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκεστε μόνος στο όχημα* συμβολίζεται με SAVs στα διαγράμματα ευαισθησίας.



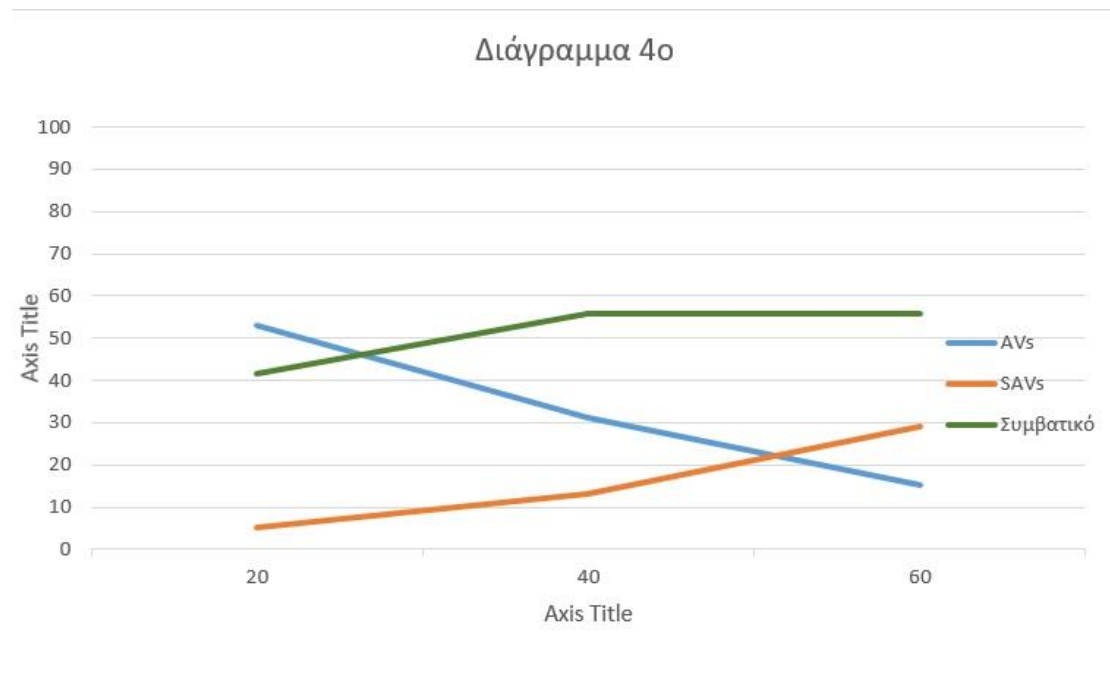
Διάγραμμα 2.1: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο για χαμηλό κόστος (AVs-7, SAVs-4) και ερωτηθέντες που διανύουν λιγότερα από 15.000χιλιόμετρα σε ένα χρόνο, θεωρούν τα αυτόνομα οχήματα πιο ασφαλή από τα συμβατικά, πιο φιλικά προς το περιβάλλον και δεν θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.



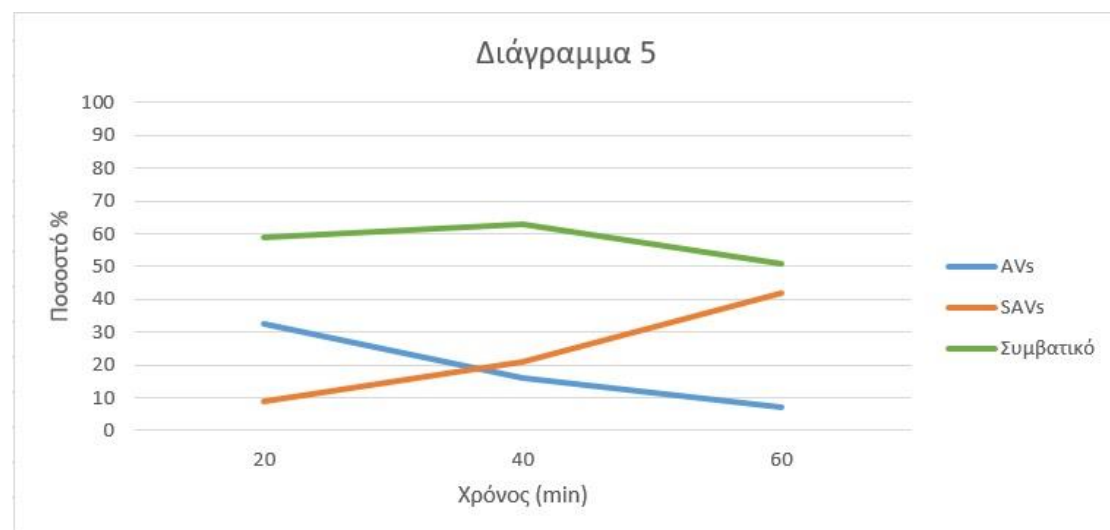
Διάγραμμα 2.2: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο για χαμηλό κόστος (AVs-7, SAVs-4) και ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000χιλιόμετρα σε ένα χρόνο, θεωρούν τα αυτόνομα οχήματα πιο ασφαλή από τα συμβατικά, πιο φιλικά προς το περιβάλλον και δεν θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.



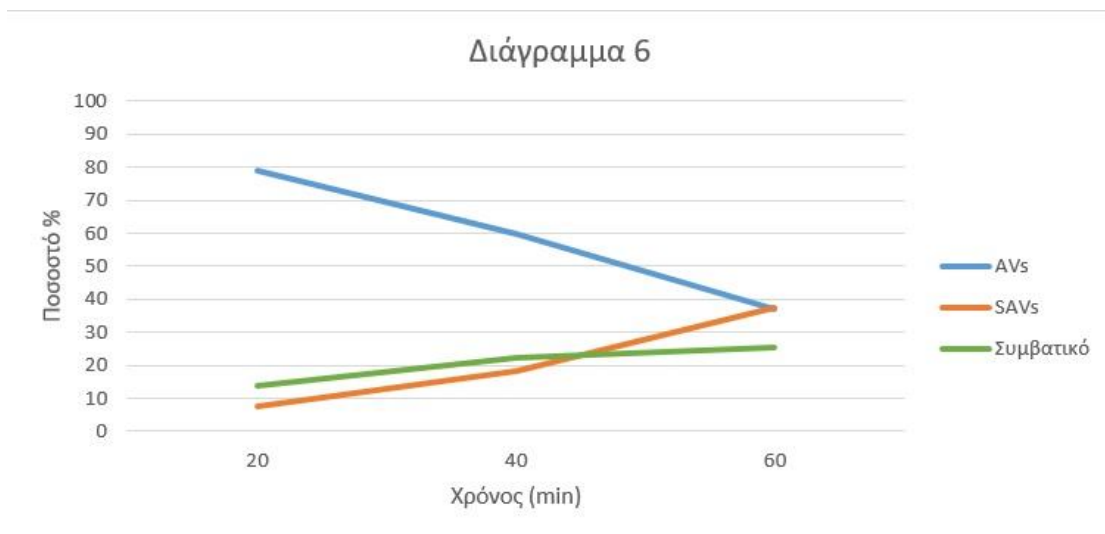
Διάγραμμα 2.3: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο για υψηλό κόστος (AVs-10, SAVs-7) και ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000χιλιόμετρα σε ένα χρόνο, θεωρούν τα αυτόνομα οχήματα λιγότερο ασφαλή από τα συμβατικά, πιο φιλικά προς το περιβάλλον και θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.



