



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Παράγοντες Επιρροής της Αποδοχής Αυτόνομων Οχημάτων και
Υπηρεσιών Κινητικότητας με Βάση την Ζήτηση**



ΧΑΡΙΤΑΤΟΣ ΠΑΡΙΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Ε.Ι. ΒΛΑΧΟΓΙΑΝΝΗ, ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2020

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την διπλωματική μου εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα. Ελένη Βλαχογιάννη καθώς και την υποψήφια διδάκτορα Ελένη Μαντούκα για την εξαιρετική συνεργασία τους και για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν καθ' όλη αυτή την δύσκολη περίοδο.

Ακόμη, ευχαριστώ πολύ την οικογένεια μου και τους φίλους μου που με τον δικό τους ξεχωριστό τρόπο με στήριξαν και συνέβαλλαν σε αυτή την προσπάθεια.

Τίτλος: Παράγοντες επιρροής της αποδοχής αυτόνομων οχημάτων και υπηρεσιών κινητικότητας με βάση την ζήτηση

Από: Πάρις Χαριτάτος

Επιβλέπουσα: Ε.Ι. Βλαχογιάννη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΜΠ

Σύνοψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να αναδείξει τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή των αυτόνομων οχημάτων και των υπηρεσιών κινητικότητας με βάση τη ζήτηση στο κέντρο της Αθήνας. Για τον σκοπό αυτό, διεξήχθη έρευνα δεδηλωμένης προτίμησης ηλεκτρονικά με την βοήθεια ενός ερωτηματολογίου το οποίο συμπληρώθηκε από περίπου 1000 άτομα. Έπειτα έγινε στατιστική ανάλυση των δεδομένων και δημιουργήθηκαν δύο μοντέλα πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης (καλός καιρός – βροχερός καιρός) με σκοπό τον προσδιορισμό των παραγόντων που ενθαρρύνουν ή αποθαρρύνουν την επιλογή κάθε μέσου και πιο συγκεκριμένα της υπηρεσίας autonomous mobility on demand (AMoD) ή του AMoD βανάκι & Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (MMM). Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τα ευρήματα της βιβλιογραφίας, ότι δηλαδή καθοριστικοί παράγοντες για την επιλογή μέσου αποτελεί ο χρόνος διαδρομής και το κόστος, όπως επίσης η προσβασιμότητα και οι απρόσμενες καθυστερήσεις. Επιπρόσθετα, σε καλές καιρικές συνθήκες οι χρήστες είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν περισσότερο για να μειώσουν τον χρόνο διαδρομής τους σε σχέση με τον χρόνο περπατήματος ενώ το αντίστροφο παρατηρείται στον βροχερό καιρό. Βασική προϋπόθεση για την χρήση των υπηρεσιών AMoD αποτελεί η ασφαλής λειτουργία τους. Ισχυρά κίνητρα για την χρήση των AMoD συστημάτων φαίνεται να είναι μια συνδρομητική υπηρεσία κινητικότητας ή ένα σύστημα επιβράβευσης μετακινήσεων καθώς και η δημιουργία μιας αποκλειστικής λωρίδας AMOD. Τέλος, πιθανά σενάρια εφαρμογής τους αποτελούν οι μετακινήσεις πρώτου/τελευταίου μιλίου όπως και η χρήση τους ως υπηρεσία ταξί.

Title: Factors affecting the acceptance of autonomous vehicles and mobility on demand services

By: Paris Charitatos

Supervisor: E.I. Vlahogianni, Associate Professor NTUA

Abstract

The purpose of this thesis is to identify the factors that may affect the acceptance of on demand autonomous mobility services in the Athens metropolitan area. A stated preference questionnaire survey was used to collect data which was distributed online. More than 1000 people participated to the survey. The collected data were then analyzed, and two multiple logistic regression models were formed (good weather-rainy weather) to identify the factors that may influence the mode choice and especially the use of AMoD systems. More specifically there were two options concerning AMOD systems, one was AMoD service and the other one was AMoD shuttle offering first/last mile trips. The results confirm the literature findings, which suggest that the most crucial factors for mode choice are travel time and cost, as well as accessibility and reliability. Considering the weather is good, users are willing to pay more for reduced travel time rather than walking time. On the other hand, in rainy days, willingness to pay for reduced walking time is much higher. Serious requirement for someone to use these AMOD systems is their safe operation. Incentives for using AMoD systems seems to be a mobility subscription service or a travel reward system as well as an exclusive AMoD lane. Finally, the most promising use case scenarios for this technology will be first/last mile trips and an alternative taxi service.

Περίληψη

Η τεχνολογία αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας παγκοσμίως. Τα τελευταία χρόνια έντονη είναι η παρουσία της και στις μετακινήσεις ανθρώπων και αγαθών. Ενώ πριν από μερικά χρόνια η ιδέα ενός οχήματος χωρίς οδηγό θύμιζε σενάριο επιστημονικής φαντασίας, τώρα πια είναι πραγματικότητα. Δεν είναι μικρό το κεφάλαιο που χρησιμοποιείται και το ανθρώπινο δυναμικό που εργάζεται έτσι ώστε αυτή η νέα πραγματικότητα να εδραιωθεί. Τα σύγχρονα αστικά κέντρα ελκύουν όλο και περισσότερο κόσμο. Το φαινόμενο της αστικοποίησης το οποίο ήδη παρατηρείται, επιστήμονες εκτιμούν ότι θα γίνει εντονότερο τα επόμενα χρόνια. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση και οι εκπεμπόμενοι ρύποι αποτελούν δύο μείζονα θέματα προς αντιμετώπιση σε όλες τις μεγάλες πόλεις. Η τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων αποτελεί κλειδί για την αποσυμφόρηση των αστικών κέντρων, την εξυπηρέτηση της ζήτησης και την υλοποίηση ενός νέου βιώσιμου και ασφαλούς τρόπου μετακίνησης.

Διαβάζοντας κανείς την βιβλιογραφία για τα αυτόνομα οχήματα μπορεί εύκολα να εντοπίσει τα κυριότερα πλεονεκτήματά τους, αλλά και πιθανούς προβληματισμούς σχετικά με τη χρήση τους. Στην τελική τους μορφή τα αυτόνομα οχήματα θα είναι πολύ πιο ασφαλή από τα συμβατικά και οι χρήστες θα μπορούν να αξιοποιούν το χρόνο τους δημιουργικά αφού πλέον δεν θα υπάρχει ανάγκη για οδηγό. Λόγος γίνεται για ένα σύστημα μεταφορών με κοινόχρηστα αυτόνομα οχήματα τα οποία θα εξυπηρετούν τους πελάτες με βάση την ζήτηση (π.χ. AMoD). Οι σημερινές υπηρεσίες κινητικότητας με βάση την ζήτηση (π.χ. Uber) αποτέλεσαν έμπνευση αυτού του συστήματος. Έρευνες δείχνουν ότι με την εφαρμογή αυτού του νέου τρόπου μετακίνησης θα μειωθούν τα ατυχήματα, η κυκλοφοριακή συμφόρηση καθώς επίσης θα απελευθερωθεί και χώρος που μπορεί να αποδοθεί στους πεζούς ή τους ποδηλάτες. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμα αρκετές δυσκολίες και η πιο σημαντική είναι η αποδοχή των αυτόνομων οχημάτων από τον κόσμο. Πολλοί είναι οι προβληματισμοί για την ασφάλεια και την λειτουργία αυτών των συστημάτων και κατά πόσο μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες των χρηστών.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός των παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοχή των αυτόνομων οχημάτων και των υπηρεσιών κινητικότητας με βάση τη ζήτηση. Η έρευνα διεξάγεται για την περιοχή της Αθήνας. Για την συλλογή των στοιχείων συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο, με σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης επιλογής μέσου, το οποίο συμπληρώθηκε ηλεκτρονικά από περίπου 1000 άτομα. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση και δημιουργήθηκαν δύο μοντέλα πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης με στόχο να εντοπιστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μέσου που κάνει το άτομο στην ενότητα των σεναρίων. Ειδικότερα η εργασία εστιάζει στις επιλογές Υπηρεσίας AMoD και AMoD βανάκι (shuttle) & MMM. Το πρώτο μοντέλο ήταν για τον καλό καιρό, ενώ το δεύτερο για τον βροχερό. Η αξιολόγηση των μοντέλων έγινε με τον πίνακα κατηγοριοποίησης και την καμπύλη ROC.

Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου έδειξαν ότι καθοριστικοί παράγοντες για την επιλογή μέσου αποτελεί ο χρόνος διαδρομής και το κόστος όπως επίσης η προσβασιμότητα και οι απρόσμενες καθυστερήσεις. Ακόμη, υπογραμμίζεται ότι ανασταλτικό παράγοντα για την χρήση των AMoD υπηρεσιών αποτελεί ο έντονος προβληματισμός σχετικά με την ασφάλεια των αυτόνομων οχημάτων και τα σφάλματα που μπορούν να προκύψουν κατά την λειτουργία τους.

Από την επεξεργασία των σεναρίων προκύπτει ότι ισχυρό κίνητρο για την χρήση των AMoD υπηρεσιών αποτελεί η ενσωμάτωσή τους σε μια συνδρομητική υπηρεσία κινητικότητας ή σε ένα πρόγραμμα επιβράβευσης μετακινήσεων καθώς και η δημιουργία μια αποκλειστικής λωρίδας AMoD. Οι πιο διαδεδομένες εφαρμογές των υπηρεσιών αυτών προβλέπεται να είναι τα ταξίδια πρώτου/τελευταίου μιλίου καθώς και η χρήση τους σαν υπηρεσία ταξί.

Και τα δυο μοντέλα εμφανίζουν μέτρια αξιοπιστία με μεγάλη αδυναμία πρόβλεψης των ατόμων που επέλεξαν υπηρεσία AMoD ή AMoD βανάκι & MMM. Μεταξύ των δύο μοντέλων δεν εντοπίστηκαν μεγάλες διαφορές στις μεταβλητές με εξαίρεση ότι σε περίπτωση βροχερού καιρού οι χρήστες Ι.Χ., είτε νέοι είτε μακροχρόνιοι, είναι δύσκολο να το αποχωριστούν.

Όσον αφορά στην προθυμία των χρηστών να πληρώσουν (willingness to pay) και στην αξία του χρόνου (value of time), από τα σενάρια του καλού καιρού εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα άτομα είναι διατεθειμένα να πληρώσουν περισσότερο για μείωση του χρόνου διαδρομής τους σε σχέση με τον χρόνο περπατήματος, ενώ το αντίστροφο παρατηρείται στα σενάρια του βροχερού καιρού.

Αναμφίβολα, χρειάζονται να γίνουν συστηματικές έρευνες που αφορούν στην ανθρώπινη συμπεριφορά και αποδοχή καθώς από μόνη της η ανθρώπινη φύση είναι πολύ δύσκολη να την περιγράψει και να την προβλέψει ένα πρότυπο. Οι έρευνες θα πρέπει να εστιάσουν σε συγκεκριμένες ομάδες του πληθυσμού (π.χ. ηλικιωμένοι, ΑΜΕΑ, νέοι) έτσι ώστε τα συμπεράσματα που θα προκύψουν να είναι πιο αντιπροσωπευτικά. Πολύ ενδιαφέρον θα παρουσίαζε επίσης και ένα πείραμα στο οποίο οι άνθρωποι θα μπορούσαν να έρθουν σε επαφή με ένα αυτόνομο όχημα και να διαπιστωθεί η στάση τους πριν και μετά την εμπειρία τους, ειδικά στην περιοχή της Αθήνας όπου δεν έχει πραγματοποιηθεί ποτέ ξανά κάτι παρόμοιο. Τέλος, αξίζει να διερευνηθεί η επιρροή που θα έχουν οι μελλοντικές ηλεκτρονικές εφαρμογές κινητών τηλεφώνων αυτών των υπηρεσιών στην προτίμηση του χρήστη (π.χ. ευκολία, ευελιξία κλπ.).

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Εισαγωγή στο θέμα	1
1.2 Σκοπός της Εργασίας	4
1.3 Διάρθρωση της Εργασίας	5
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	5
2.1 Προθυμία Χρήσης Αυτόνομων Οχημάτων	5
2.2 Υπηρεσίες MoD, MaaS και Shared Mobility	6
2.3 Έρευνες AMoD: Λειτουργικά και Οικονομικά Ζητήματα	7
2.4 Έρευνες AMoD: Συμπεριφορές και Προθέσεις (χωρίς δυναμικό διαμοιρασμό)	8
2.5 Έρευνες AMoD: Συμπεριφορές και Προθέσεις (με δυναμικό διαμοιρασμό)	9
2.6 Αποδοχή Αυτόνομων Ηλεκτρικών Λεωφορείων	11
2.7 Υπηρεσίες Κινητικότητας στην Αθήνα	12
2.8 Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης	14
3. Μεθοδολογική Προσέγγιση	15
3.1 Περιγραφή Διαδικασίας	15
3.1 Δομή Ερωτηματολογίου	18
3.2 Θεωρητικό Υπόβαθρο	22
3.2.1 Πρότυπο Λογιστικής Παλινδρόμησης	23
3.2.2 Αξιολόγηση Προτύπου Λογιστικής Παλινδρόμησης	25
3.3.3 Υπολογισμός της αξίας του χρόνου	27
4. Ανάλυση και Αποτελέσματα	27
4.1 Περιγραφή Βάσης Δεδομένων	27
4.1.1. Δημογραφικά Χαρακτηριστικά	27
4.1.2 Ανάλυση Προφίλ Μετακίνησης	30
4.1.3 Προθέσεις – Συμπεριφορές ως προς τα αυτόνομα οχήματα	33
4.1.4 Συστήματα AMoD	35
4.1.5 Σενάρια	37
4.1.6 Διαπραγμάτευση	41
4.2 Ανάλυση Αποτελεσμάτων Προτύπων Λογιστικής Παλινδρόμησης	42
4.2.1 Διαδικασία Επιλογής Βέλτιστης Δομής Προτύπου	43
4.2.2 Ανάλυση Αποτελεσμάτων Προτύπου 1 (Καλός Καιρός)	44
4.2.3 Αξιολόγηση Προτύπου 1 (Καλός Καιρός)	48
4.2.4 Ανάλυση Αποτελεσμάτων Προτύπου 2 (Βροχερός Καιρός)	49
4.2.5 Αξιολόγηση Μοντέλου 2 (Βροχερός Καιρός)	52
4.2.6 Αξία του χρόνου	53

5. Συμπεράσματα – Προτάσεις	55
5.1 Γενικά Συμπεράσματα	55
5.2 Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα	57
6. Βιβλιογραφία.....	58
Παράρτημα Ι	61

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Αυτόνομο όχημα της εταιρείας Waymo (Πηγή: Waymo)	2
Εικόνα 2: Γραφική αναπαράσταση των δυνατοτήτων υπηρεσιών MoD (Πηγή: U.S. Department of Transportation)	3
Εικόνα 3: Ποσοστό ανθρώπων που θεωρούν ότι τα αυτόνομα οχήματα δεν είναι ασφαλή (2017-2018) (Πηγή: Ιστοσελίδα Statista: https://www.statista.com/chart/16654/self-driving-cars) ..	4
Εικόνα 4: Σύγκριση υπηρεσιών MoD και MaaS (Πηγή: Shaheen et al. 2020)	7
Εικόνα 5: Στιγμιότυπο οθόνης από την εφαρμογή "BEAT" (Πηγή: BEAT)	13
Εικόνα 6: Περιβάλλον RStudio	16