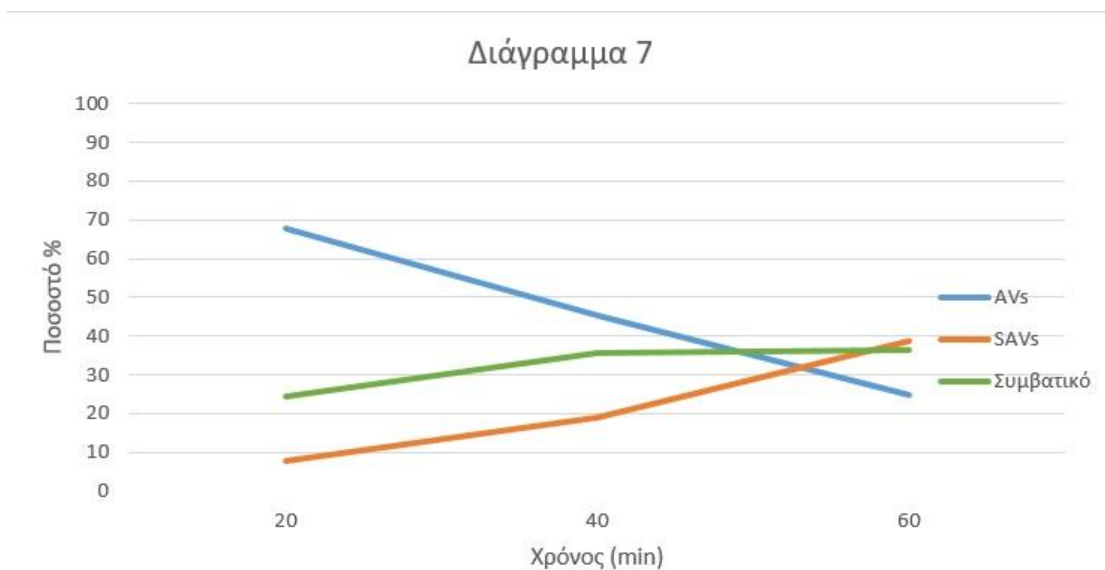
Διάγραμμα 2.4: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο για χαμηλό κόστος (AVs-7, SAVs-4) και ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000χιλιόμετρα σε ένα χρόνο, θεωρούν τα αυτόνομα οχήματα λιγότερο ασφαλή από τα συμβατικά, πιο φιλικά προς το περιβάλλον και θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.



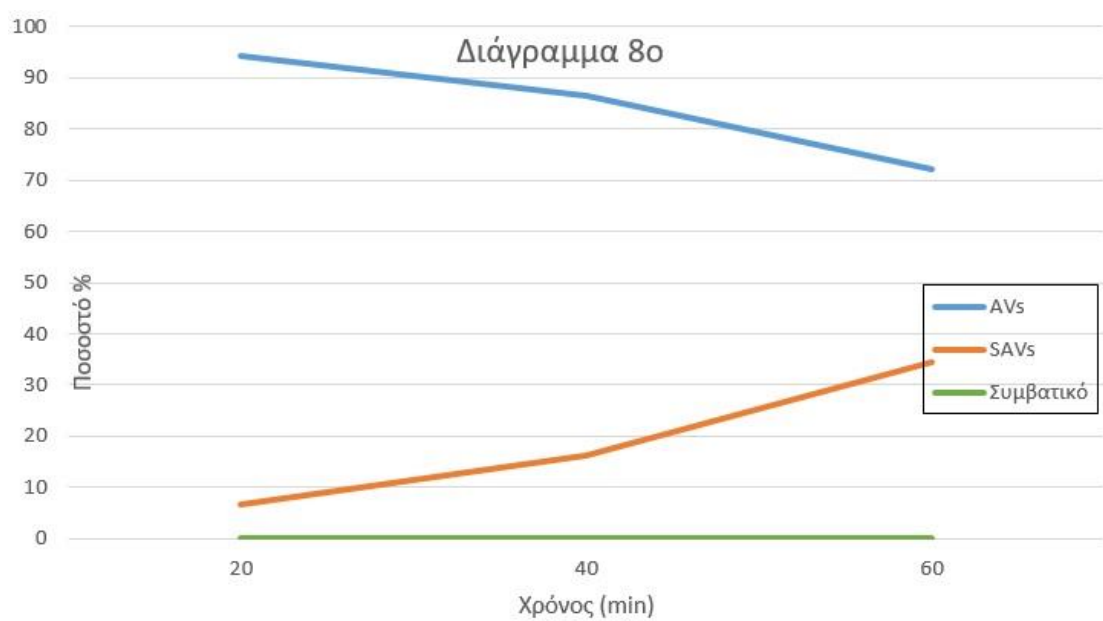
Διάγραμμα 2.5: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο για χαμηλό κόστος (AVs-7, SAVs-4) και ερωτηθέντες που διανύουν λιγότερα από 15.000χιλιόμετρα σε ένα χρόνο, θεωρούν τα αυτόνομα οχήματα λιγότερο ασφαλή από τα συμβατικά, λιγότερο φιλικά προς το περιβάλλον και θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.



Διάγραμμα 2.6: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο για υψηλό κόστος (AVs-10, SAVs-7) και ερωτηθέντες που διανύουν λιγότερα από 15.000χιλιόμετρα σε ένα χρόνο, θεωρούν τα αυτόνομα οχήματα λιγότερο ασφαλή από τα συμβατικά, λιγότερο φιλικά προς το περιβάλλον και θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.



Διάγραμμα 2.7: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο για χαμηλό κόστος (AVs-7, SAVs-4) και ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000χιλιόμετρα σε ένα χρόνο, θεωρούν τα αυτόνομα οχήματα πιο ασφαλή από τα συμβατικά, πιο φιλικά προς το περιβάλλον και θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.



Διάγραμμα 2.8: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο για υψηλό κόστος (AVs-10, SAVs-7) και ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα σε ένα χρόνο, θεωρούν τα αυτόνομα οχήματα πιο ασφαλή από τα συμβατικά, πιο φιλικά προς το περιβάλλον και θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.

Από τα προηγούμενα διαγράμματα μπορεί κανείς να συμπεράνει τα εξής:

- Οι ερωτηθέντες εμφανίζονται στην πλειοψηφία επιφυλακτικοί ως προς τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα, αλλά διατηρούν μια **θετική στάση απέναντι τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα**. Ειδικότερα, όσο εξοικονομείται χρόνος στις μετακινήσεις η πιθανότητα επιλογής υπηρεσιών κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα εμφανίζεται μεγαλύτερη.
- Ο **όγκος των μετακινήσεων σε ένα έτος** επηρεάζει διαφορετικά την επιλογή Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) και Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs). Ειδικότερα, για ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα σε ένα έτος η πιθανότητα επιλογής (AVs) αυξάνεται ενώ για (SAVs) μειώνεται.
- Οι ερωτηθέντες που συμφωνούν με τις απόψεις πως **τα αυτόνομα οχήματα είναι πιο ασφαλή από τα συμβατικά, δεν θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου**

οχήματος και πως τα αυτόνομα όχηματα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον έχουν αυξημένη πιθανότητα επιλογής (AVs) και (SAVs) έναντι συμβατικού οχήματος.

- Ο **χρόνος** επηρεάζει διαφορετικά την επιλογή Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) και Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs). Αύξηση του χρόνου μειώνει την πιθανότητα επιλογής (AVs), αλλά αυξάνει την πιθανότητα επιλογής (SAVs)
- Το **κόστος** επηρεάζει διαφορετικά την επιλογή Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) και Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs). Αύξηση του κόστους μειώνει την πιθανότητα επιλογής (SAVs), αλλά αυξάνει την πιθανότητα επιλογής (AVs).

5.4 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της αποδοχής των αυτόνομων οχημάτων και των υπηρεσιών κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα από τους Έλληνες**, καθώς και η **πρόθεση χρήσης** αυτών των υπηρεσιών μετακίνησης, ενώ, παράλληλα, καταγράφηκαν οι απόψεις των ερωτηθέντων για τα αυτόνομα οχήματα και την τεχνολογία τους γενικότερα.

Για τον σκοπό αυτό αναζητήθηκε **βιβλιογραφία** σχετική με το αντικείμενο της έρευνας τόσο σε εγχώριο όσο και σε διεθνές επίπεδο. Ταυτόχρονα, αποφασίστηκε η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων να πραγματοποιηθεί μέσω **ερωτηματολογίου**, στο οποίο συμπεριελήφθησαν οκτώ σενάρια σύμφωνα με τη μέθοδο της **δεδηλωμένης προτίμησης** από τα οποία οι ερωτηθέντες έπρεπε να επιλέξουν μεταξύ τριών εναλλακτικών: Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είστε μόνος στο όχημα, Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα, και παραδοσιακά οχήματα.

Για την στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο της **πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** για το μέρος των σεναρίων

και το πρότυπο της **διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** για τη διερεύνηση της πρόθεσης αγοράς αυτόνομων οχημάτων. Τα μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν από τις αναλύσεις αυτές, καθώς και τα αποτελέσματά τους παρατίθενται συνοπτικά παρακάτω:

Πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση

Συνάρτηση επιλογής Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είστε μόνος στο όχημα:

$$U1 = -4,606 + 0,684 * cost - 0,046 * time - 0,709 * @7 + 0,617 * @16 + 0,667 * @23 - 0,516 * @25$$

Από την συνάρτηση U1 μπορεί κανείς να **συμπεράνει** τα εξής:

- Αύξηση του κόστους κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής της *Υπηρεσίας κοινοχρησίας αυτόνομου οχήματος που θα είστε μόνος στο όχημα (AVs)* κατά 1,9 φορές.
- Αύξηση του χρόνου κατά μία μονάδα οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας επιλογής *Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα AVs* κατά 97%.
- Οι ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα σε ένα έτος είναι 2 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα (AVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν πως τα αυτόνομα οχήματα θα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα συμβατικά είναι 1,8 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα (AVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν πως θα φτάνουν στον προορισμό τους ασφαλέστερα με ένα αυτόνομο όχημα είναι 1,9 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα (AVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν ότι θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους όταν χρησιμοποιούν ένα αυτόνομο όχημα έχουν είναι λιγότερο πιθανό κατά 0,59 φορές ή 41% να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι μόνος στο όχημα (AVs)*.

Συνάρτηση επιλογής Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είστε μόνος στο όχημα:

$$U2 = -3,072 - 0,062 * cost + 0,050 * time - 0,523 * @7 + 0,450 * @16 + 0,468 * @23 - 0,532 * @25$$

Από την συνάρτηση U2 μπορεί κανείς να **συμπεράνει** τα εξής:

- Αύξηση του κόστους κατά μία μονάδα οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας επιλογής της *Υπηρεσίας κοινοχρησίας αυτόνομου οχήματος που δεν θα είστε μόνος στο όχημα (SAVs)* κατά 0,94 φορές ή 6%.
- Αύξηση του χρόνου κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής *Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα δεν είστε μόνοι στο όχημα AVs* κατά 100%.
- Οι ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα σε ένα έτος είναι λιγότερο κατά 0,59 φορές ή 41% πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είναι μόνοι στο όχημα (SAVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν πως τα αυτόνομα οχήματα θα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα συμβατικά είναι 1,6 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είναι μόνοι στο όχημα (SAVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν πως θα φτάνουν στον προορισμό τους ασφαλέστερα με ένα αυτόνομο όχημα είναι 1,6 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είναι μόνοι στο όχημα (SAVs)*.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν ότι θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους όταν χρησιμοποιούν ένα αυτόνομο όχημα έχουν είναι λιγότερο πιθανό κατά 0,59 φορές ή 41% να επιλέξουν *Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα είναι μόνοι στο όχημα (SAVs)*.

Από τα διαγράμματα ευαισθησίας του Κεφαλαίου 5.2.6 μπορεί κανείς να συμπεράνει τα εξής:

- Οι ερωτηθέντες εμφανίζονται στην πλειοψηφία επιφυλακτικοί ως προς τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα, αλλά διατηρούν μια **θετική στάση απέναντι τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα**. Ειδικότερα, όσο εξοικονομείται χρόνος στις μετακινήσεις η πιθανότητα επιλογής υπηρεσιών κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα εμφανίζεται μεγαλύτερη.
- Ο **όγκος των μετακινήσεων σε ένα έτος** επηρεάζει διαφορετικά την επιλογή Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) και Υπηρεσίας κοινοχρησίας με

αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs). Ειδικότερα, για ερωτηθέντες που διανύουν περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα σε ένα έτος η πιθανότητα επιλογής (AVs) αυξάνεται ενώ για (SAVs) μειώνεται.

- Οι ερωτηθέντες που συμφωνούν με τις απόψεις πως **τα αυτόνομα οχήματα είναι πιο ασφαλή από τα συμβατικά, δεν θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος και πως τα αυτόνομα οχήματα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον** έχουν αυξημένη πιθανότητα επιλογής (AVs) και (SAVs) έναντι συμβατικού οχήματος.
- Ο **χρόνος** επηρεάζει διαφορετικά την επιλογή Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) και Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs). Αύξηση του χρόνου μειώνει την πιθανότητα επιλογής (AVs), αλλά αυξάνει την πιθανότητα επιλογής (SAVs)

Το **κόστος** επηρεάζει διαφορετικά την επιλογή Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) και Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs). Αύξηση του κόστους μειώνει την πιθανότητα επιλογής (SAVs), αλλά αυξάνει την πιθανότητα επιλογής (AVs).

Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση

Η συνάρτηση που εκφράζει την **πρόθεση χρήσης αυτόνομου οχήματος μόλις αυτά γίνουν ευρέως διαθέσιμα** είναι:

$$U = 1,843 - 3,081 * @20(1) - 3,124 * @20(2) - 2,043 * @23(2) \\ - 1,980 * @23(3) - 1,133 * @47 + 1,503 * @14(4)$$

Από την συνάρτηση που εκφράζει την πρόθεση χρήσης αυτόνομου οχήματος μπορεί κανείς να **συμπεράνει** τα εξής:

- Οι ερωτηθέντες που ΔΙΑΦΩΝΟΥΝ ΚΑΘΕΤΑ στην άποψη: *Θα έβρισκα εύκολο να κάνω αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα* είναι λιγότερο πιθανό κατά 54% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα.
- Οι ερωτηθέντες που ΔΙΑΦΩΝΟΥΝ στην άποψη: *Θα έβρισκα εύκολο να κάνω αυτά που θέλω ένα αυτόνομο όχημα* είναι λιγότερο πιθανό κατά 56% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα
- Οι ερωτηθέντες που ΔΙΑΦΩΝΟΥΝ στην άποψη: *Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό* είναι λιγότερο πιθανό κατά 87% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα

- Οι ερωτηθέντες που είναι ΟΥΔΕΤΕΡΟΙ στην άποψη: *Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό* είναι λιγότερο πιθανό κατά 86,2% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα
- Οι ερωτηθέντες που ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ στην άποψη: *Τα αυτόνομα οχήματα έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα για την κοινωνία μας από τα συμβατικά* είναι περισσότερο πιθανό κατά 4,5 φορές να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα.
- Οι ερωτηθέντες που έχουν δίπλωμα οδήγησης είναι λιγότερο πιθανό κατά 68% να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα μόλις αυτά γίνουν ευρέως διαθέσιμα.

Από τον Πίνακα 5.1 της **ελαστικότητας** μπορεί κανείς να **συμπεράνει** τα εξής:

- Η μεταβλητή με τη μικρότερη επιρροή στην πρόθεση χρήσης αυτόνομων οχημάτων είναι το αν έχουν ή όχι οι ερωτηθέντες δίπλωμα οδήγησης.
- Η μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο είναι η απάντηση των ερωτηθέντων οι οποίοι δήλωσαν πως διαφωνούν-διαφωνούν κάθετα στην άποψη πως θα έβρισκαν εύκολο να κάνει αυτά που θέλουν ένα αυτόνομο όχημα .
- Η μεταβλητή με την δεύτερη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο είναι η απάντηση των ερωτηθέντων οι οποίοι δήλωσαν πως διαφωνούν ή είναι ουδέτεροι στην άποψη Αν θα χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα θα φτάνω στον προορισμό μου ασφαλέστερα σε σχέση με ένα συμβατικό.
- Τέλος οριακά ίδια επιρροή στο μοντέλο έχει και η άποψη των ερωτηθέντων που συμφωνούν στην ιδέα πως τα αυτόνομα οχήματα έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα για την κοινωνία μας σε σχέση με τα συμβατικά.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

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

- Οι μετακινούμενοι εμφανίζονται στην πλειοψηφία επιφυλακτικοί ως προς τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα, αλλά διατηρούν μια **θετική στάση απέναντι τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα**. Ειδικότερα, όσο εξοικονομείται χρόνος στις μετακινήσεις η πιθανότητα επιλογής υπηρεσιών κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα εμφανίζεται μεγαλύτερη.
- Οι μετακινούμενοι δείχνουν **μεγαλύτερη προτίμηση στις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα** σε σχέση με τις υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα. Ενδεχομένως, η διαφορά αυτή οφείλεται στη μηδενική εξοικείωση με τέτοιες υπηρεσίες κοινοχρησίας μετακινήσεων παρότι το κόστος θα είναι χαμηλότερο.
- Για την επιλογή μετακίνησης με υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) οι μετακινούμενοι έδειξαν θετική στάση απέναντι σε μια επιπλέον επιβάρυνση σε σχέση με τα παραδοσιακά μέσα μεταφοράς, ενώ για αύξηση του χρόνου μετακίνησης ήταν αρνητικοί. Αυτό δηλώνει πως όσοι επιλέγουν (AVs) έναντι (SAVs) και παραδοσιακών μέσων μεταφοράς δίνουν μεγαλύτερη σημασία στον χρόνο μετακίνησης σε σχέση με το κόστος.
- Για την επιλογή μετακίνησης με υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs) οι μετακινούμενοι έδειξαν θετική στάση απέναντι σε αύξηση του χρόνου μετακίνησης, ενώ ήταν αρκετά αρνητικοί σε αύξηση του κόστους. Αυτό δηλώνει πως όσοι επιλέγουν (SAVs) έναντι (AVs) και παραδοσιακών μέσων μεταφοράς δίνουν μεγαλύτερη σημασία στον κόστος μετακίνησης σε σχέση με το χρόνο.
- Ο **όγκος των μετακινήσεων σε ένα έτος** επηρεάζει διαφορετικά την επιλογή Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (AVs) και Υπηρεσίας κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που δεν θα βρίσκονται μόνοι στο όχημα (SAVs).

Ειδικότερα, για μετακινούμενοι που διανύουν περισσότερα από 15.000 χιλιόμετρα σε ένα έτος η πιθανότητα επιλογής (AVs) αυξάνεται ενώ για (SAVs) μειώνεται.

- Οι μετακινούμενοι που συμφωνούν με τις απόψεις πως **τα αυτόνομα οχήματα είναι πιο ασφαλή από τα συμβατικά, δεν θα έχουν αυξημένη την προσοχή τους κατά την χρήση ενός αυτόνομου οχήματος και πως τα αυτόνομα όχηματα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον** έχουν αυξημένη πιθανότητα επιλογής (AVs) και (SAVs) έναντι συμβατικού οχήματος.
- Οι μετακινούμενοι που **έχουν δίπλωμα οδήγησης** είναι λιγότερο πιθανό να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα μόλις αυτά γίνουν ευρέως διαθέσιμα είτε (AVs) είτε (SAVs).
- Η διωνυμική και η πολυωνυμική **λογιστική παλινδρόμηση** αποτελούν τις καταλληλότερες μεθόδους για την ανάλυση στοιχείων που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Τα μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία ικανοποιούν όλους τους στατιστικούς ελέγχους και προσφέρουν μια πολύ αξιόπιστη εικόνα χρήσιμη για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

6.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με βάση την παραπάνω σύνοψη των αποτελεσμάτων ακολουθεί ένα **σύνολο προτάσεων** που ενδεχομένως θα αξιοποιηθεί σε μελλοντικές έρευνες.