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Παράδειγμα σεναρίου από το ερωτηματολόγιο	21
Πίνακας 2: Πίνακας κατηγοριοποίησης δύο κλάσεων (confusion matrix).....	25
Πίνακας 3: Στοιχεία σεναρίου 1	37
Πίνακας 4: Στοιχεία σεναρίου 2	38
Πίνακας 5: Στοιχεία σεναρίου 3	39
Πίνακας 6: Στοιχεία σεναρίου 4	39
Πίνακας 7: Στοιχεία σεναρίου 5	40
Πίνακας 8: Στοιχεία σεναρίου 6	41
Πίνακας 9: Στοιχεία μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στα πρότυπα.....	43
Πίνακας 10: Τιμές p-value και επίπεδο σημαντικότητας	44
Πίνακας 11: Μεταβλητές Προτύπου 1 (Καλός Καιρός).....	44
Πίνακας 12: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές και δείκτες προτύπου 1 (Καλός Καιρός) ...	45
Πίνακας 13: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές Υπηρεσίας AMoD (Πρότυπο 1)	46
Πίνακας 14: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές επιλογής AMoD βανάκι & MMM (Πρότυπο 1)	47
Πίνακας 15: Πίνακας κατηγοριοποίησης και μετρικές αξιολογήσεις για το Πρότυπο 1(Καλός Καιρός).....	48
Πίνακας 16: Μεταβλητές Προτύπου 2 (Βροχερός Καιρός)	49
Πίνακας 17: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές και δείκτες προτύπου 2 (Βροχερός Καιρός)	50
Πίνακας 18: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές για την επιλογή Υπηρεσία AMoD (Πρότυπο 2)	51
Πίνακας 19: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές για την επιλογή AMoD βανάκι & MMM (Πρότυπο 2)	52
Πίνακας 20: Πίνακας κατηγοριοποίησης και μετρικές αξιολογήσεις για το πρότυπο 2 (Βροχερός καιρός).....	53

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

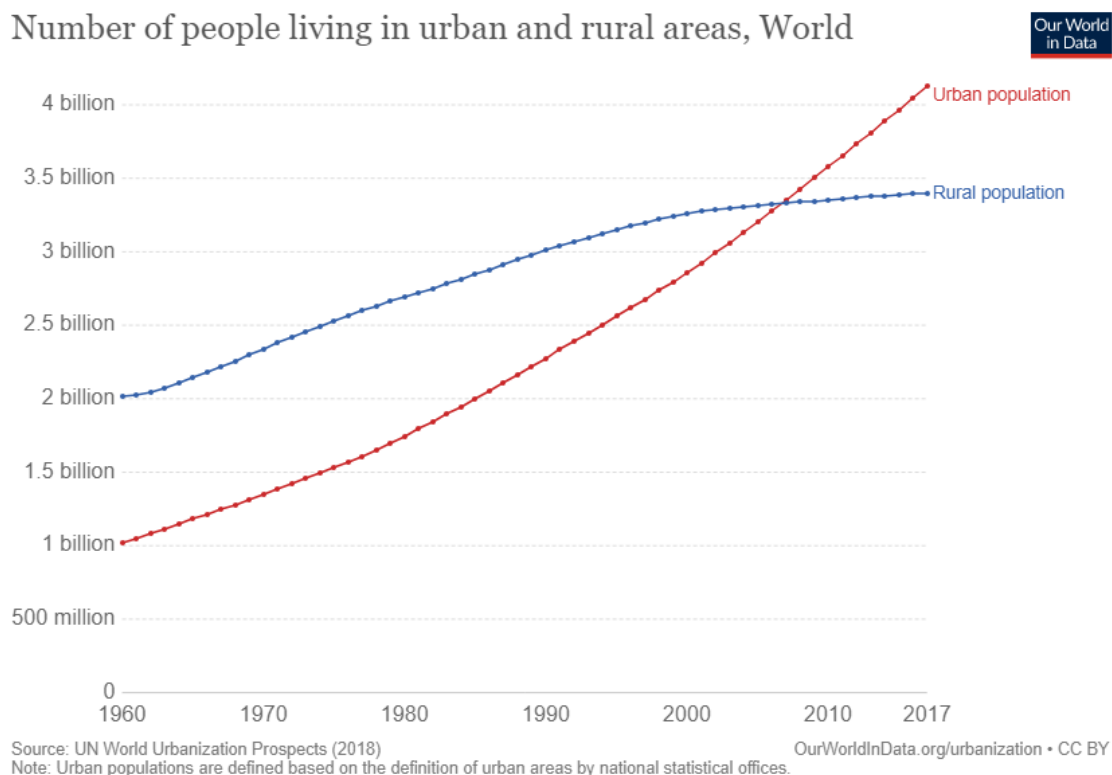
Διάγραμμα 1: Αριθμός ανθρώπων που ζουν σε αστικές και επαρχιακές περιοχές σε όλο τον κόσμο (Πηγή Our World in Data: https://ourworldindata.org/urbanization)	1
Διάγραμμα 2: Διάγραμμα ροής εργασιών.....	17
Διάγραμμα 3: Καμπύλη ROC για την αξιολόγηση του προτύπου (Πηγή: https://blogs.sas.com/content/iml/2020/02/26/binormal-model-roc-curve.html)	26
Διάγραμμα 4: Κατανομή του δείγματος με βάση το φύλο	27
Διάγραμμα 5: Κατανομή του δείγματος με βάση την ηλικία	28
Διάγραμμα 6: Κατανομή του δείγματος με βάση την απασχόληση	28
Διάγραμμα 7: Κατανομή του δείγματος με βάση το ετήσιο εισόδημα.....	29
Διάγραμμα 8: Κατανομή του δείγματος με βάση την κατοχή διπλώματος οδήγησης	29
Διάγραμμα 9: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος με βάση τον σκοπό μετακίνησης.....	30
Διάγραμμα 10: Κατανομή αριθμού ατόμων με βάση πόσο σημαντικό (κλίμακα Likert 1 - 5) θεωρούν τον κάθε παράγοντα για την επιλογή μέσου	30
Διάγραμμα 11: Αριθμός ατόμων που συμφωνεί ή διαφωνεί με τις παραπάνω προτάσεις.....	31
Διάγραμμα 12: Αριθμός ατόμων που αντιστοιχούν στην φράση "Ποιο από τα παρακάτω μέσα επιλέγετε συνήθως για κάθε σκοπό μετακίνησης;"	31
Διάγραμμα 13: Ποσοστιαία κατανομή ατόμων που θα χρησιμοποιούσαν ένα σύστημα επιβράβευσης μετακινήσεων	32
Διάγραμμα 14: Ποσοστιαία κατανομή ατόμων που θα χρησιμοποιούσαν μια συνδρομητική υπηρεσία κινητικότητας.....	32
Διάγραμμα 15: Αριθμός ατόμων που συμφωνεί ή διαφωνεί με τις παραπάνω προτάσεις.....	33
Διάγραμμα 16: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση "Θα μοιραζόσασταν ένα κοινόχρηστο αυτόνομο όχημα για τις καθημερινές σας μετακινήσεις;"	33
Διάγραμμα 17: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση "Τι θα προτιμούσατε να κάνετε κατά τη διάρκεια μετακίνησης με ένα αυτόνομο όχημα;"	34
Διάγραμμα 18: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση " Σε ποιες από τις ακόλουθες περιπτώσεις είναι πιο πιθανό να επιλέξετε να μετακινηθείτε με ένα αυτόνομο όχημα;"	34
Διάγραμμα 19: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση "Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα αλλάζατε γνώμη σε σχέση με τη χρήση των αυτόνομων οχημάτων;"	35
Διάγραμμα 20: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση " Θα χρησιμοποιούσατε τις υπηρεσίες AMoD;"	35
Διάγραμμα 21: Αριθμός ατόμων που θεωρεί σε κλίμακα τριών βαθμών (καθόλου σημαντικό, σημαντικό, πολύ σημαντικό) τα παραπάνω πλεονεκτήματα των AMoD συστημάτων	36
Διάγραμμα 22: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος που αντιστοιχεί στην ερώτηση "Εάν χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD, θα μοιραζόμουν τη μετακίνηση μου με:"	36
Διάγραμμα 23: Αριθμητική κατανομή του δείγματος στην ερώτηση "Οι υπηρεσίες κινητικότητας με βάση τη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων (AMOD) χρησιμοποιούν αποκλειστικές λωρίδες κίνησης σε προκαθορισμένες διαδρομές του δικτύου"	37
Διάγραμμα 24: Επιλογή μέσου για Σενάριο 1	38
Διάγραμμα 25: Επιλογή μέσου για Σενάριο 2	38
Διάγραμμα 26: Επιλογή μέσου για Σενάριο 3	39
Διάγραμμα 27: Επιλογή μέσου για Σενάριο 4	40
Διάγραμμα 28: Επιλογή μέσου για Σενάριο 5	40
Διάγραμμα 29: Επιλογή μέσου για Σενάριο 6	41
Διάγραμμα 30: Διαπραγμάτευση χρήστη - συστήματος για το αν κάποιος θα μοιραζόταν την διαδρομή του με κάποιον άγνωστο	42

Διάγραμμα 31: Καμπύλη ROC για το Μοντέλο Καλού Καιρού	49
Διάγραμμα 32: Καμπύλη ROC για το Μοντέλο Βροχερού Καιρού.....	53

1. Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή στο θέμα

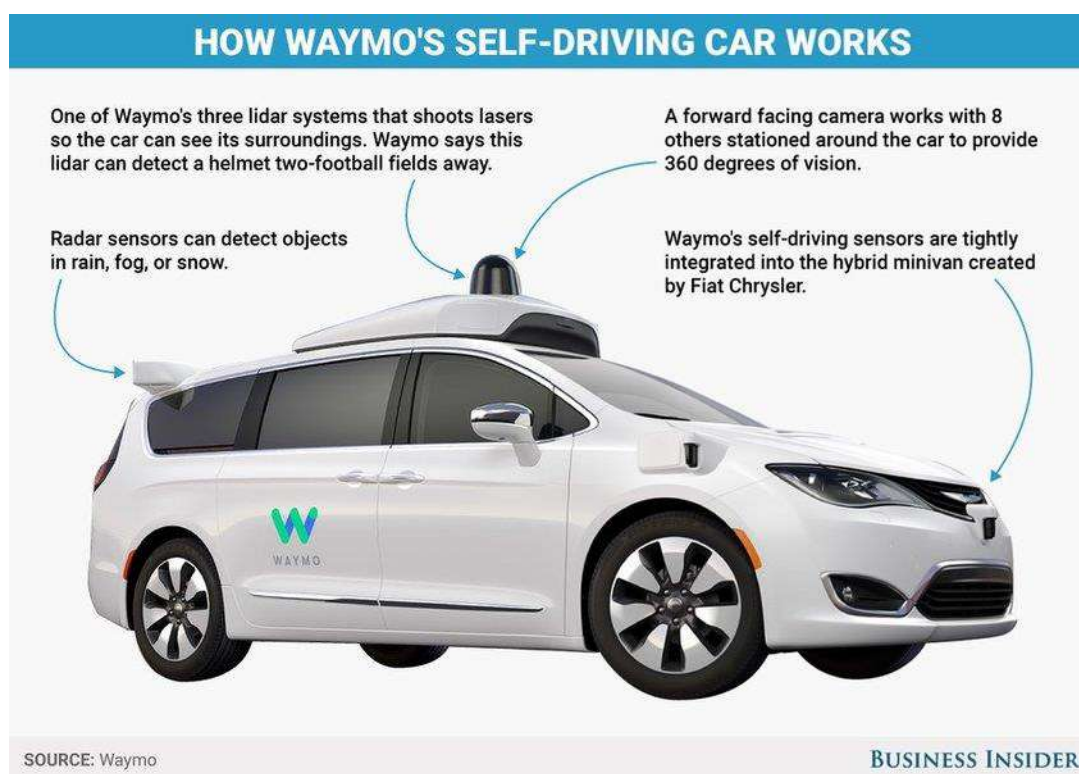
Κύρια χαρακτηριστικά της εποχής αυτής αποτελεί η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, καθώς και η τάση των ανθρώπων να συσσωρεύονται σε μεγάλα αστικά κέντρα, όπως απεικονίζεται στο Διάγραμμα 1, με σκοπό την βελτίωση του βιοτικού τους επιπέδου. Συνεπώς, οι μητροπόλεις του κόσμου έρχονται αντιμέτωπες με μια σειρά προκλήσεων όπως η συντήρηση των υποδομών τους και το επίπεδο εξυπηρέτησης των μεταφορικών τους συστημάτων, που πρέπει να συμβαδίσουν με την αύξηση του πληθυσμού. Οι επενδύσεις σε νέους δρόμους, καινούριες γραμμές λεωφορείων και μετρό δεν έχουν αποφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα για την αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Ίσως αποτελεί πλέον επιτακτική ανάγκη η γέννηση και εφαρμογή ενός νέου βιώσιμου τρόπου μεταφοράς με αρωγό την τεχνολογία.