- Οι μετακινούμενοι εκφράζουν στο σύνολο τους μια θετική συμπεριφορά απέναντι στα αυτόνομα οχήματα διατηρώντας, ωστόσο, μια μικρή επιφύλαξη στο θέμα της **κοίνης μετακίνησης (sharing-services)**. Σε αυτόν τον τομέα οφείλουν να επικεντρωθούν οι αρμόδιοι φορείς κατά το αρχικό στάδιο της ενσωμάτωσης των αυτόνομων οχημάτων και την κυκλοφορία **αυτόνομων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς και ταξί** στους δρόμους. Με βάση, όμως, τη λειτουργία του συστήματος ARTS στα Τρίκαλα και τον υψηλό βαθμό ικανοποίησης που εξέφρασαν εκεί οι χρήστες για τα Λεωφορεία Χωρίς Οδηγό μπορεί να εξαχθεί ασφαλώς το συμπέρασμα ότι η άμεση επαφή με τέτοια συστήματα αυτονομίας επιφέρει μεγαλύτερα ποσοστά αποδοχής. Μια εκστρατεία ενημέρωσης του κοινού σε συνδυασμό με την πιλοτική λειτουργία

αυτόνομων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς και ταξί θεωρούνται αρκετές για την αντιμετώπιση των όποιων ενδοιασμών του κοινού.

- Οι μετακινούμενοι εκφράζουν στο σύνολο τους μια θετική συμπεριφορά απέναντι στα αυτόνομα οχήματα διατηρώντας, ωστόσο, μια μικρή επιφύλαξη στο θέμα της **ασφάλειας και της ικανότητας χρήσης τους**. Σε αυτόν τον τομέα οφείλουν να επικεντρωθούν οι αρμόδιοι φορείς κατά το αρχικό στάδιο της ενσωμάτωσης των αυτόνομων οχημάτων, ώστε να εκλείψουν όλες οι ανησυχίες των οδηγών σχετικά με την οδηγική τους συμπεριφορά και τα τεχνικά προβλήματα.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία εξετάστηκε η επιρροή του χρόνου και του κόστους στην επιλογή αυτόνομων οχημάτων και συγκεκριμένα για υπηρεσίες κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα που θα είναι ή όχι μόνος στο όχημα ο χρήστης. Παράλληλα, με την προσθήκη επιπρόσθετων μεταβλητών σχετικές με τα χαρακτηριστικά μετακίνησης 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, προτείνεται η **επέκταση του δείγματος** ώστε να περιλαμβάνει ένα μεγαλύτερο εύρος πληθυσμού.
- Επιπρόσθετα, εξαιτίας της φύσης του αντικειμένου που περιλαμβάνει τη σταδιακή ενσωμάτωση των αυτόνομων οχημάτων στην καθημερινότητα των χρηστών του οδικού δικτύου και μη τα επόμενα χρόνια επιβάλλεται η **επανάληψη της έρευνας σε τακτά χρονικά διαστήματα**, αφού είναι σχεδόν βέβαιο ότι η γνώμη του κοινού θα μεταβάλλεται ανάλογα με τα εκάστοτε νέα δεδομένα της εποχής.
- Τέλος, ενδέχεται να παρουσιάζει ενδιαφέρον η διεξαγωγή της έρευνας αποκλειστικά σε συγκεκριμένες **γεωγραφικές περιοχές** της χώρας ή/και **ομάδες του πληθυσμού**, ώστε να μελετηθούν οι ιδιαιτερότητες - αν υπάρχουν – της κάθε περιοχής ή/και ομάδας σε συγκοινωνιακές υποδομές και νοοτροπία σε σχέση με κάποια άλλη.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Anderson, J.M, N. Kalra, K.D. Stanley, P. Sorensen, C. Samaras, & O.A. Oluwatola (2016). *Autonomous Vehicle Technology A Guide for Policymakers*. RAND Corporation.

Bates, J. (1988). *Econometric Issues in Stated Preference Analysis*.

Bates, J., & Leibling, D. (2012). *Spaced Out Perspectives on Parking Policy*.

Bierlaire, M. (2006). *A theoretical analysis of the cross-nested logit model*. *Annals of Operations Research*. Vol. 144, 287-300.

Brown, A., Gonder, J., & Repac, B. (2014). *An Analysis of Possible Energy Impacts of Automated Vehicles*. Springer Book Chapter

Casley, S. V., Jardim, A. S., & Quartulli, A. M. (2013). *A Study of Public Acceptance of Autonomous Cars*.

Chris Schwarz C., Thomas G., Nelson K., McCrary M., & Schlarmann N. (2013). *Towards Autonomous Vehicles*.

Fosgerau, M., Bierlaire, M. (2007). *Circumventing the Problem of the Scale: Discrete Choice Models with Multiplicative Error Terms*.

European Commision Mobility and Transport Road Safety (November, 2016). *Road Safety evolution in the EU*. Ανακτήθηκε από http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics_en

Google (April 28, 2014). *Google Self-Driving Car on City Streets*. Ανακτήθηκε από <https://www.youtube.com/watch?v=dk3oc1Hr62g>

Google Self-Driving Car Project Monthly Report October 2016. Ανακτήθηκε από <https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/en//selfdrivingcar/files/reports/report-1016.pdf>

Gopinath, D., M. L. Schofield, et al. (2005). *Comparative Analysis of Discrete Choice Models with Flexible Substitution Patterns*.

Howard, D., & Dai, D. (2014). *Public perceptions of self-driving cars: The case of Berkeley, California*. Ανακτήθηκε από <http://www.danielledai.com/academic/howard-dai-selfdrivingcars.pdf>

Kroes, E.P., & Sheldon, R.J. (1988). *Stated Preference Methods: An Introduction*.

Kyriakidis, M., Happee, R., & De Winter, J. (2015) *Public Opinion on Automated Driving: Results of an International Questionnaire among 5,000 Respondents*.