Διάγραμμα 1: Αριθμός ανθρώπων που ζουν σε αστικές και επαρχιακές περιοχές σε όλο τον κόσμο (Πηγή: Our World in Data)

Σε ό,τι αφορά στην τεχνολογία, σημαντική πρόοδος έχει επιτευχθεί και στον τομέα των μεταφορών. Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερες εταιρείες αυτοκινητοβιομηχανίας και μη (π.χ. Tesla, Waymo) κατασκευάζουν με την βοήθεια εξελιγμένων λογισμικών οχήματα τα οποία διαθέτουν μερική ή και σε ορισμένες περιπτώσεις πλήρη αυτονομία (Εικόνα 1). Με τον όρο πλήρη αυτονομία δηλώνεται ότι το όχημα είναι ικανό να λειτουργήσει και να προσανατολιστεί μόνο του, χωρίς την παρουσία οδηγού. Από αυτό το σημείο του κειμένου και μετά με τον όρο “αυτόνομα οχήματα” υποδηλώνονται τα πλήρως αυτόνομα οχήματα. Τα τελευταία εκτιμάται ότι θα είναι διαθέσιμα στις αγορές τα επόμενα 10-20 χρόνια (Shladover

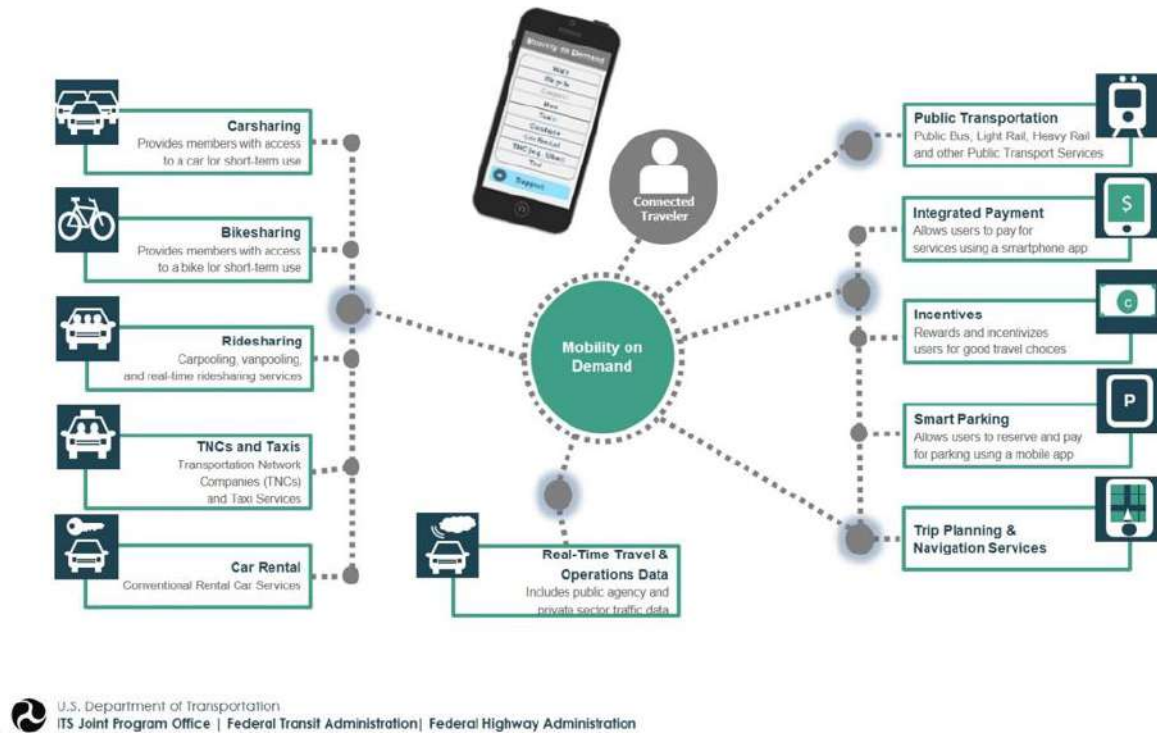
2015). Η καινοτομία αυτή σε συνδυασμό με την αστικοποίηση θα οδηγήσει σε αισθητές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι μετακινούνται.



Εικόνα 1: Αυτόνομο όχημα της εταιρείας Waymo (Πηγή: Waymo)

Αναλυτικότερα, τα αυτόνομα οχήματα υποστηρίζεται ότι προσφέρουν πλεονεκτήματα ως προς την ασφάλεια, την αποδοτικότητα, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την αυξημένη κινητικότητα (Wadud et al. 2016, Haboucha et al. 2017). Διάφορες πληθυσμιακές ομάδες όπως παιδιά, ηλικιωμένοι, άνθρωποι με κινητικά προβλήματα καθώς και εκείνοι που δεν έχουν πρόσβαση σε Ι.Χ. θα μπορούν να εξυπηρετηθούν με μεγαλύτερη ευκολία. Επιπροσθέτως, τα αυτόνομα οχήματα δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη κατά την διάρκεια του ταξιδιού να εργαστεί, να διαβάσει ή να ξεκουραστεί (Haboucha et al. 2017). Συνεπώς, ο χρόνος ταξιδιού αποκτά μεγαλύτερη αξία κατά την διάρκεια μετακίνησης με ένα αυτόνομο όχημα καθώς ο χρήστης μπορεί να τον εκμεταλλευτεί εποικοδομητικά όπως εκείνος επιθυμεί.

Με το φαινόμενο της αστικοποίησης να παρατηρείται όλο και πιο έντονα, οι υπηρεσίες Mobility on Demand (MoD) κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος στην μεταφορά επιβατών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν εταιρείες (π.χ. Uber, Lyft) που διαθέτουν στόλους οχημάτων προσφέροντας προσιτές υπηρεσίες κινητικότητας. Οι υπηρεσίες MoD, βασίζονται στην αρχή ότι η μεταφορά αποτελεί ένα προϊόν όπου οι διαφορετικοί τρόποι μεταφοράς έχουν οικονομικές αξίες οι οποίες διακρίνονται σε σχέση με το κόστος, τον χρόνο ταξιδιού, τον χρόνο αναμονής, τον αριθμό των συνδέσεων, την ευκολία καθώς και άλλων χαρακτηριστικών. Οι υπηρεσίες MoD αναφέρονται σε ένα δίκτυο ασφαλών, προσιτών και αξιόπιστων επιλογών μεταφοράς όποτε, όπου, και όπως το επιθυμούν οι ταξιδιώτες (Εικόνα 2).



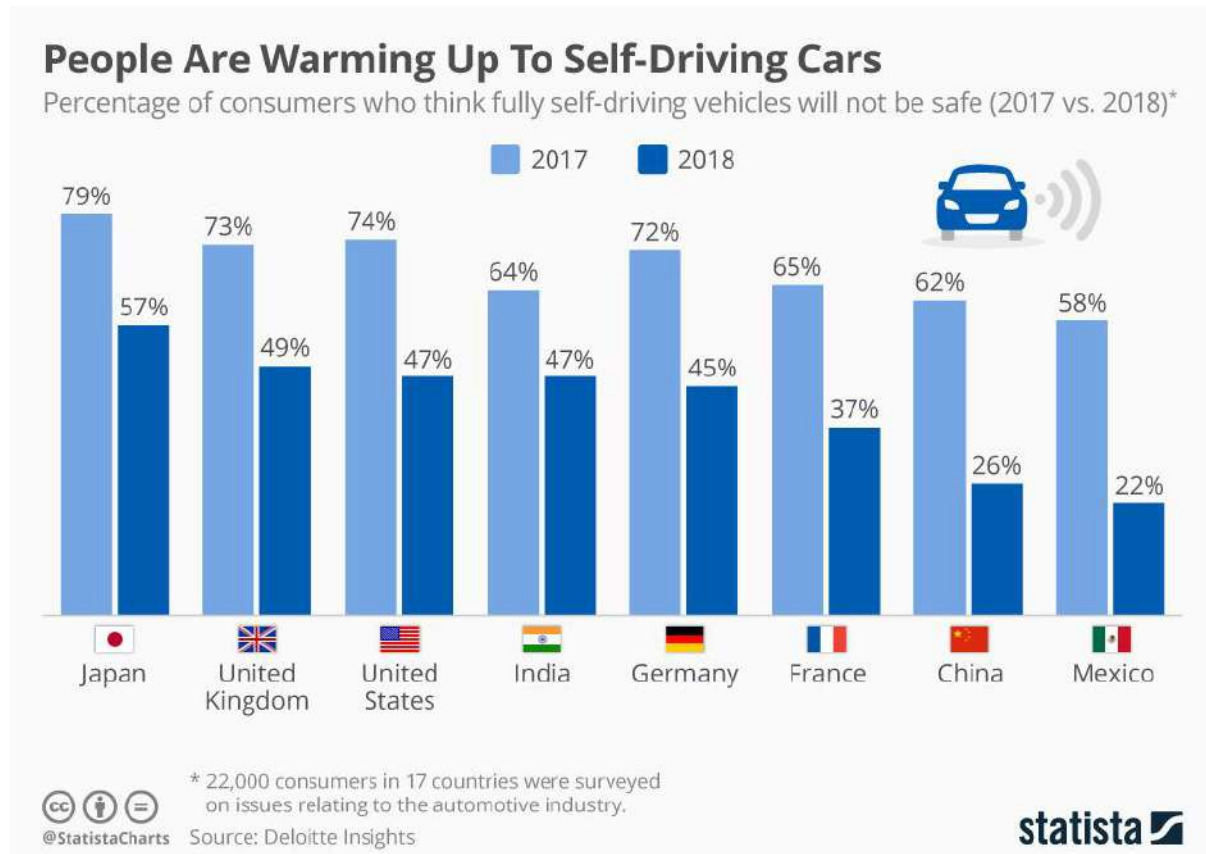
Εικόνα 2: Γραφική αναπαράσταση των δυνατοτήτων υπηρεσιών MoD (Πηγή: U.S. Department of Transportation)

Με την έλευση της αυτονομίας παρουσιάζεται μια νέα μορφή μετακίνησης, αυτής των υπηρεσιών κινητικότητας με αυτόνομο στόλο οχημάτων. Πιο συγκεκριμένα αυτή η υπηρεσία κινητικότητας με βάση την ζήτηση αναφέρεται στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία ως Autonomous Mobility on Demand (AMoD). Οι υπηρεσίες αυτές μπορούν στο μέλλον να προσφέρουν μετακίνηση με έναν στόλο αυτόνομων οχημάτων τόσο σαν προσωπικό μέσο όσο και σαν σύστημα δυναμικού διαμοιρασμού με άλλους χρήστες. Σημαντικό πλεονεκτήματα των υπηρεσιών αυτών αποτελεί η άμεση εξυπηρέτηση του χρήστη σε προσιτές τιμές όπου και όποτε εκείνος την χρειαστεί. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα λειτουργίας των AMoD όπως και των MoD συστημάτων αποτελούν τα ταξίδια πρώτου και τελευταίου μιλίου όπως αυτό από την κατοικία στον πλησιέστερο σταθμό μετρό. Με τον συντονισμό αυτών των συστημάτων μπορεί να επιτευχθεί μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και του δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ., με άμεση συνέπεια την απελευθέρωση χώρου καθώς και την ενίσχυση των πολυτροπικών μεταφορών.

Ωστόσο χρειάζεται προσοχή αφού όπως αναφέρεται (Krueger et.al. 2016) λόγω του χαμηλού κόστους η ζήτηση μπορεί να είναι πολύ μεγάλη με αποτέλεσμα να καταγράφονται περισσότερα χιλιόμετρα σε σχέση με τα συμβατικά ΙΧ, λόγω της επανατοποθέτησης των οχημάτων. Αξίζει να προστεθεί ότι αν όλη η ζήτηση μετατοπισθεί στις προαναφερθέντες υπηρεσίες κινητικότητας τότε οι δημόσιες συγκοινωνίες (ΔΣ) μπορεί να παρακμάσουν καθώς χρειάζονται επιβάτες για να λειτουργήσουν και να συντηρηθούν. Επιπλέον οι χρήστες είναι πιθανό να περπατάνε λιγότερο σε σχέση με πριν, λόγω της άνεσης των υπηρεσιών, με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία τους. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα ιδανικό μείγμα μέσων που να εξυπηρετούν την εκάστοτε ζήτηση.

Μολονότι την πληθώρα των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν τα συστήματα AMoD, οι άνθρωποι είναι ακόμα διστακτικοί ως προς την προηγμένη τεχνολογία που τα χαρακτηρίζει. Ωστόσο, όπως απεικονίζεται και στην Εικόνα 3, οι άνθρωποι σταδιακά εξοικειώνονται με την

ιδέα των αυτόνομων οχημάτων. Προηγούμενες έρευνες εστιάζουν συνήθως στην επίδραση που έχουν τα αυτόνομα οχήματα στην κυκλοφοριακή ροή και στην οδική ασφάλεια όπως και στην επιλογή μέσου σύμφωνα με τα γνωστά κριτήρια (χρόνος διαδρομής, κόστος, αξιοπιστία κλπ). Η παρακάτω εργασία έχει στόχο την βαθύτερη κατανόηση της ψυχολογίας του χρήστη ως προς τα αυτόνομα οχήματα και την μελλοντική τους εφαρμογή.



Εικόνα 3: Ποσοστό ανθρώπων που θεωρούν ότι τα αυτόνομα οχήματα δεν είναι ασφαλή (2017-2018)
(Πηγή: Ιστοσελίδα Statista: <https://www.statista.com/chart/16654/self-driving-cars>)

1.2 Σκοπός της Εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοχή των αυτόνομων οχημάτων και των υπηρεσιών κινητικότητας με βάση τη ζήτηση.

Προκειμένου να επιτευχθεί το παραπάνω, θα πραγματοποιηθεί συλλογή και ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας στα σχετικά αντικείμενα και επιπλέον θα εντοπιστούν ερευνητικά κενά που θα συμβάλλουν στη διαμόρφωση του περιεχομένου της έρευνας. Αναλυτικότερα, θα συνταχθεί ερωτηματολόγιο το οποίο θα συμπληρώνει ή θα καλύπτει αυτά τα βιβλιογραφικά κενά, προσαρμοσμένο στα πρότυπα της διεθνούς βιβλιογραφίας. Το ερωτηματολόγιο θα έχει ως στόχο να αντλήσει πληροφορίες για τους συμμετέχοντες (π.χ. προφίλ μετακινούμενου, δημογραφικά κλπ.) και θα περιλαμβάνει σενάρια δεδομένης προτίμησης προκειμένου να φανερώνεται η προτίμηση του χρήστη για την επιλογή μέσου την οποία κάνει με βάση κριτήρια όπως ο χρόνος διαδρομής και το κόστος.

Στην συνέχεια θα γίνει στατιστική ανάλυση των δεδομένων καθώς επίσης θα διαμορφωθούν δύο μοντέλα πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης (καλός καιρός – βροχερός καιρός) τα οποία θα αναδείξουν τα κίνητρα και τα εμπόδια που παρουσιάζονται σχετικά με την χρήση των υπηρεσιών AMoD. Η αξιολόγηση των προτύπων θα πραγματοποιηθεί με την βοήθεια του πίνακα κατηγοριοποίησης (confusion matrix) και της καμπύλης ROC.

Συνεπώς, η έρευνα αυτή έρχεται να συμπληρώσει προηγούμενες και να διαμορφώσει μια ολοκληρωμένη άποψη για τα άτομα τα οποία θα ήταν διατεθειμένα να χρησιμοποιήσουν συστήματα AMoD.

1.3 Διάρθρωση της Εργασίας

Η ακόλουθη έρευνα είναι διαρθρωμένη ως εξής: Στο δεύτερο μέρος αναπτύσσεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση. Πιο συγκεκριμένα αναλύεται επιμέρους η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε, ως προς τα θέματα τα οποία θίγει καθώς και ως προς τα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από τις αντίστοιχες έρευνες. Συνεπώς, υπογραμμίζεται ξανά ο σκοπός αυτής της εργασίας καθώς επίσης σημειώνεται το βιβλιογραφικό κενό το οποίο επιδιώκει να καλύψει. Στη συνέχεια ακολουθεί το τρίτο μέρος στο οποίο αναλύεται η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων. Αναλυτικότερα, γίνεται αναφορά τόσο στην δημιουργία του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε όσο και στον τρόπο διεξαγωγής του. Επιπλέον, επεξηγείται το θεωρητικό υπόβαθρο των εργαλείων και αναλύσεων που εφαρμόστηκαν για να προκύψουν τα τελικά συμπεράσματα. Στο τέταρτο μέρος της εργασίας περιγράφεται η βάση δεδομένων που προέκυψε όπως επίσης παρουσιάζονται η ανάλυση και τα αποτελέσματα από τα πρότυπα πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης που δημιουργήθηκαν. Η εργασία κλείνει με τα τελικά συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από τις αναλύσεις και προτείνονται ιδέες για περαιτέρω έρευνα.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Οι έρευνες για τα αυτόνομα οχήματα ξεκίνησαν περίπου την τελευταία δεκαετία ([Haboucha et al. 2017](#)). Κατά συνέπεια είναι λογικό να μην έχουν εξεταστεί όλες οι πιθανές πτυχές του θέματος. Αρχικά οι μελέτες επικεντρώνονταν στις επιδράσεις που θα έχουν τα αυτόνομα οχήματα στην οδική ασφάλεια και στην κυκλοφοριακή ροή. Όμως, λίγη έμφαση είχε δοθεί στα κίνητρα και στην συμπεριφορά των ανθρώπων ως προς την χρήση αυτής της τεχνολογίας. Παρακάτω θα παρουσιαστούν συνοπτικά οι κυριότερες έρευνες οι οποίες πραγματεύονται τα αυτόνομα οχήματα και τις πολύπλευρες επιδράσεις τους. Πιο συγκεκριμένα, θα αναλυθεί το πλαίσιο της κάθε έρευνας, η μεθοδολογία και τα βασικά αποτελέσματα με έμφαση στα στοιχεία με συνάφεια με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.