- Likert, R. (1932). *A Technique for the Measurement of Attitudes*.
- Lustgarten, P., & Le Vine, S. (2016). *Public priorities and consumer preferences for selected attributes of Automated Vehicles*.
- Manski, C.F., McFadden, D.L. (1981). *Structural Analysis of Discrete Data and Econometric Applications*.
- McFadden, D., Train, K. (2006). *Mixed MNL Models for Discrete Response*.
- Menon, M. (2015). *Consumer Perception and Anticipated Adoption of Autonomous Vehicle Technology: Results from Multi-Population Surveys*.
- National Highway Traffic Safety Administration (February, 2015). *Critical Reasons for Crashes Investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey*. Ανακτήθηκε από <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812115>
- National Highway Traffic Safety Administration (May 30, 2013). U.S. Department of Transportation Releases Policy on Automated Vehicle Development. Ανακτήθηκε από <http://www.nhtsa.gov/About-NHTSA/Press-Releases/U.S.-Department-of-Transportation-Releases-Policy-on-Automated-Vehicle-Development>
- Nissan Announces Unprecedented Autonomous Drive Benchmarks (August 27, 2013). Ανακτήθηκε από <http://nissannews.com/en-US/nissan/usa/releases/nissan-announces-unprecedented-autonomous-drive-benchmarks#!>
- Payre, W., Cestac, J., & Delhomme, P. (2014). *Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori*.
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (1991). *Econometric models and economic forecasts*. New York: McGraw-Hill.
- Portouli E., Karaseitanidis G., Lytrivis P., Karaberi X., Gorgogetas G., McDonald M., Piao J., Valerio M., Delle Site P., Pietroni F., & Sessa C., August 23, 2016. *Trikala Ex-post Evaluation Report*.
- Reese C. (July 1, 2016). *BMW planning to bring an autonomous vehicle to market by 2021*. Ανακτήθηκε από <http://www.autoblog.com/2016/07/01/bmw-autonomous-vehicle-by-2021/>
- Roberts, M., Bates, J., Bradley, M., Marks, P.A., & Wardman, W. (1986). *Value of Time Research: Summary of Methodology and Recommendations*.
- Sage, A., & Lienert, P. (August 16, 2016). *Ford plans self-driving car for ride share fleets in 2021*. Ανακτήθηκε από <http://www.reuters.com/article/us-ford-autonomous-idUSKCN10R1G1>

Schoettle, B., & Sivak, M. (2014). *A survey of public opinion about autonomous and self-driving vehicles in the U.S., the U.K., and Australia*.

Stoll J. (May 10, 2016). *GM Executive Credits Silicon Valley for Accelerating Development of Self-Driving Cars*. Ανακτήθηκε από <http://www.wsj.com/articles/gm-executive-credits-silicon-valley-for-accelerating-development-of-self-driving-cars-1462910491>

Summary of SAE International's Levels of Driving Automation for On-Road Vehicles (2014). Ανακτήθηκε από http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf

Tesla Motors (November 18, 2016). *Autopilot Full Self-Driving Hardware*. Ανακτήθηκε από <https://vimeo.com/192179727>

U.S. Department of Transportation. *Federal Automated Vehicles Policy - September 2016*. Ανακτήθηκε από <https://www.transportation.gov/AV/federal-automated-vehicles-policy-september-2016>

Summary of SAE International's Levels of Driving Automation for On-Road Vehicles, 2014

Silberg et al. (2013) Investigate the decision to purchase autonomous vehicles.

Vallet (2013) Investigate the willingness to purchase autonomous vehicles.

Begg et al. (2014) Understand expectations and concerns on advanced vehicle technologies in London, UK.

Schoettle et al.,(2014) Investigate public opinion towards emerging technologies in different countries.

Kyriakidis et al. (2015) Examine user acceptance, risks, and willingness-to-pay towards fully and partial automated vehicles in different countries.

Payre et al., 2014 Explore to what extent drivers are willing to accept the use of autonomous vehicles.

Haboucha et al. (2017) Understand what motivates the intention to use autonomous vehicles

Casley et al., 2013 Identify the key influences that might impact the desirability of autonomous vehicles (related to cost, safety, legislation, productivity, efficiency, and environment).

Ipsos MORI (2014) Investigate awareness and attitudes on autonomous vehicles.

Hohenberger et al. (2016) Estimate the willingness to use autonomous vehicles.

Bansal et al. (2016a) Estimate the average willingness-to-pay for fully and partial automated vehicles.

Daziano et al. (2017) Estimate the willingness-to-pay for fully and partial automated vehicles.

Schoettle et al. (2014b) Understand the perceptions towards autonomous vehicles in different countries.

Continental Mobility Study (2015) Understand the acceptance of autonomous vehicles in different countries and whether the technology is welcome.

Howard et al. (2014) Investigate people's attitudes towards autonomous vehicles.

Chen et al., 2016 Exploration of implications on shared autonomous electric vehicles (SAEV) fleet

Martinez et al., 2012 Assessment of market potential for implementing shared taxi service in Lisbon, Portugal

Zachariah et al. (2013) Feasibility study of assembling fleet of autonomous taxis in NJ

Burns et al., 2013 Evaluation on whether shared autonomous vehicles can provide better mobility at a lower cost in Ann Arbor, MI

Bonabeau (2002) Agent-Based Modeling: Methods and Techniques for Simulating Human Systems. PNAS, Vol.99, No. 3, 2002a.

Holland, J. The Global Economy as an Adaptive Process. The Economy As a an Evolving Complex System (P. W. Anderson, K. J. Arrow, and D. Pines, eds.). Addison Wesley, Redwood City, Calif., 1988.

Macy and Willer, 2002

Matthews et al, (2007) (ecology)

Garcia, 2005; Hauser et al, 2006; Negahban and Yilmaz, 2014 (Marketing)

Lavasani et al., (2016) Market Penetration Model for Autonomous Vehicles Based on Previous Technology 1 Adoption Experiences

Levin et al., (2016) A general framework for modeling shared autonomous vehicles

Fagnant and Kockelman, (2015) Operations of Shared Autonomous Vehicle Fleet for Austin, Texas, Market

Marczuk et al., (2015) Autonomous Mobility on Demand in SimMobility: Case Study of the Central Business District in Singapore

Bagloee et al. (2016) Autonomous vehicles: challenges, opportunities, and future implications for transportation policies

Zhang et al. (2015) Exploring the impact of shared autonomous vehicles on urban parking demand: An agent-based simulation approach

Burghout et al. (2015) IMPACTS OF SHARED AUTONOMOUS 1 TAXIS IN A METROPOLITAN AREA

Bischoff et al. (2016) Simulation of city-wide replacement of private cars with autonomous taxis in Berlin

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Ο Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Purdue (Η.Π.Α) διεξάγει έρευνα πάνω στη νέα υπηρεσία κοινοχρησίας αυτόνομων (χωρίς οδηγό) οχημάτων. Η υπηρεσία κοινοχρησίας αυτόνομων οχημάτων έχει στόχο τη στροφή από την έννοια της ιδιοκτησίας μέσω μεταφοράς σε λύσεις κινητικότητας που προσφέρονται στους χρήστες ως υπηρεσίες (mobility-as-a-service).

Το ερωτηματολόγιο χρειάζεται 7-10 λεπτά για να ολοκληρωθεί. Οι απαντήσεις είναι ανώνυμες, εμπιστευτικές και τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν αυστηρά και μόνο στο πλαίσιο της έρευνας.

*** Απαιτείται**

Παράβλεψη και μετάβαση στην ερώτηση 1.