2.1 Προθυμία Χρήσης Αυτόνομων Οχημάτων

Οι [Bansal et al., \(2016\)](#) πραγματοποίησαν μια έρευνα για την άποψη και το ενδιαφέρον των κατοίκων του Austin, Texas, USA απέναντι στις νέες τεχνολογίες που χαρακτηρίζουν τα οχήματα, όπως η αυτονομία. Αναλυτικότερα, επικεντρώθηκαν στην προθυμία των ανθρώπων να πληρώσουν για αυτόνομα οχήματα, στην υιοθέτηση των κοινόχρηστων αυτόνομων οχημάτων (Shared Autonomous Vehicles SAVs) με διαφορετικά σενάρια τιμολόγησης, στις μελλοντικές αποφάσεις για τόπο κατοικίας καθώς και στον χρόνο που θα χρειαστεί ώστε η τεχνολογία αυτή να γίνει αποδεκτή από τον κόσμο. Για την συλλογή των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο με 52 ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις εκτός από τα

προαναφερθέντα αφορούσαν δημογραφικά στοιχεία, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αυτόνομων οχημάτων και του δυναμικού διαμοιρασμού τους καθώς επίσης και οι συνήθειες μετακινήσεις των ερωτώμενων. Συνολικά απάντησαν 347 ενήλικες. Τα σενάρια για την υιοθέτηση των SAVs ήταν τρία: \$1, 2\$ ή 3\$ ανά μίλι.

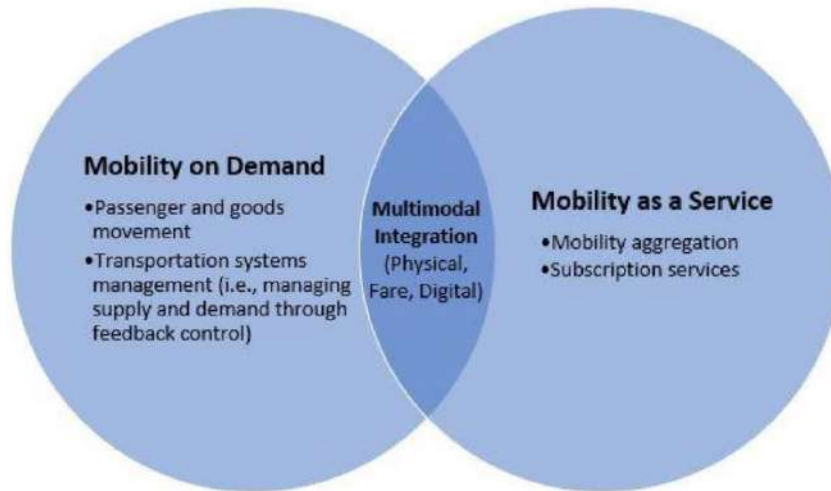
Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το univariate OP model. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν ποικίλουν. Περισσότερο από το 80% των ερωτώμενων ενδιαφέρεται να έχει ένα αυτόνομο όχημα με επίπεδο αυτονομίας 4. Για το 50% του δείγματος ο χρόνος για την αποδοχή των αυτόνομων οχημάτων εξαρτάται από τις αντίστοιχες συμπεριφορές των φίλων και των γειτόνων τους. Επίσης, το 80% αρνείται να πληρώσει παραπάνω για μια υπηρεσία SAV σε σχέση με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα διαμοιρασμού. Κύρια ανησυχία για τα αυτόνομα οχήματα αποτελεί η βλάβη στον εξοπλισμό τους και στα συστήματά τους. Ωστόσο η πλειονότητα θεωρεί ότι το πιο ισχυρό πλεονέκτημα της αυτόνομης τεχνολογίας θα είναι η μείωση των ατυχημάτων και όχι τόσο ο περιορισμός της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Αξίζει να προστεθούν και τα συμπεράσματα που βγήκαν από τις παλινδρομήσεις με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά. Πιο συγκεκριμένα, άτομα αρσενικού φύλου εξοικειωμένα με την τεχνολογία που ζουν σε αστικά κέντρα και έχουν εμπλακεί σε ατύχημα πολλές φορές, είναι πιο πιθανό να πληρώσουν περισσότερο για μια τέτοια τεχνολογία ανεξάρτητα από τον κοινωνικό τους περίγυρο. Αντίθετα, οι ηλικιωμένοι οδηγοί δεν εξέφρασαν κάποιο ενδιαφέρον για την τεχνολογία αυτή ίσως γιατί δεν γνωρίζουν πως λειτουργεί αλλά ταυτόχρονα τους είναι δύσκολο να αποχωριστούν την οδηγική απόλαυση.

Τα άτομα που οδηγούν περισσότερο εμφανίζονται πιο πρόθυμα να πληρώσουν παραπάνω για να προσθέσουν επίπεδο 4 αυτονομίας στο όχημα τους σε σχέση με το επίπεδο 3 ή την χρήση SAVs με κόστος 3\$ ανά μίλι. Αυτό συμβαίνει διότι τα άτομα που ταξιδεύουν μεγάλες αποστάσεις επωφελούνται περισσότερο από τις ασφαλείς, αυτόνομες και διασυνδεδεμένες μετακινήσεις. Επομένως μπορούν κατά την διάρκεια του ταξιδιού να εργαστούν, να διαβάσουν ή να μιλήσουν σε φίλους τους. Το παραπάνω όμως δεν θα ήταν εφικτό με επίπεδο αυτονομίας 3 αφού ο οδηγός θα έπρεπε να αναλάβει το τιμόνι σε περίπτωση ανάγκης. Τέλος σημειώνεται ότι τα άτομα που ζουν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές ήταν πρόθυμα να χρησιμοποιήσουν SAVs ανεξάρτητα από την τιμολόγησή τους λόγω των χαμηλών υπηρεσιών στάθμευσης και του χαμηλού δείκτη ιδιοκτησίας οχημάτων.

2.2 Υπηρεσίες MoD, MaaS και Shared Mobility

Οι [Shaheen et al., \(2020\)](#) αναφέρονται στην έρευνά τους για τις υπηρεσίες MoD, Mobility as a Service (MaaS) και τον διαμοιρασμό οχημάτων (shared mobility – sharing services). Πιο συγκεκριμένα, αναλύοντας την υπάρχουσα βιβλιογραφία σε συνδυασμό με μια διαδικτυακή έρευνα και κάνοντας συνεντεύξεις σε περίπου 30 ειδικούς του αντικειμένου, εντοπίστηκαν και συμπληρώθηκαν ορισμένα κενά στην βιβλιογραφία τα οποία η ακαδημαϊκή έρευνα δεν είχε προλάβει να καλύψει. Επίσης, οργανώθηκαν δύο ημερίδες για τα συστήματα AMoD στις οποίες συμμετείχαν περισσότερα από 150 άτομα και συζητήθηκαν οι εξής τέσσερις τομείς: (1) κατανόηση και διαχείριση δεδομένων, (2) προσβασιμότητα και ισότητα, (3) καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα και (4) οργάνωση για τις MoD υπηρεσίες (περιβάλλον, χρήσεις γης, ζώνες, διαχείριση κ.α.). Στην συνέχεια της εργασίας γίνεται η διάκριση μεταξύ των υπηρεσιών MoD, των υπηρεσιών MaaS (Εικόνα 4) και των αναδυόμενων συστημάτων διαμοιρασμού (sharing services). Επίσης, γίνεται εκτενής αναφορά στις πιθανές συνεργασίες που μπορούν να γίνουν μεταξύ των δημόσιων συγκοινωνιών και των συστημάτων MoD με σκοπό την προσφορά καλύτερων υπηρεσιών. Ορισμένες από αυτές τις συνεργασίες μπορούν να αφορούν την οργάνωση πολυτροπικών μετακινήσεων, ένα κοινό σύστημα τιμολόγησης και την κοινή

πρόσβαση δεδομένων. Ακολουθώς, γίνεται αναφορά στην μετατόπιση της ζήτησης τα τελευταία χρόνια στις υπηρεσίες MoD/MaaS και πως αυτό έχει επιδράσει τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (MMM).



Εικόνα 4: Σύγκριση υπηρεσιών MoD και MaaS (Πηγή: Shaheen et al. 2020)

Το τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας αυτής εστιάζει στις πιθανές επιδράσεις που μπορεί να έχει η τεχνολογία του αυτοματισμού στις δημόσιες συγκοινωνίες. Αναλυτικότερα, έρευνες που ασχολούνται με την επίδραση του αυτοματισμού στις μετακινήσεις δείχνουν ότι οδηγεί σε μια μείωση της επιβατικής κίνησης στα MMM και στα οικολογικά μέσα (περπάτημα, ποδήλατο). Ωστόσο στο μέλλον ο αυτοματισμός μπορεί να δώσει την δυνατότητα στους αρμόδιους φορείς των δημόσιων συγκοινωνιών να προσφέρουν ευέλικτες υπηρεσίες που ανταποκρίνονται στην υπάρχουσα ζήτηση με μικρότερα οχήματα. Κλείνοντας υπογραμμίζεται η σημαντικότητα αυτών των υπηρεσιών στις μελλοντικές μετακινήσεις, δηλαδή το πως μπορούν να συμπληρώσουν και να ανταγωνιστούν τις υπάρχουσες καθώς επίσης και πως η αυτονομία θα επηρεάσει την αποδοτικότητα αυτών των υπηρεσιών.

2.3 Έρευνες AMoD: Λειτουργικά και Οικονομικά Ζητήματα

Οι Spieser et al. (2014) και Pavone et al. (2015) στην έρευνά τους ασχολούνται με τις λειτουργικές και οικονομικές πλευρές των συστημάτων AMoD. Αναλυτικότερα, ερευνούν την μοντελοποίηση της ζήτησης με στοχαστικές μεθόδους, τον έλεγχο αυτών των συστημάτων μέσω αλγορίθμων για μέγιστη αποδοτικότητα καθώς επίσης και το μέγεθος του στόλου που απαιτείται σε συνδυασμό με την οικονομική ανάλυση (Εικόνα 5). Η ανάλυση αυτή αφορά δύο περιοχές, τη Νέα Υόρκη και την Σιγκαπούρη. Τα αποτελέσματα της έρευνας φανερώνουν ότι η ζήτηση ταξί που υπάρχει στο Μανχάταν μπορεί να αντιμετωπιστεί με περίπου 8.000 αυτόνομα οχήματα δηλαδή το 70% του τωρινού στόλου ταξί ενώ στην Σιγκαπούρη απαιτείται αριθμός αυτόνομων οχημάτων ίσος με το 1/3 του συνολικού αριθμού Ι.Χ της περιοχής.

Οι Dia et al. (2016) παρουσιάζουν τα αυτόνομα οχήματα καθώς και τις υπηρεσίες κινητικότητας με βάση την ζήτηση ως δύο πολύ ισχυρά μέσα με τα οποία μπορούν να επιτευχθούν τόσο η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης όσο και η βιωσιμότητα των μετακινήσεων σε σχέση με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αναλυτικότερα, δημιουργούν μια προσομοίωση σε μια οδό στην Μελβούρνη, Αυστραλία κατά την οποία συγκρίνουν δύο συστήματα AMoD με την συμβατική κατάσταση που επικρατεί. Στο πρώτο σύστημα, AMoD1, ο χρήστης εξυπηρετείται απευθείας χωρίς χρόνο αναμονής ενώ στο δεύτερο σύστημα, AMoD2, ο χρήστης μπορεί να χρειαστεί να περιμένει έως και 5 λεπτά για να

εξυπηρετηθεί. Η προσομοίωση έγινε με την βοήθεια ειδικών προγραμμάτων τα οποία έχουν την δυνατότητα να προσομοιάσουν τέτοιες συνθήκες. Από τις αναλύσεις οι ερευνητές συμπέραναν ότι στο σύστημα AMoD1 απαιτείται στόλος οχημάτων κατά 43% λιγότερο από τον συμβατικό καθώς επίσης απελευθερώνεται το 58% του δημόσιου χώρου αφού δεν υπάρχει ανάγκη στάθμευσης. Τα αντίστοιχα νούμερα για το σύστημα AMoD2 είναι 88% και 83%. Ωστόσο, και στις δύο περιπτώσεις, παρατηρήθηκε ότι υπάρχει αύξηση των συνολικών χιλιομέτρων που διανύουν τα οχήματα αφού πρέπει μετά από κάθε ταξίδι να επανατοποθετηθούν. Το πρόβλημα αυτό όμως μπορεί να αντιμετωπιστεί αν τα οχήματα αυτά είναι ηλεκτροκίνητα.

2.4 Έρευνες AMoD: Συμπεριφορές και Προθέσεις (χωρίς δυναμικό διαμοιρασμό)

Έρευνα που πραγματοποίησαν οι [Haboucha et al. \(2017\)](#) αναφέρεται στα κίνητρα των ανθρώπων να αποκτήσουν ή να χρησιμοποιήσουν αυτόνομα οχήματα. Η έρευνα έγινε για την Βόρεια Αμερική και το Israel με ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο το οποίο απάντησαν μόνο όσοι οδηγούν καθημερινά για την δουλειά ή για εκπαίδευση. Περιείχε ερωτήσεις σε σχέση με το προφίλ του μετακινούμενου, τα δημογραφικά στοιχεία, τις προθέσεις απέναντι στα αυτόνομα οχήματα καθώς και έξι σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης για επιλογή μέσου. Ο συμμετέχων είχε τρεις επιλογές για το μέσο: το Ι.Χ. του, ένα ιδιωτικό αυτόνομο όχημα ή ένα κοινόχρηστο αυτόνομο όχημα. Έγινε χρήση του προτύπου “nested” logit kernel (LK) με “panel effects” το οποίο υπολόγισε ως πιο στατιστικά σημαντικές μεταβλητές την οδηγική απόλαυση, την περιβαλλοντική ανησυχία καθώς και τα συναισθήματα των ερωτηθέντων για τα αυτόνομα οχήματα. Παρατηρήθηκε ότι το 36% των ερωτηθέντων παρέμεινε σταθερό στο ίδιο μέσο στο κομμάτι των σεναρίων. Αυτό δείχνει ότι δεν ήταν διατεθειμένοι να σκεφτούν καμία άλλη επιλογή. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι το 44% έμεινε σταθερό στην επιλογή του τωρινού τους οχήματος ενώ ένα 25% των ερωτηθέντων απέρριψε τον δυναμικό διαμοιρασμό οχήματος ακόμη και αν ήταν δωρεάν.

Οι [Yap et al. \(2016\)](#) διερεύνησαν την δυνατότητα των αυτόνομων οχημάτων να αποτελέσουν εναλλακτικό μέσο για τα ταξίδια τελευταίου μιλίου στην Ολλανδία. Πιο συγκεκριμένα επικεντρώνονται στα ταξίδια με αφετηρία τον σταθμό τρένου και τελικό προορισμό την κατοικία, την εργασία καθώς και άλλες τοποθεσίες δραστηριοτήτων. Η συλλογή στοιχείων πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο περιείχε τέσσερα διαφορετικά μέρη: προφίλ μετακινούμενου, επιλογή μέσου με σενάρια, προθέσεις-συναισθήματα απέναντι στα αυτόνομα οχήματα και δημογραφικά χαρακτηριστικά. Στο κομμάτι των σεναρίων ο συμμετέχων μπορούσε να επιλέξει ανάμεσα από τέσσερα μέσα για μετακίνηση τελευταίου μιλίου: ΔΣ, ποδήλατο, αυτόνομο όχημα, αυτόνομο όχημα που το οδηγεί ο ίδιος ο χρήστης και μετά την αποβίβαση του επιστρέφει μόνο του στην αφετηρία (χειροκίνητο όχημα). Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα γενικότερο πλαίσιο μεγιστοποίησης της συνάρτησης χρησιμότητας με την βοήθεια ενός mixed logit model. Δηλαδή, ένας χρήστης επιλέγει με βάση πιο από τα μέσα έχει την μεγαλύτερη χρησιμότητα για εκείνον.

Τρεις παράγοντες ως προς την ψυχολογία του χρήστη υπολογίστηκαν ως στατιστικά σημαντικές: η εμπιστοσύνη του χρήστη στην τεχνολογία του αυτοματισμού, η αξιοπιστία της υπηρεσίας ως προς τον χρόνο αναχώρησης και άφιξης και η βιωσιμότητα ως προς το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του συστήματος αυτού. Ως προς την επιλογή μέσου διαπιστώθηκε ότι οι επιβάτες που κλείνουν στο τρένο εισιτήρια πρώτης θέσης είναι πιο πιθανό να πάρουν

αυτόνομο όχημα για το τελευταίο μίλι αντί για ποδήλατο, τραμ κλπ. Αντίθετα οι επιβάτες με εισιτήριο δεύτερης θέσης είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν τις ΔΣ σε σχέση με τα αυτόνομα οχήματα. Δεν βρέθηκε κάποια διαφορά μεταξύ χειροκίνητου αυτόνομου οχήματος και κανονικού αυτόνομου. Επίσης, η προθυμία κάποιος να πληρώσει περισσότερα χρήματα είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση του αυτόνομου οχήματος σε σχέση με του χειροκίνητου. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι επιβάτες ακόμα δεν αντιλαμβάνονται σαν πλεονέκτημα την ελευθερία χρόνου που έχουν στην διάθεσή τους μέσα σε ένα αυτόνομο όχημα. Αυτό βέβαια ίσως είναι κατανοητό αφού κανείς ακόμα δεν έχει παρόμοια εμπειρία. Ένας άλλος λόγος στον οποίο μπορεί να οφείλεται αυτό είναι η μικρή διάρκεια του ταξιδιού από τον σταθμό στον τελικό προορισμό. Επιπρόσθετα, το θέμα της ασφάλειας παίζει καθοριστικό ρόλο στις επιλογές των χρηστών. Η βιωσιμότητα των αυτόνομων οχημάτων αποτελεί τον ευνοϊκότερο παράγοντα για να επιλέξει κάποιος να μετακινηθεί με ένα αυτόνομο όχημα. Αμέσως πιο σημαντικός παράγοντας όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι η ασφάλεια που νιώθουν οι χρήστες. Μέτρα που θα ενισχύσουν την εμπιστοσύνη των ανθρώπων ως προς αυτή την τεχνολογία θα λειτουργήσουν πολύ ευεργετικά για την εφαρμογή της. Αντίθετα από τις πρώτες εκτιμήσεις, η αξιοπιστία της υπηρεσίας και η παραγωγική δουλειά κατά την διάρκεια της μετακίνησης δεν θεωρούνται ακόμα τόσο σπουδαία πλεονεκτήματα.

Οι [Distler et al. \(2018\)](#) διερευνούν την αποδοχή των συστημάτων AMoD από τους ανθρώπους πριν και μετά την εμπειρία τους με ένα αυτόνομο βανάκι. Για να επιτευχθεί αυτό πραγματοποιήθηκαν ημερίδες με ανοιχτές συζητήσεις περί του θέματος και μία μετακίνηση με ένα πειραματικό αυτόνομο βανάκι. Τόσο πριν όσο και μετά το πείραμα μοιράστηκαν στους συμμετέχοντες ερωτηματολόγια για την κατανόηση των παραγόντων που επιδρούν στην αποδοχή τέτοιων συστημάτων καθώς επίσης μορφώθηκαν και ομάδες οι οποίες εξέφρασαν συλλογικά τις απόψεις τους ως προς το θέμα. Για την ανάλυση εφαρμόστηκε μια μίξη μεθόδων και προσεγγίσεων (Wilcoxon test, UX Cards by Lallemand). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι ανησυχίες περί ασφάλειας που είχαν εκφραστεί τελικά εξασθένησαν μετά την εμπειρία με το αυτόνομο βανάκι. Ωστόσο, μετά την χρήση παρατηρήθηκε μια μείωση σε ό,τι αφορά την χρησιμότητα και την αποδοτικότητα ενός τέτοιου μέσου από τους επιβάτες. Δηλαδή, οι συμμετέχοντες είχαν περισσότερες προσδοκίες από το σύνολο της εμπειρίας σε ότι αφορά την απόδοση και την άνεση.

2.5 Έρευνες AMoD: Συμπεριφορές και Προθέσεις (με δυναμικό διαμοιρασμό)

Τα τελευταία χρόνια αυξάνονται οι έρευνες σχετικά με τα συστήματα AMoD και την έννοια του δυναμικού διαμοιρασμού (Dynamic Ride Sharing, DRS). Οι [Cai et al. \(2019\)](#) ανέπτυξαν μια έρευνα, με σκοπό να κατανοήσουν τις προθέσεις των κατοίκων της Σιγκαπούρης για ένα σύστημα μεταφορών AMoD για ταξίδια πρώτου και τελευταίου μιλίου. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με την βοήθεια ενός ερωτηματολογίου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τόσο ηλεκτρονικά όσο και στο πεδίο. Το ερωτηματολόγιο περιείχε ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων, τα συναισθήματα – προθέσεις των επιβατών ως προς τα αυτόνομα οχήματα καθώς και σενάρια για την επιλογή μέσου. Στην αρχή του ερωτηματολογίου γινόταν διάκριση των χρηστών I.X. και των χρηστών ΔΣ. Ο διαχωρισμός αυτός χρειάζεται έτσι ώστε τα επιμέρους σενάρια που θα απαντήσουν να είναι διαφοροποιημένα. Στην έρευνα αυτή θεωρήθηκαν τρία είδη υπηρεσιών κινητικότητας με αυτόνομα οχήματα. Πρώτη επιλογή είναι η υπηρεσία “premium service” η οποία προσφέρει άνετη μετακίνηση με πολυτελή οχήματα αλλά με αυξημένο κόστος. Δεύτερη επιλογή είναι η

υπηρεσία “economy service” η οποία λειτουργεί σε επίπεδο ταξί και τέλος η υπηρεσία “sharing service” στην οποία δύο ή περισσότεροι πελάτες χρησιμοποιούν το ίδιο όχημα με χαμηλότερο κόστος αλλά αυξημένο χρόνο αναμονής και διαδρομής.

Για την ανάλυση των δεδομένων και τον καθορισμό των στατιστικά σημαντικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο LK το οποίο είναι παρόμοιο με το multinomial logit (MNL). Η κυριότερη διαφορά τους είναι ότι στο LK οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι πιθανοτικοί και όχι σταθεροί. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι χρήστες I.X. είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν AMoD υπηρεσίες για ταξίδια πρώτου και τελευταίου μιλίου σε σχέση με τους επιβάτες των ΔΣ. Επιπλέον, χρήστες I.X. εξοικειωμένοι με υπηρεσίες κινητικότητας με βάση την ζήτηση είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες AMoD σε σχέση με εκείνους που δεν έχουν χρησιμοποιήσει ποτέ. Σημειώνεται ότι ο δυναμικός διαμοιρασμός οχημάτων δεν είναι ιδιαίτερα φημισμένος στην Σιγκαπούρη λόγω της χαμηλής του αποδοτικότητας.

Οι [Krueger et al., \(2016\)](#) επικεντρώθηκαν στον δυναμικό διαμοιρασμό ενός συστήματος αυτόνομων οχημάτων. Πιο συγκεκριμένα για την συλλογή στοιχείων χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος οι ερωτηθέντες δήλωναν τα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις – επιλογές στις καθημερινές τους μετακινήσεις ενώ το δεύτερο κομμάτι αναφερόταν σε ένα πείραμα δεδηλωμένης προτίμησης στο οποίο οι ερωτηθέντες καλούνταν να απαντήσουν αν θα χρησιμοποιούσαν σύστημα διαμοιρασμού αυτόνομων οχημάτων για μια πρόσφατη μετακίνηση την οποία έκαναν. Αναλυτικότερα οι συμμετέχοντες είχαν τρεις δυνατές επιλογές μέσου (SAV με DRS, SAV χωρίς DRS, ΔΣ). Τα χαρακτηριστικά κάθε επιλογής σχετίζονταν με το κόστος, τον χρόνο ταξιδιού και τον χρόνο αναμονής.

Για την ανάλυση και την εξαγωγή συμπερασμάτων χρησιμοποιήθηκε πρότυπο mixed logit. Στατιστικά σημαντική μεταβλητή προέκυψε ο χρόνος αναμονής ο οποίος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα έτσι ώστε κάποιος χρήστης να επιλέξει SAV με DRS. Η υπηρεσία SAV με DRS είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιηθεί από νέους ανθρώπους ενώ μεγάλη είναι η συσχέτιση της χρήσης SAV με το μέσο ή μέσα που επιλέγει ο χρήστης καθημερινά. Άτομα που χρησιμοποιούν περισσότερο τα συστήματα διαμοιρασμού είναι πιο πιθανό να επιλέξουν SAV με DRS. Επιπλέον, οδηγοί I.X. είναι πιο πιθανό να επιλέξουν SAV χωρίς DRS ενώ οι επιβάτες με DRS. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι οι περισσότεροι ηλικιωμένοι είναι πιθανό να μην χρησιμοποιήσουν καμία υπηρεσία SAV. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα των αυτόνομων οχημάτων, ότι δηλαδή θα ενισχύσουν τις μετακινήσεις αυτών των πληθυσμιακών ομάδων. Προκειμένου να γίνει πιο ελκυστική επιλογή θα πρέπει το κόστος να είναι μειωμένο αναλογικά.

Οι [Lavieri et al. \(2019\)](#) εστιάζουν και εκείνοι στην διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τους ανθρώπους σχετικά με τον διαμοιρασμό ενός αυτόνομου οχήματος με έναν άγνωστο στην περιοχή Dallas-Fort Worth Metropolitan Area (DFW), U.S. Η έρευνα τους πραγματοποιήθηκε διαδικτυακά με ερωτηματολόγιο με το οποίο συλλέξαν δημογραφικά στοιχεία, στοιχεία συμπεριφοράς ως προς τη νέα τεχνολογία, την οικειότητα με συστήματα διαμοιρασμού καθώς και τις προτιμήσεις τους (με σενάρια) ως προς την κοινή χρήση ενός αυτόνομου οχήματος με κάποιον άγνωστο.

Χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Generalized Heterogenous Data Model (GHDM) στο οποίο διατεταγμένες, ονομαστικές και διμερείς μεταβλητές συνυπολογίζονται ταυτόχρονα. Κατέληξαν στα συμπεράσματα ότι οι ανησυχίες περί ιδιωτικότητας και κατ' επέκτασης

ασφάλειας αποθαρρύνουν τα άτομα να επιλέξουν ένα σύστημα διαμοιρασμού αυτόνομων οχημάτων με κάποιον άλλον. Επίσης, υπογραμμίζεται ότι υπάρχουν και πληθυσμιακές ομάδες (γυναίκες 35-44 χρονών) που δεν είναι καθόλου ευέλικτες με τον χρόνο και δεν τους επηρεάζει το γεγονός ότι θα μπορούσαν να αφιερώσουν το χρόνο ταξιδιού τους εποικοδομητικά. Σημαντικό ρόλο παίζει επίσης και ο τύπος της μετακίνησης που πραγματοποιείται. Τα άτομα φάνηκαν να είναι πιο διατεθειμένα να μοιραστούν ένα αυτόνομο όχημα με έναν άγνωστο σε μια μετακίνηση δουλειάς παρά σε μια μετακίνηση που αφορά την ψυχαγωγία. Διαπιστώθηκε επίσης, ότι ο χρόνος διαδρομής που προστίθεται στον δυναμικό διαμοιρασμό αποτελεί σπουδαιότερο εμπόδιο για την χρήση του σε σχέση με την παρουσία ενός αγνώστου. Ωστόσο, έχοντας κάποιος την δυνατότητα να περάσει τον χρόνο του παραγωγικά αυτό το εμπόδιο μπορεί να ξεπεραστεί ειδικά σε άτομα υψηλού εισοδήματος.

2.6 Αποδοχή Αυτόνομων Ηλεκτρικών Λεωφορείων

Οι [Herrenkind et al. \(2019\)](#) ασχολήθηκαν στην έρευνά τους με τους παράγοντες που οδηγούν στην αποδοχή ενός αυτόνομου ηλεκτρικού λεωφορείου σε μια περιοχή της Γερμανίας. Πιο συγκεκριμένα ακολούθησαν το εξής πείραμα που αποτελείται από τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο κατά την διάρκεια αναμονής οι συμμετέχοντες ενημερώνονταν για την προηγμένη αυτή τεχνολογία καθώς και για τα χαρακτηριστικά του λεωφορείου (ηλεκτροκίνηση, χωρητικότητα κλπ.). Στο δεύτερο στάδιο οι συμμετέχοντες εισέρχονταν στο λεωφορείο και κατά την διάρκεια του ταξιδιού είχαν την δυνατότητα να ρωτήσουν τον χειριστή για οποιοδήποτε θέμα. Στο τέλος της βόλτας το ερωτηματολόγιο μοιραζόταν στους επιβάτες είτε ηλεκτρονικά (μέσω QR code) είτε σε έντυπη μορφή.