Ενότητα 1 ΕΠΙΠΕΔΟ ΓΝΩΣΗΣ

1. **Έχετε ακούσει για τα αυτόνομα οχήματα της Google; ***

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Δεν έχω ακούσει
- ☐ Νομίζω έχω ακούσει
- ☐ Έχω διαβάσει μια φορά γι' αυτά
- ☐ Κάποιος μου μίλησε για αυτά
- ☐ Έχω διαβάσει πάνω από μια φορά για αυτά αλλά όχι σε συχνή βάση
- ☐ Παρακολουθώ τα νέα γύρω από αυτά συνεχώς

2. **Έχετε ακούσει για τα αυτόνομα οχήματα της Uber; ***

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Δεν έχω ακούσει
- ☐ Νομίζω έχω ακούσει
- ☐ Έχω διαβάσει μια φορά γι' αυτά
- ☐ Κάποιος μου μίλησε για αυτά
- ☐ Έχω διαβάσει πάνω από μια φορά για αυτά αλλά όχι σε συχνή βάση
- ☐ Παρακολουθώ τα νέα γύρω από αυτά συνεχώς

3. **Έχετε ακούσει σχετικά με ένα σύστημα που ονομάζεται "Αυτόματος πιλότος" ("auto-pilot") και παρέχεται σε κάποιες εκδόσεις των οχημάτων της TESLA; ***

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Δεν έχω ακούσει
- ☐ Νομίζω έχω ακούσει
- ☐ Έχω διαβάσει μια φορά γι' αυτά
- ☐ Κάποιος μου μίλησε για αυτά
- ☐ Έχω διαβάσει πάνω από μια φορά για αυτά αλλά όχι σε συχνή βάση
- ☐ Παρακολουθώ τα νέα γύρω από αυτά συνεχώς

4. 4. Πιστεύετε ότι αυτά τα τεχνολογικά συστήματα θα έβρισκαν εφαρμογή στην Ελλάδα ; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ
- ☐ Δεν είμαι σίγουρος/η

Ενότητα 2. Χαρακτηριστικά μετακίνησης

5. 5. Ποιο είναι το κύριο μέσο μεταφοράς σας για κάθε σκοπό μετακίνησης; (Επιλέξτε ένα μέσο για κάθε σκοπό μετακίνησης) *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	ΠΟΔΗΛΑΤΟ/ ΠΕΖΟΣ	Ι.Χ.	ΤΑΞΙ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	ΜΕΤΡΟ	ΣΥΝΕΠΙΒΑΤΙΣΜΟΣ (carpool)	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΙΑΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (Uber)
ΕΡΓΑΣΙΑ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ (ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, ΣΧΟΛΕΙΟ...)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΣΟΥΠΕΡ ΜΑΡΚΕΤ/ ΓΕΝΙΚΑ ΨΩΝΙΑ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΓΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ / ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΆΛΛΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6. 6. Πόσα οχήματα ανήκουν ή σε πόσα οχήματα έχετε πρόσβαση στην οικογένειά; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ >4

7. 7. Πόσα χιλιόμετρα διανύσατε περίπου τον τελευταίο χρόνο; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ ΔΕΝ ΕΧΩ Ι.Χ.
- ☐ <5.000KM
- ☐ 5.000-15.000KM
- ☐ 15.001-25.000KM
- ☐ >25.000KM

8. Πόσες μετακινήσεις πραγματοποιήσατε για τους παρακάτω σκοπούς την τελευταία εβδομάδα υπολογίζοντας όλα τα μέσα μεταφοράς που χρησιμοποιήσατε; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	ΚΑΜΙΑ (ΔΕΝ ΕΧΩ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ)	0	1	2-3	4-5	6-7	>7
ΕΡΓΑΣΙΑ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ (ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, ΣΧΟΛΕΙΟ..)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΣΟΥΠΕΡ ΜΑΡΚΕΤ/ΓΕΝΙΚΑ ΨΩΝΙΑ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΓΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ/ ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ΆΛΛΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

9. Είστε μέλος σε κάποια υπηρεσία σύστημα συνεπιβατισμού (π.χ., carpooling.gr, hopin); *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ ΝΑΙ

☐ ΟΧΙ

10. Αν ναι, πόσες φορές τη χρησιμοποιήσατε τον τελευταίο χρόνο;

11. Έχετε λογαριασμό σε κάποια υπηρεσία κοινοχρησίας οχημάτων (π.χ., Uber); *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ ΝΑΙ

☐ ΟΧΙ

12. Αν ναι, πόσες φορές χρησιμοποιήσατε την υπηρεσία τον τελευταίο χρόνο;

Ενότητα 3. Χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την απόφαση στην επιλογή μέσου μεταφοράς

24. 24. Πιστεύω θα εμπλακώ σε ατύχημα ενώ χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα. *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

1 2 3 4 5

ΔΙΑΦΩΝΩ ΚΑΘΕΤΑ

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ΣΥΜΦΩΝΩ ΑΠΟΛΥΤΩΣ

25. 25. Πιστεύω ότι όταν χρησιμοποιώ ένα αυτόνομο όχημα χρειάζεται να έχω αυξημένη την προσοχή μου σε σχέση με ένα συμβατικό όχημα. *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

1 2 3 4 5

ΔΙΑΦΩΝΩ ΚΑΘΕΤΑ

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ΣΥΜΦΩΝΩ ΑΠΟΛΥΤΩΣ

Ενότητα 4. Πρόθεση χρήσης ενός αυτόνομου οχήματος.

26. 26. Έχω την πρόθεση να χρησιμοποιήσω ένα αυτόνομο όχημα μόλις τα αυτόνομα οχήματα γίνουν ευρέως διαθέσιμα. *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

1 2 3 4 5

ΔΙΑΦΩΝΩ ΚΑΘΕΤΑ

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ΣΥΜΦΩΝΩ ΑΠΟΛΥΤΩΣ

27. 27. Θα πρότεινα τη χρήση ενός αυτόνομου οχήματος σε άλλους ανθρώπους. *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

1 2 3 4 5

ΔΙΑΦΩΝΩ ΚΑΘΕΤΑ

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ΣΥΜΦΩΝΩ ΑΠΟΛΥΤΩΣ

28. 28. Αναμένω πως θα αλλάξω το μέσο μεταφοράς για τις μετακινήσεις μου, από δημόσια συγκοινωνία σε υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα, μόλις γίνουν διαθέσιμα. *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

1 2 3 4 5

ΔΙΑΦΩΝΩ ΚΑΘΕΤΑ

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ΣΥΜΦΩΝΩ ΑΠΟΛΥΤΩΣ

29. 29. Θα πρότεινα σε άλλους ανθρώπους την αλλαγή από δημόσια συγκοινωνία σε υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα. *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

1 2 3 4 5

ΔΙΑΦΩΝΩ ΚΑΘΕΤΑ

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ΣΥΜΦΩΝΩ ΑΠΟΛΥΤΩΣ

30. 30. Πότε πιστεύετε ότι θα εφαρμοστεί αυτή η τεχνολογία στην Ελλάδα; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ ΠΡΙΝ ΤΟ 2025
- ☐ ΜΕΤΑ ΤΟ 2025
- ☐ ΜΕΤΑ ΤΟ 2030
- ☐ ΜΕΤΑ ΤΟ 2040
- ☐ ΜΕΤΑ ΤΟ 2050

31.