Για την εξέταση των παραγόντων που είναι πιο πιθανοί να επηρεάσουν την αποδοχή των αυτόνομων οχημάτων κατασκευάστηκε ένα ερευνητικό πρότυπο βασισμένο στο Technology Acceptance Model (TAM). Στην συνέχεια για την αναβάθμιση αυτού του προτύπου πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις με ειδικούς οι οποίοι έθεσαν την βάση για τους πιθανούς παράγοντες αποδοχής. Ποσοτικά, χρησιμοποιήθηκε έρευνα ερωτηματολογίου με σκοπό να επιβεβαιωθούν οι προτεινόμενοι παράγοντες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρησιμότητα, η ευκολία στην χρήση και η ψυχολογία του χρήστη απέναντι στα αυτόνομα ηλεκτρικά λεωφορεία παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο για την εφαρμογή τους. Ειδικότερα, πρέπει να ενισχυθεί η εμπιστοσύνη μεταξύ των χρηστών και των αυτόνομων συστημάτων έτσι ώστε όλο και περισσότεροι άνθρωποι να αρχίσουν να τα χρησιμοποιούν. Αξίζει να προστεθεί ότι χρήστες που κατανοούν τα πλεονεκτήματα των Autonomous Electric Buses (AEBs) είναι πιο πιθανό να τα χρησιμοποιήσουν. Επομένως οι εκάστοτε πολιτικοί φορείς θα πρέπει να αντιμετωπίσουν οποιαδήποτε δυσπιστία ως προς την τεχνολογία, να ενισχύσουν την εικόνα των AEBs διαφημίζοντας τα και να φροντίσουν τα μέτρα και οι πολιτικές που εφαρμόζονται να μην αποδυναμώνουν την θέση των AEBs.

Η έρευνα των [Salonen et al. \(2019\)](#) προσεγγίζει το θέμα της συμπεριφοράς και των συναισθημάτων που βιώνουν οι επιβάτες ενός αυτόνομου λεωφορείου στην Φινλανδία. Το πείραμα έλαβε χώρα στην πόλη Espoo και συμμετείχαν 522 άνθρωποι. Το λεωφορείο διέθετε τεχνολογία αυτονομίας (επίπεδο 4), δηλαδή είναι προγραμματισμένο να ακολουθεί προκαθορισμένη διαδρομή χωρίς να μπορεί να κάνει περίπλοκες κινήσεις. Επομένως αν οι συνθήκες δεν ήταν καλές (π.χ. βροχή, χιόνι, κλπ.) τότε το λεωφορείο σταματούσε την λειτουργία του. Η έρευνα γινόταν με συνεντεύξεις κατά την διάρκεια της μετακίνησης. Για τον λόγο αυτό μέσα στο λεωφορείο υπήρχε και ένα άτομο από την ομάδα που έκανε τις ερωτήσεις και επενέβαινε σε περίπτωση που το λεωφορείο σταματούσε.

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε η μέθοδος Theory of Interpersonal Behaviour (TIB) του Harry Triandis (1977). Η μέθοδος αυτή λαμβάνει υπόψη ρόλους, συνήθειες, συναισθήματα καθώς και εξωτερικούς περιορισμούς. Βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι πως θεωρεί ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά δεν είναι πάντα λογική. Μαζί με την παραπάνω μέθοδο εφαρμόστηκε και επαγωγική ποιοτική ανάλυση στις απαντήσεις που έδωσαν οι συμμετέχοντες. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι ακόμα και αν οι ερωτηθέντες είχαν αρνητική άποψη για το αυτόνομο λεωφορείο ή κάποιον ενδοιασμό για την ασφάλεια του, η τελική εντύπωση ήταν πολύ καλύτερη. Επίσης υπογραμμίζεται ότι η εξοικείωση με μετρό ή τραμ βοήθησε στην γρήγορη προσαρμογή της συμπεριφοράς για το νέο μέσο. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες ήταν διστακτικοί για το αν θα ένιωθαν άνετα αν το λεωφορείο λειτουργούσε σε μια πόλη με έντονη συμφόρηση και ρεαλιστικές συνθήκες. Ακόμα, σημειώνεται ότι πολλοί από τους επιβαίνοντες αντιλαμβάνονται ότι αυτή η νέα τεχνολογία θα οδηγήσει στην ανεργία πολλούς οδηγούς. Συνεπώς, προτείνεται το μέσο αυτό να παρουσιαστεί στην κοινωνία σαν ένας νέος τρόπος μεταφοράς και όχι σαν αντικαταστάτης του λεωφορείου. Πολύ σημαντικό αποτελεί το γεγονός ότι οι άνθρωποι θα ήταν πολύ αυστηροί σε περίπτωση λάθους ενός αυτόνομου οχήματος σε σχέση με το ανθρώπινο λάθος. Επομένως, πρέπει να διασφαλιστεί ότι δεν θα υπάρχουν τέτοια συμβάντα καθώς η εμπιστοσύνη των χρηστών θα κλονιστεί. Αξίζει να αναφερθεί, ότι προκειμένου οι χρήστες να αποδεχτούν μια τέτοια τεχνολογία θα πρέπει να τους εξυπηρετεί σε μεγάλο βαθμό. Δηλαδή, στην περίπτωση μικρού λεωφορείου να μην υπάρχει προκαθορισμένη διαδρομή και δρομολόγιο αλλά αυτό να καθορίζεται από την εκάστοτε ζήτηση. Κλείνοντας οι δύο πιο σημαντικές μεταβλητές που θα οδηγούσαν σε αλλαγή της συμπεριφοράς των χρηστών είναι η διαδρομή και η ευελιξία που θα προσφέρει η υπηρεσία.

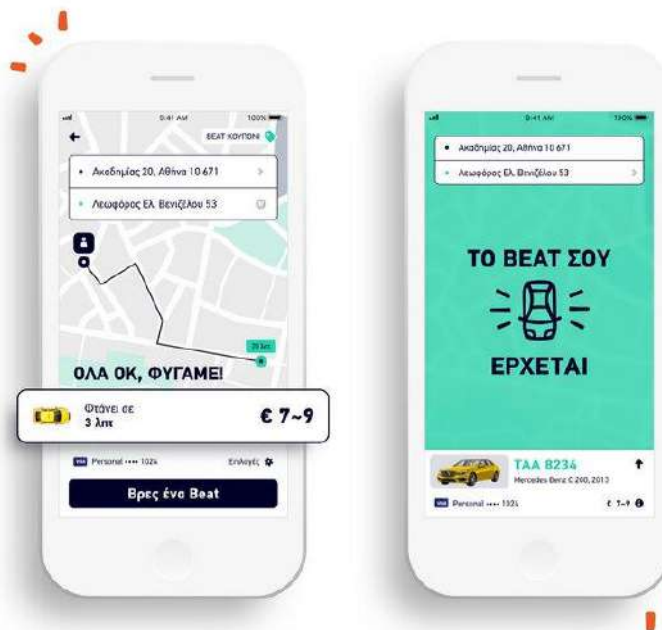
Η έρευνα των [Lambas et al. \(2019\)](#) εστιάζει στους ψυχολογικούς παράγοντες που εμποδίζουν την ολοκληρωμένη εφαρμογή των αυτόνομων λεωφορείων. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσα από συζητήσεις που έγιναν σε ομάδες έρευνας. Ο κύριος σκοπός των ομάδων έρευνας ήταν να καθορίσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψη σχετικά με τα αυτόνομα λεωφορεία και την αποδοχή τους. Οι ομάδες έρευνας πρέπει να αποτελούνται από 6-10 μέλη τα οποία να μπορούν να θεωρηθούν σαν αντιπροσωπευτικό δείγμα για το target group των αυτόνομων λεωφορείων. Συνολικά δημιουργήθηκαν δύο ομάδες έρευνας αφού επαρκούσαν ώστε το θέμα να φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο κορεσμού. Από τα αποτελέσματα προέκυψαν ως θετικοί παράγοντες για την αποδοχή του μέσου η μείωση στα έξοδα προσωπικού, η πιθανή μείωση της συμφόρησης και του χρόνου αναμονής στις διασταυρώσεις καθώς και οι χαμηλοί ρύποι. Αντιθέτως, αρνητικοί παράγοντες θεωρήθηκαν το αυξημένο κόστος του οχήματος και της υποδομής, οι κίνδυνοι ασφαλείας υπό συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. δυσλειτουργία στο σύστημα, τρομοκρατική επίθεση) καθώς και η πιθανή μείωση των ευκαιριών εργασίας.

2.7 Υπηρεσίες Κινητικότητας στην Αθήνα

Οι οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες που επικρατούσαν τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα είχαν μεγάλο αντίκτυπο στην μετακίνηση και στις υπηρεσίες κινητικότητας της Αθήνας. Παρατηρήθηκε ότι υπήρχε μια μείωση μετακινήσεων από 8 εκατομμύρια το 2008 σε 6 εκατομμύρια το 2016. Σύμφωνα με μελέτες πρόβλεψης της ζήτησης οι μετακινήσεις μένουν να αυξηθούν σε 6,4 εκατομμύρια το 2020. Από την στιγμή που δεν υπάρχουν μέτρα που να περιορίζουν ή να αποθαρρύνουν την χρήση του αυτοκινήτου είναι αναπόφευκτο οι περισσότεροι να το επιλέξουν ως μέσο μετακίνησης. Συνεπώς το επίπεδο εξυπηρέτησης των δημόσιων συγκοινωνιών μειώνεται σε μεγάλο βαθμό, προκαλείται συμφόρηση και εμποδίζεται η προβολή και η υλοποίηση εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης.

Συνολικά, οι τωρινές υπηρεσίες κινητικότητας στην περιοχή της Αθήνας τείνουν να δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την χρήση Ι.Χ. Με αφορμή το προηγούμενο, πρωτοποριακές υπηρεσίες κινητικότητας θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ως μια αποδοτική και εναλλακτική λύση στην χρήση του αυτοκινήτου. Ιδανικό θα ήταν να μπορούσε να συνδυαστεί και με μια βελτίωση του επιπέδου των ΜΜΜ. Η αγορά των ταξί είναι άκρως ρυθμιζόμενη με σεβασμό στην επαγγελματική άδεια. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια μετατόπιση σε on – line υπηρεσίες και εφαρμογές αντί της αναμονής στο πεζοδρόμιο ή της κλήσης ραδιοταξί.

Τα νέα πρότυπα κινητικότητας δεν έχουν ακόμα διεισδύσει στην αγορά της Αθήνας. Οι ανεπτυγμένες υπηρεσίες ταξί αποτελούν το πιο επιτυχημένο παράδειγμα υπηρεσίας κινητικότητας που προσαρμόζεται στις ανάγκες του χρήστη. Η Beat είναι μια πολύ γνωστή εταιρεία που προσφέρει υπηρεσίες ταξί. Δηλαδή, ο χρήστης μπορεί να καλέσει το ταξί να τον εξυπηρετήσει όπου και όποτε θέλει (Εικόνα 6). Επίσης ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει τον οδηγό του ανάλογα με προηγούμενες κριτικές που έχει λάβει ή ακόμα και να τον βαθμολογήσει για τις υπηρεσίες που προσέφερε. Τα κεντρικά γραφεία της Beat βρίσκονται στην Αθήνα, ωστόσο το 90% της δραστηριότητας πραγματοποιείται στη Νότια Αφρική (Lustig, 2018). Στην Ελλάδα οι οδηγοί που εργάζονται στην BEAT είναι επαγγελματίες οδηγοί ταξί που κατέχουν την αντίστοιχη άδεια.



Εικόνα 5: Στιγμιότυπο οθόνης από την εφαρμογή "BEAT" (Πηγή: BEAT)

Λίγα χρόνια πριν, η εταιρεία Uber δραστηριοποιούνταν στην Ελλάδα. Κατά την διάρκεια της λειτουργίας της η ελληνική κυβέρνηση επέβαλλε κανονισμούς που καθορίζουν συγκεκριμένες αφετηρίες και τερματισμούς για τις μετακινήσεις, καθώς επίσης απαιτούσε ένα ψηφιακό μητρώο από όλες τις εταιρείες που προσέφεραν υπηρεσίες κινητικότητας. Οι τελευταίες ενέργειες οδήγησαν στην αναστολή της λειτουργίας της Uber στην Ελλάδα. Από το 2019, η εταιρεία Lime προσφέρει υπηρεσίες κινητικότητας μικρών διαδρομών με ηλεκτρικά πατίνια (e-scooters). Μολονότι οι υπηρεσίες αυτές έχουν προκαλέσει αμφιλεγόμενες απόψεις μεταξύ των χρηστών και της πολιτείας, φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενες.

Σήμερα, δεν υπάρχει επίσημη νομοθεσία και διατάξεις για την προσφορά υπηρεσιών κινητικότητας με βάση την ζήτηση καθώς και τον δυναμικό διαμοιρασμό. Επιπροσθέτως, δεν

υπάρχουν κίνητρα, προβολή και γενικά ευνοϊκές προτάσεις για παρόμοιες υπηρεσίες κινητικότητας.

2.8 Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτει ότι τα αυτόνομα οχήματα και οι επιδράσεις τους στις μεταφορές είναι αδιαμφισβήτητα ένα σχετικά καινούριο θέμα το οποίο επιδέχεται πολύπλευρη ανάλυση. Από το σύνολο της βιβλιογραφίας εντοπίζονται πολλά πλεονεκτήματα αλλά και προβληματισμοί ως προς την αυτόνομη οδήγηση. Πολλές είναι οι έρευνες που εκτιμούν ότι η υλοποίηση αυτόνομων συστημάτων κινητικότητας θα οδηγήσει σε μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και σε έναν πιο βιώσιμο τρόπο μετακίνησης τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα αγαθά. Οι υπηρεσίες αυτές όπως έχει ήδη αναφερθεί θα λειτουργούν με έναν στόλο αυτόνομων οχημάτων τα οποία θα εξυπηρετούν το κοινό με βάση την ζήτηση. Ωστόσο, ένα από τα πρακτικά ζητήματα που απασχολεί τους ερευνητές είναι το μέγεθος του απαιτούμενου στόλου αυτόνομων οχημάτων για την βέλτιστη εξυπηρέτηση των χρηστών. Εκτός αυτού, σε αρχικό στάδιο βρίσκεται και η οικονομική ανάλυση αυτών των συστημάτων. Η συγκεκριμένη εργασία όμως δεν θα εστιάσει σε αυτά τα δύο θέματα.

Όπως φάνηκε και από την παραπάνω ανάλυση, πέρα από τα πρακτικά ζητήματα, μεγάλη έμφαση δίνεται στην ψυχολογία και στην συμπεριφορά των ανθρώπων απέναντι σε αυτή την πρωτοποριακή τεχνολογία και πιο συγκεκριμένα ως προς την αποδοχή της. Αυτό είναι φυσικό αφού η στάση των χρηστών είναι αυτή που θα διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην ζήτηση για την τεχνολογία, την διαμόρφωση των επιμέρους πολιτικών καθώς και τις μελλοντικές επενδύσεις στις υποδομές (Haboucha et al., 2017). Οι πιο συχνόι προβληματισμοί που αναφέρονται από τους χρήστες αφορούν κυρίως θέματα ασφαλείας σε σχέση με την τεχνολογία και τον τρόπο που λειτουργεί, θέματα ιδιωτικότητας αλλά και ευελιξίας ως προς την επιλογή διαδρομής και τον χρόνο μετακίνησης. Αξίζει να προστεθεί ότι οι έρευνες που προσεγγίζουν το θέμα του δυναμικού διαμοιρασμού οχήματος είναι λίγες. Ένας από τους στόχους της παρακάτω εργασίας είναι και η διερεύνηση των παραγόντων που σχετίζονται με την επιλογή του δυναμικού διαμοιρασμού από τους χρήστες.

Όπως υπογραμμίζεται από την πλειονότητα των ερευνών στην αποδοχή των αυτόνομων οχημάτων από την κοινότητα (Cai et al. 2019; Haboucha et al. 2017; Krueger et al. 2016; Lavieri et al. 2017) τα αποτελέσματα δεν είναι συνεπή και μεταφέρσιμα. Σύμφωνα με τους (Cai et al. 2019) αυτό είναι φυσιολογικό καθώς οι μετακινούμενοι σε κάθε περιοχή αντιλαμβάνονται διαφορετικά την επιλογή μέσου και τα επιμέρους χαρακτηριστικά της. Συνεπώς αυτή η εργασία θα προσφέρει επιπλέον πληροφορίες για τους παράγοντες που επηρεάζουν τους ανθρώπους να κάνουν χρήση αυτών των συστημάτων, συμπληρώνοντας ή επιβεβαιώνοντας συμπεράσματα τα οποία έχουν αναφερθεί στην βιβλιογραφία. Επιπλέον, η έρευνα αυτή πραγματοποιείται για την περιοχή της Αθήνας, ένα από τα πιο πυκνοκατοικημένα αστικά κέντρα της Ευρώπης. Επομένως, οι πληροφορίες που θα συλλεχθούν θα είναι ιδιαίτερα σημαντικές καθώς όπως έχει ήδη αναφερθεί, αυτά τα συστήματα μεταφοράς είναι πιο αναγκαία και περιζήτητα σε περιοχές όπου συσσωρεύεται μεγάλο μέρος του πληθυσμού.

Στο σημείο αυτό πρέπει να υπογραμμιστεί ότι δεν υπάρχει σχεδόν καμία αντίστοιχη έρευνα στην ελληνική βιβλιογραφία. Μια σημαντική διαφορά της παρούσας έρευνας με τις υπόλοιπες είναι ότι στο κομμάτι των σεναρίων συγκρίνονται οι υπηρεσίες AMoD με όλα τα μέσα (ΙΧ., ΜΜΜ, ταξί). Η υπηρεσία AMoD είναι διαθέσιμη με δύο διαφορετικές μορφές. Η πρώτη μορφή είναι ένα αυτόνομο όχημα που μεταφέρει τον επιβάτη από οποιοδήποτε σημείο στον προορισμό του ενώ η δεύτερη μορφή είναι ένα αυτόνομο βανάκι που λειτουργεί σε συνδυασμό

με τα MMM προσφέροντας επιλογές πρώτου και τελευταίου μιλίου. Οι ερωτώμενοι καλούνται να απαντήσουν στο ίδιο σενάριο δύο φορές με την διαφορά ότι στην μία περίπτωση ο καιρός είναι καλός ενώ στην άλλη είναι βροχερός. Αυτή είναι μια άλλη προσθήκη που διαφοροποιεί την παρούσα εργασία σε σχέση με άλλες και σκοπεύει να ερευνήσει την επίδραση του καιρού στην προτίμηση των υπηρεσιών AMoD. Σε αυτό το σημείο αξίζει να προστεθεί ότι διερευνάται ο δυναμικός διαμοιρασμός μέσω της διαπραγμάτευσης του χρήστη με το σύστημα. Δηλαδή ο χρήστης καλείται να αποφασίσει ποιος θα ήταν ο ιδανικός συνδυασμός αύξησης χρόνου διαδρομής με ταυτόχρονη μείωση του κόστους έτσι ώστε να μοιραστεί την διαδρομή με κάποιον άγνωστο.

Στην Ελλάδα, εκτός από την εταιρεία BEAT δεν υπάρχει κάποια άλλη υπηρεσία κινητικότητας. Οι πολιτικές που ισχύουν στην Ελλάδα δεν ενθαρρύνουν την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων αλλά κυρίως ενισχύουν την ήδη κυρίαρχουσα θέση των ταξί. Η έρευνα αυτή και με βάση τα αποτελέσματά της θα μπορούσε να αποτελέσει μια αφορμή έτσι ώστε οι διάφοροι φορείς και υπουργεία να αναθεωρήσουν τις πολιτικές τους ως προς αυτό το ζήτημα και να τροφοδοτήσουν με κίνητρα εταιρείες ή οργανισμούς που θέλουν να δραστηριοποιηθούν σε αυτό τον τομέα. Συμπερασματικά, υπάρχουν ακόμα πολλά κενά στην παγκόσμια βιβλιογραφία ως προς το θέμα της αποδοχής των αυτόνομων οχημάτων και των υπηρεσιών κινητικότητας με βάση την ζήτηση. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι να προσπαθήσει να καλύψει μερικές από αυτές τις ελλείψεις, εστιάζοντας στην περίπτωση της Αθήνας, καθώς επίσης και να προτείνει ιδέες για περαιτέρω ανάλυση.

3. Μεθοδολογική Προσέγγιση

3.1 Περιγραφή Διαδικασίας

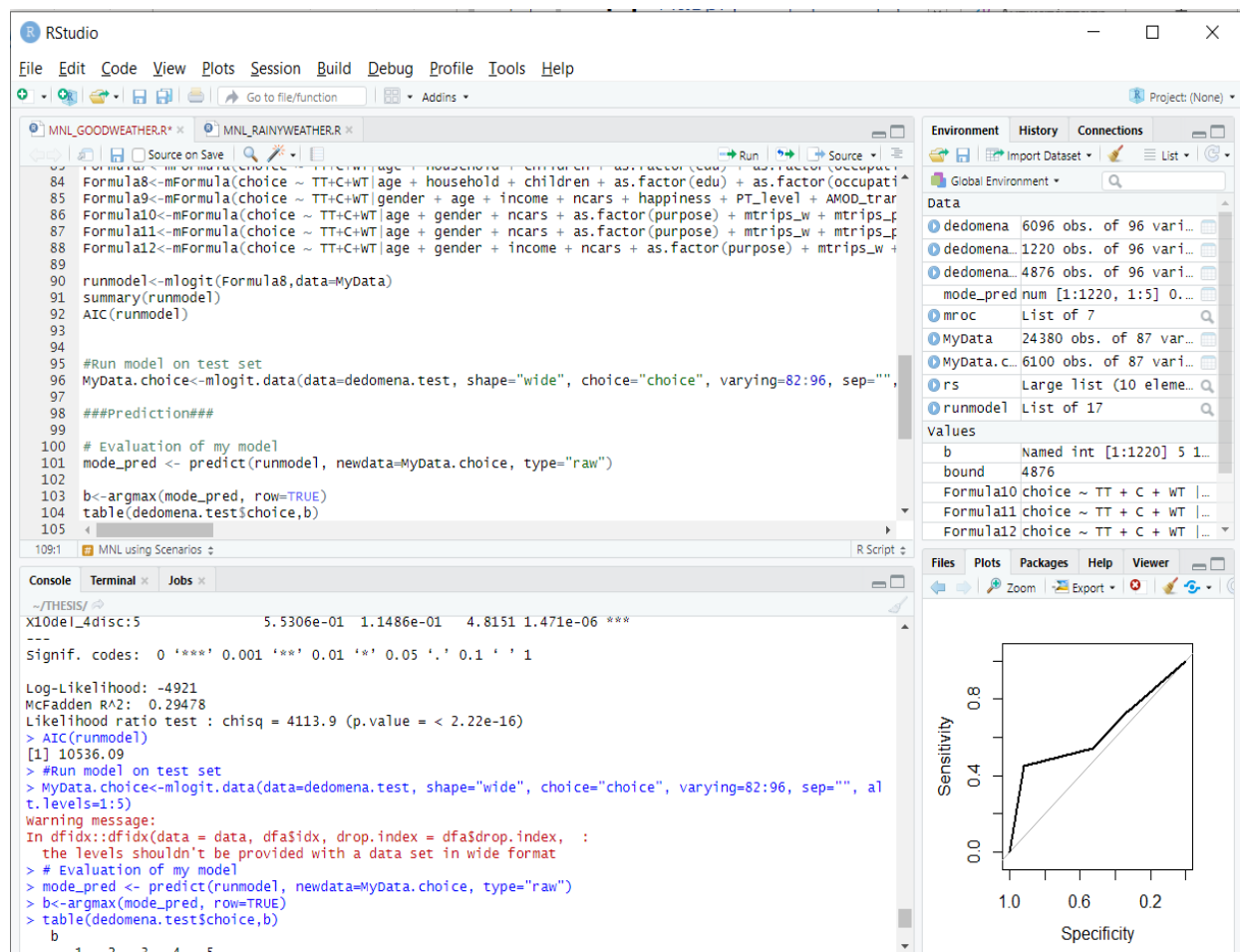
Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με την διενέργεια ενός ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου καθώς η έρευνα πεδίου δεν ήταν δυνατή λόγω των προληπτικών μέτρων που εφαρμόστηκαν για την πανδημία του κορωνοϊού. Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε με την βοήθεια του προγράμματος “google forms”. Αρχικά μελετώντας την υπάρχουσα βιβλιογραφία εντοπίστηκαν τα αντίστοιχα κενά στην συλλογή δεδομένων στα οποία έπρεπε να δοθεί περισσότερη έμφαση. Έπειτα, διαμορφώθηκαν οι ερωτήσεις και τα μέρη του ερωτηματολογίου σύμφωνα με αντίστοιχα ερωτηματολόγια από άλλες έρευνες καθώς επίσης προστέθηκαν και οι ερωτήσεις που στόχευαν στην ανάδειξη των πτυχών του θέματος που δεν είχαν μελετηθεί ενδελεχώς στην βιβλιογραφία.

Αφού ετοιμάστηκε το ερωτηματολόγιο το επόμενο βήμα ήταν η αξιολόγησή του. Προκειμένου να αξιολογηθεί το ερωτηματολόγιο έτσι ώστε να επιβεβαιωθεί η τελική του μορφή, έπρεπε να γίνουν μερικά δοκιμαστικά. Συνεπώς, το ερωτηματολόγιο εστάλη σε δύο άτομα διαφορετικής ηλικίας και απασχόλησης έτσι ώστε να εντοπιστούν πιθανές ασάφειες, λάθη και να γίνει μια εκτίμηση του χρόνου συμπλήρωσης. Από τις παρατηρήσεις που έγιναν διαπιστώθηκαν ασάφειες ως προς κάποιες έννοιες οι οποίες όμως στην συνέχεια αποσαφηνίστηκαν καλύτερα έτσι ώστε και οι απαντήσεις που δίνουν οι ερωτώμενοι να είναι ποιοτικές και αντιπροσωπευτικές.

Η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε τις ημερομηνίες 23 Μαρτίου – 27 Απριλίου. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 1018 ερωτηματολόγια. Από αυτές τις απαντήσεις, διαγράφηκαν δύο καθώς τα αντίστοιχα ερωτηματολόγια δεν είχαν συμπληρωθεί ορθά (π.χ. μη λογικές

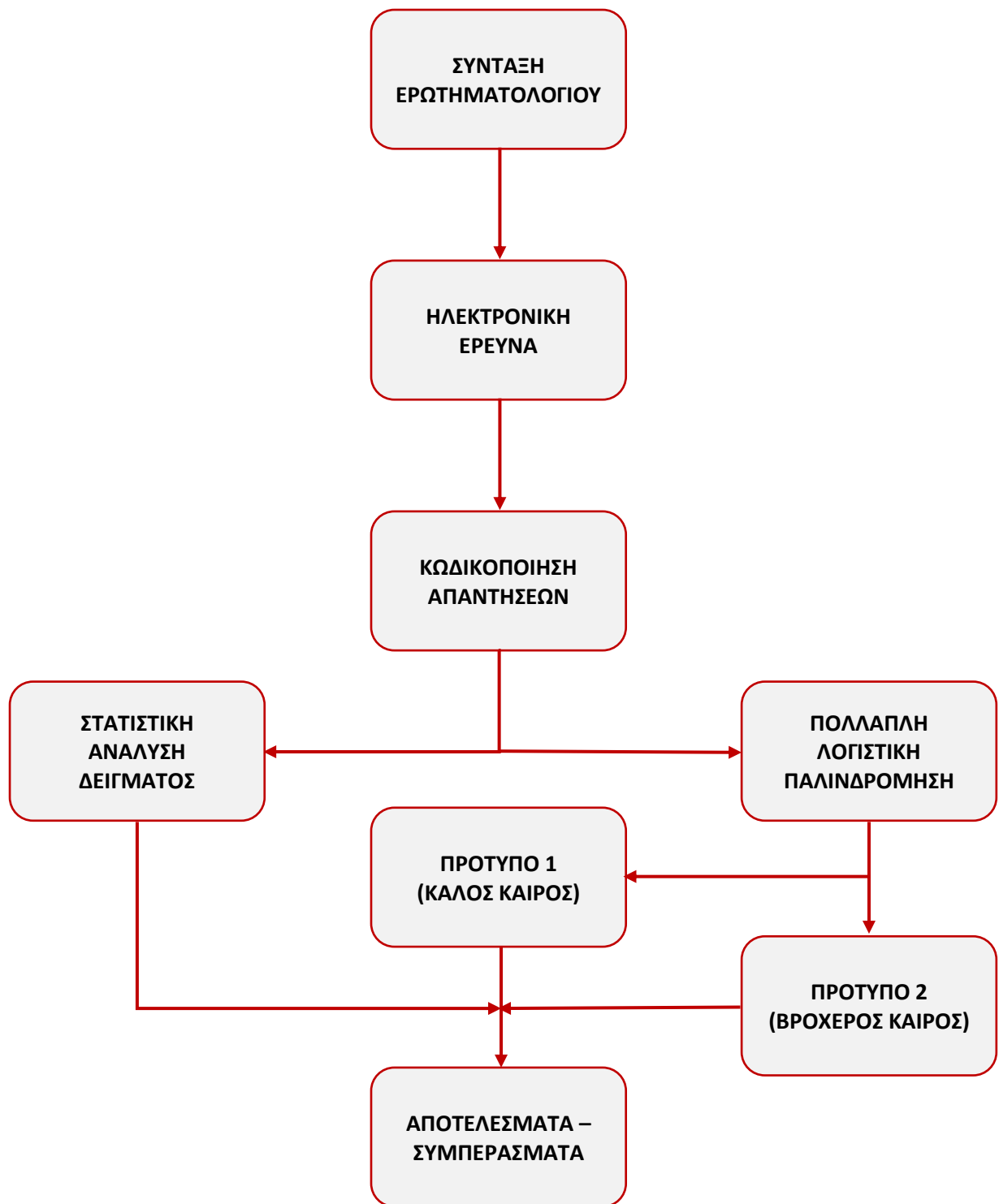
απαντήσεις, κενές απαντήσεις). Επομένως, ο συνολικός αριθμός των ερωτηματολογίων που επεξεργάστηκαν ήταν 1016. Οι ερωτήσεις ήταν διχοτομικές (π.χ. Συμφωνώ ή Διαφωνώ), πολλαπλής επιλογής ή συμπλήρωσης μικρού κειμένου. Στην συνέχεια όλες οι απαντήσεις του ερωτηματολογίου αποθηκεύτηκαν σε ένα αρχείο 'Excel' το οποίο είχε για στήλες την κάθε ερώτηση και κάθε γραμμή αντιπροσώπευε τις απαντήσεις ενός συμμετέχοντα.