31. ΣΕΝΑΡΙΟ 0: Σε αυτό το σενάριο, φεύγετε από το σπίτι σας, που βρίσκεται στο Χαλάνδρι, στις 8 π.μ. για να μεταφερθείτε στην εργασία σας στο κέντρο της Αθήνας. Τα διάφορα μέσα μεταφοράς που έχετε διαθέσιμα είναι: α) Ι.Χ. β) ταξί, γ) λεωφορείο Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα μπορείτε να δείτε το χρόνο (σε λεπτά) και το κόστος (σε Ευρώ) για κάθε μέσο μεταφοράς. Ποιο είναι το τυπικό μέσο που θα χρησιμοποιούσατε για την ημερήσια μεταφορά σας στο χώρο εργασίας; (παρακαλώ επιλέξτε μόνο ένα μέσο) *

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Ι.Χ.	Ταξί	Μ.Μ.Μ.
Χρόνος	40	35	50
Κόστος	8	12	1.4
Η επιλογή σας			

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ι.Χ.
- ☐ ΤΑΞΙ
- ☐ ΜΜΜ

32.

32. ΣΕΝΑΡΙΟ 1: “Σε ένα υποθετικό σενάριο, φεύγετε από το σπίτι σας, που βρίσκεται στο Χαλάνδρι, στις 8 π.μ. για να μεταφερθείτε στην εργασία σας στο κέντρο της Αθήνας. Δύο μέσα μεταφοράς έχουν προστεθεί για αυτά τα σενάρια: α) υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα, και β) υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα. Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα μπορείτε να δείτε το χρόνο (σε λεπτά), το κόστος (σε Ευρώ) για κάθε μέσο μεταφοράς. Να έχετε στο μυαλό σας πως τα αυτόνομα οχήματα εμφανίστηκαν στην Αθήνα πριν 1 μήνα. Παρακαλώ, λάβετε υπόψη σας τα δύο πρόσθετα μέσα μεταφοράς, καθώς και το τυπικό μέσο μεταφοράς που έχετε επιλέξει στο Σενάριο 0 παραπάνω. Ποιο μέσο θα χρησιμοποιούσατε για την ημερήσια μεταφορά σας στο χώρο εργασίας; (παρακαλώ επιλέξτε μόνο ένα μέσο) *

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Μη αυτόνομο (επιλογή αρχικού σεναρίου)	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα
Χρόνος	-	35	40
Κόστος	-	7	4
Η επιλογή σας			

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Μη αυτόνομο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και θα είστε μόνος στο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και δε θα είστε μόνος στο όχημα

33. **33. ΣΕΝΑΡΙΟ 2 ***

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Μη αυτόνομο (επιλογή αρχικού σεναρίου)	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα
Χρόνος	-	35	55
Κόστος	-	10	4
Η επιλογή σας			

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Μη αυτόνομο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και θα είστε μόνος στο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και δε θα είστε μόνος στο όχημα

34. **34. ΣΕΝΑΡΙΟ 3 ***

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Μη αυτόνομο (επιλογή αρχικού σεναρίου)	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα
Χρόνος	-	35	55
Κόστος	-	7	7
Η επιλογή σας			

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Μη αυτόνομο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και θα είστε μόνος στο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και δε θα είστε μόνος στο όχημα

35. **35. ΣΕΝΑΡΙΟ 4 ***

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Μη αυτόνομο (επιλογή αρχικού σεναρίου)	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα
Χρόνος	-	35	40
Κόστος	-	10	7
Η επιλογή σας			

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Μη αυτόνομο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και θα είστε μόνος στο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και δε θα είστε μόνος στο όχημα

36. **36. ΣΕΝΑΡΙΟ 5 ***

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Μη αυτόνομο (επιλογή αρχικού σεναρίου)	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα
Χρόνος	-	50	55
Κόστος	-	7	4
Η επιλογή σας			

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Μη αυτόνομο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και θα είστε μόνος στο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και δε θα είστε μόνος στο όχημα

37. **37. ΣΕΝΑΡΙΟ 6 ***

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Μη αυτόνομο (επιλογή αρχικού σεναρίου)	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα
Χρόνος	-	50	40
Κόστος	-	10	4
Η επιλογή σας			

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Μη αυτόνομο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και θα είστε μόνος στο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και δε θα είστε μόνος στο όχημα

38. **38. ΣΕΝΑΡΙΟ 7 ***

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Μη αυτόνομο (επιλογή αρχικού σεναρίου)	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα
Χρόνος	-	50	40
Κόστος	-	7	7
Η επιλογή σας			

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Μη αυτόνομο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και θα είστε μόνος στο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και δε θα είστε μόνος στο όχημα

39. 39. ΣΕΝΑΡΙΟ 8 *

Χαρακτηριστικά/ Μέσο επιλογής	Μη αυτόνομο (επιλογή αρχικού σεναρίου)	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου θα είστε μόνος στο όχημα	Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα όπου δεν θα είστε μόνος στο όχημα
Χρόνος	-	50	55
Κόστος	-	10	7
Η επιλογή σας			

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Μη αυτόνομο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και θα είστε μόνος στο όχημα
- ☐ Υπηρεσία κοινοχρησίας με αυτόνομα οχήματα και δε θα είστε μόνος στο όχημα

Ενότητα 5 Δημογραφικά χαρακτηριστικά

40. 40. Φύλο *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ ΑΝΔΡΑΣ
- ☐ ΓΥΝΑΙΚΑ

41. 41. Ηλικία *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ 18-24
- ☐ 25-34
- ☐ 35-44
- ☐ 45-54
- ☐ 55-64
- ☐ 65+

42. 42. Πως θα περιγράφατε την εργασιακή σας κατάσταση; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Εργασία πλήρες ωράριο
- ☐ Εργασία μειωμένο ωράριο
- ☐ Άνεργος
- ☐ Φοιτητής/ Σπουδαστής
- ☐ Συνταξιούχος
- ☐ Οικιακά
- ☐ Άλλο: _____

43. **43. Μορφωτικό επίπεδο ***

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Γυμνάσιο
- ☐ Λύκειο
- ☐ ΙΕΚ/ΤΕΙ
- ☐ ΑΕΙ
- ☐ Μεταπτυχιακές σπουδές

44. **44. Παρακαλώ υποδείξτε το οικογενειακό σας εισόδημα ***

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Λιγότερο από 10.000
- ☐ 10.000-25.000
- ☐ 25.000-50.000
- ☐ >50.000

45. **45. Από πόσα άτομα αποτελείται η οικογένειά σας; ***

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 και περισσότερα

46. **46. Πόσα παιδιά κάτω των 18 ετών βρίσκονται στην οικογένειά σας; ***

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Κανένα
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4 ή περισσότερα

47. **47. Έχετε δίπλωμα οδήγησης; ***

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ

48. **48. Πόσα ατυχήματα είχατε την τελευταία τριετία; ***

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Κανένα
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4 ή περισσότερα

Τέλος

Ευχαριστώ για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου για τα αυτόνομα οχήματα

49.

49. Πως συμπληρώσατε το ερωτηματολόγιο; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Μέσω Email
- ☐ Κατ' ιδίαν μέσω Tablet
-