Έπειτα, ακολούθησε η κωδικοποίηση των ερωτήσεων και των απαντήσεων. Για κάθε ερώτηση δόθηκε μια κωδική ονομασία η οποία αποτελεί την μεταβλητή που θα εισαχθεί στο μοντέλο, ενώ για κάθε απάντηση της ερώτησης αποδόθηκε ένας κωδικός αριθμός. Με την βοήθεια του προγράμματος "Excel" μετρήθηκαν οι συχνότητες των επιμέρους απαντήσεων και σχηματίστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα. Στην συνέχεια με την βοήθεια της στατιστικής γλώσσας R και του προγράμματος RStudio (Εικόνα 6) έγινε η ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιώντας την μέθοδο της πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης. Ο σκοπός της ανάλυσης είναι ο προσδιορισμός των παραγόντων και των στοιχείων που οδηγούν τον χρήστη να επιλέξει το συγκεκριμένο μέσο στην ενότητα των σεναρίων. Τέλος, μετά την επεξεργασία των στοιχείων εξάγονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα που βοηθούν στην εκπλήρωση του στόχου της εργασίας.



Εικόνα 6: Περιβάλλον RStudio

Παρακάτω παρατίθεται το Διάγραμμα 2 το οποίο αποτελεί το διάγραμμα ροής των εργασιών που ακολουθήθηκαν για την διεξαγωγή της συλλογής όσο και της ανάλυσης των στοιχείων.



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα ροής εργασιών

3.1 Δομή Ερωτηματολογίου

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελείται από ερωτήσεις που έχουν να κάνουν με την καθημερινή μετακίνηση των ατόμων καθώς και τα συναισθήματα που βιώνουν κατά την διάρκεια των μετακινήσεων τους. Συνεπώς από το πρώτο μέρος αντλούνται πληροφορίες για το προφίλ του μετακινούμενου. Οι ερωτήσεις έχουν να κάνουν με τον σκοπό μετακίνησης, τα μέσα που χρησιμοποιούν συνήθως οι χρήστες, το κόστος κ.α. Περιέχει ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, διχοτομικές καθώς και ερωτήσεις σε κλίμακα Likert (1-5).

Μέρος Α.

1. Ποιος είναι ο κύριος σκοπός των καθημερινών σας μετακινήσεων;
2. Πόσες διαδρομές πραγματοποιείτε την μέρα το ΠΡΩΙ; (π.χ. σπίτι -> εργασία)
3. Πόσες διαδρομές πραγματοποιείτε την ημέρα το ΑΠΟΓΕΥΜΑ; (π.χ., σπίτι -> εργασία)
4. Πόσες διαδρομές πραγματοποιείτε την ημέρα το ΒΡΑΔΥ; (π.χ., σπίτι -> εργασία)
5. Όταν μετακινείστε για εργασία/εκπαίδευση πόσο ευέλικτοι είστε ως προς τον χρόνο άφιξης;
6. Οι καθημερινές σας μετακινήσεις περιλαμβάνουν περπάτημα;
7. Ποιο είναι το μέσο κόστος των καθημερινών σας μετακινήσεων (χωρίς κόστος στάθμευσης)
8. Ποιο είναι το μέσο καθημερινό σας κόστος στάθμευσης;
9. Ποια είναι η μέση συνολική διάρκεια των καθημερινών σας μετακινήσεων;
10. Πότε συνήθως συναντάτε κίνηση κατά την διάρκεια των καθημερινών σας μετακινήσεων;
11. Πόσο συχνά προσεγγίζετε (ή διασχίζετε) το κέντρο της Αθήνας;
12. Παρακαλώ δηλώστε πόσο σημαντικός είναι ο κάθε παράγοντας για την επιλογή μέσου μετακίνησης (Likert Scale);
 - i. Κόστος
 - ii. Χρόνος διαδρομής
 - iii. Χρόνος περπατήματος
 - iv. Καιρός
 - v. Άνεση
 - vi. Ευκολία στην χρήση
 - vii. Απρόσμενες καθυστερήσεις
 - viii. Εκπομπές CO₂
13. Δηλώστε αν συμφωνείτε ή διαφωνείτε με τις παρακάτω προτάσεις:
 - i. Όταν είμαι στην κίνηση αισθάνομαι αγχωμένος και/ή εκνευρισμένος.
 - ii. Όταν είμαι σε ταξί είμαι επιφυλακτικός
 - iii. Προτιμώ να χρησιμοποιώ υπηρεσίες μίσθωσης οχημάτων (π.χ. Uber) παρά ταξί.
 - iv. Θεωρώ πως τα ηλεκτρικά πατίνια (e-scooters) είναι πολύ βολικά και ασφαλή για διαδρομές μικρού μήκους.
 - v. Είμαι ικανοποιημένος με το επίπεδο εξυπηρέτησης του δικτύου μεταφορών της Αθήνας.
 - vi. Κατά την διάρκεια των μετακινήσεων μου αισθάνομαι χαρούμενος
14. Θα χρησιμοποιούσατε ένα πρόγραμμα επιβράβευσης των μετακινήσεων ανάλογα με τη χρήση των μέσων (π.χ. επιβράβευση χρήσης των οικολογικών μέσων);
15. Θα χρησιμοποιούσατε μία συνδρομητική υπηρεσία κινητικότητας;

Στη συνέχεια, στο δεύτερο μέρος εισάγεται η έννοια του αυτόνομου οχήματος. Πιο συγκεκριμένα δόθηκε ο παρακάτω ορισμός:

Μέρος Β.

Ως αυτόνομο όχημα ορίζεται ένα όχημα που είναι ικανό να ανιχνεύει το περιβάλλον του και να πλοηγείται με ασφάλεια χωρίς να απαιτεί ανθρώπινη καθοδήγηση. Ένα τέτοιο όχημα μπορεί να τροφοδοτείται από εναλλακτικά καύσιμα, να είναι ηλεκτρικό ή γενικά να ακολουθεί πρόγραμμα αποδοτικής κατανάλωσης καυσίμου

Έπειτα υπήρχαν ερωτήσεις που σκιαγραφούσαν την αντίληψη του χρήστη και τα συναισθήματά του ως προς την τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων καθώς και τις προθέσεις του σχετικά με τον διαμοιρασμό ενός τέτοιου οχήματος. Οι ερωτήσεις σε αυτό το κομμάτι ήταν πολλαπλής επιλογής ή διχοτομικές.

Μέρος Β.

1. Δηλώστε αν συμφωνείτε ή διαφωνείτε με τις παρακάτω προτάσεις:
 - i. Είμαι αρκετά εξοικειωμένος με την τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων.
 - ii. Πιστεύω ότι ένα αυτόνομο όχημα είναι πιο ασφαλές από ένα συμβατικό.
 - iii. Πιστεύω πως ένα αυτόνομο όχημα είναι πιο ευάλωτο σε κυβερνοεπιθέσεις.
 - iv. Θα προτιμούσα κάθε αυτόνομο όχημα να έχει οδηγό που να μπορεί να επεμβαίνει σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.
 - v. Θα επέτρεπα στο παιδί μου να ταξιδεύει με ένα αυτόνομο όχημα χωρίς την παρουσία μου.
 - vi. Εύχομαι να μην υπάρχουν αυτόνομα οχήματα στο μέλλον.
2. Θα χρησιμοποιούσατε ένα αυτόνομο όχημα για τις καθημερινές σας μετακινήσεις;
3. Θα μοιραζόσασταν ένα κοινόχρηστο αυτόνομο όχημα για τις καθημερινές σας μετακινήσεις;
4. Τι θα προτιμούσατε να κάνετε κατά τη διάρκεια μετακίνησης με ένα αυτόνομο όχημα;
5. Σε ποιες από τις ακόλουθες περιπτώσεις είναι πιο πιθανό να επιλέξετε να μετακινηθείτε με ένα αυτόνομο όχημα;
6. Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα αλλάζατε γνώμη σε σχέση με τη χρήση των αυτόνομων οχημάτων;

Το τρίτο μέρος αναφέρεται στις υπηρεσίες AMOD. Στην αρχή αναπτύσσεται η έννοια ενός AMOD συστήματος ως εξής:

Ο όρος AMOD (Autonomous Mobility on Demand, Κινητικότητα που βασίζεται στη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων) αναφέρεται σε μία υπηρεσία μεταφορών που προσφέρει οικονομικά προσιτές, ασφαλείς και αξιόπιστες επιλογές μετακίνησης όπου, όποτε και όπως τις θέλει ο κάθε χρήστης. Οι υπηρεσίες AMOD βασίζονται στην ιδέα ότι ο χρήστης μπορεί να διαπραγματευτεί με το σύστημα σε όρους κόστους, χρόνου μετακίνησης, χρόνου αναμονής και άλλων παραμέτρων. Σε ένα τέτοιο σύστημα ο στόλος οχημάτων απαρτίζεται κυρίως από αυτόνομα οχήματα (χωρίς οδηγό). Η λειτουργία του συστήματος αναμένεται να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, την απόδοση και την ποιότητα όλου του δικτύου μεταφορών.

Έπειτα γίνονται ερωτήσεις έτσι ώστε να διερευνηθούν οι προθέσεις και οι συμπεριφορές των χρηστών ως προς ένα τέτοιο σύστημα μεταφορών. Οι ερωτήσεις σε αυτό το μέρος είναι τύπου πολλαπλής επιλογής.

Μέρος Γ.

1. Επιλέξτε αυτό που σας ταιριάζει περισσότερο:
 - i. Θα χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD για τη σύνδεση με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (επιλογή πρώτου / τελευταίου μιλίου).
 - ii. Θα χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιώ τα ταξί.
 - iii. Θα χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD για να αντικαταστήσω όλες τις διαδρομές που πραγματοποιώ με το ιδιωτικό μου όχημα.
 - iv. Δε θα χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD.
2. Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω πλεονεκτήματα των υπηρεσιών AMOD;
 - i. Λειτουργία όλο το 24ωρο
 - ii. Εύκολη πρόσβαση και άνεση κυρίως για τους ευάλωτες χρήστες (AMEA, ηλικιωμένοι, κά)
 - iii. Ενίσχυση περιοχών όπου τα MMM έχουν χαμηλή κάλυψη
 - iv. Μείωση του αριθμού των οχημάτων στο δίκτυο μέσω της κοινής χρήσης οχημάτων
 - v. Μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης
 - vi. Ενίσχυση περιοχών με χαμηλούς δείκτες ιδιοκτησίας οχημάτων
3. Εάν χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD, θα μοιραζόμουν τη μετακίνησή μου με:
 - i. ένα μέλος της οικογένειας ή ένα φίλο
 - ii. ένα συνάδελφο
 - iii. ένα ξένο
 - iv. κανέναν, θα προτιμούσα να ταξιδεύω μόνος μου
4. Παρακαλώ δηλώστε πόσο χαρούμενοι θα αισθανόσασταν σε κάθε μία από τις παρακάτω συνθήκες:
 - i. Όλο το σύστημα μεταφορών εξυπηρετείται από υπηρεσίες κινητικότητας με βάση τη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων (AMOD) τόσο για τη μεταφορά ανθρώπων όσο και προϊόντων.
 - ii. Οι υπηρεσίες κινητικότητας με βάση τη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων (AMOD) χρησιμοποιούν αποκλειστικές λωρίδες κίνησης σε προκαθορισμένες διαδρομές του δικτύου.
 - iii. Οι υπηρεσίες κινητικότητας με βάση τη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων (AMOD) χρησιμοποιούν το ίδιο δίκτυο με τα συμβατικά οχήματα και τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς.

Στο τέταρτο μέρος του ερωτηματολογίου πραγματοποιείται η έρευνα της δεδηλωμένης προτίμησης με την βοήθεια σεναρίων. Ειδικότερα, για μία συγκεκριμένη μετακίνηση οι ερωτηθέντες καλούνται να επιλέξουν ένα μέσο γνωρίζοντας τα τρία ίδια χαρακτηριστικά για κάθε μέσο. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι ο χρόνος διαδρομής (λεπτά), το κόστος (€) και ο χρόνος περπατήματος (λεπτά). Για κάθε σενάριο ο ερωτώμενος θα πρέπει να απαντήσει για την περίπτωση καλού και βροχερού καιρού καθώς και για το πόσο χαρούμενος είναι για το σύνολο των τελικών επιλογών. Το μέρος αυτό αποτελείται από έξι διαφορετικά σενάρια. Η μετακίνηση και ένα παράδειγμα σεναρίου (Πίνακας 1) παρουσιάζονται στο ερωτηματολόγιο ως εξής:

Μέρος Δ.

Φανταστείτε την περίπτωση όπου θέλετε να μετακινηθείτε από το Χαλάνδρι στο κέντρο της Αθήνας μία τυπική ημέρα της εβδομάδας κατά την πρωινή αιχμή (7:00 - 10:00). Για αυτή τη διαδρομή έχετε στη διάθεσή σας Ιδιωτικό Όχημα, Μέσα Μαζικής Μεταφοράς και Ταξί. Τώρα υποθέστε ότι μία νέα υπηρεσία AMoD είναι επίσης διαθέσιμη με 2 διαφορετικές μορφές:

- ένα αυτόνομο όχημα που σας μεταφέρει από οποιοδήποτε σημείο στον προορισμό σας.
- ένα αυτόνομο βανάκι που λειτουργεί σε συνδυασμό με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς προσφέροντας επιλογές πρώτου και τελευταίου "μιλίου".

Ποιο μέσο θα επιλέγατε σε κάθε μία από τις περιπτώσεις που παρουσιάζονται; Για κάθε ένα από τα 6 σενάρια παρακαλώ να δηλώσετε πόσο χαρούμενοι θα είσαστε με την επιλογή σας. Θα αλλάζατε την επιλογή σας σε περίπτωση που ο καιρός ήταν βροχερός;

Πίνακας 1: Παράδειγμα σεναρίου από το ερωτηματολόγιο

	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	25	45	45	25	40
Κόστος (€)	8	15	0.6	7	5
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	10	0	3	0	5

Τα σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης δημιουργήθηκαν με την βοήθεια της στατιστικής γλώσσας R χρησιμοποιώντας το πακέτο ‘AlgDesign’ (Aizaki and Nishimura, 2008, Wheeler 2015). Αναλυτικότερα, με την εντολή optFederov() υπολογίστηκε ο μικρότερος αριθμός των σεναρίων βελτιστοποιώντας το D-criterion (Cook και Nachtsheim, 1989).

Το πέμπτο μέρος αφορά την διαπραγμάτευση μεταξύ χρήστη και συστήματος για το αν ο χρήστης θα μοιραζόταν το αυτόνομο όχημα με κάποιον άλλον με άμεση συνέπεια την αύξηση του χρόνου διαδρομής αλλά με μια έκπτωση στο κόστος. Ποιο συγκεκριμένα περιγράφεται ως εξής:

Μέρος Ε.

Φανταστείτε την περίπτωση όπου βρίσκεστε ήδη μέσα σε ένα πενταθέσιο όχημα της υπηρεσίας AMOD κατευθυνόμενοι προς τον προορισμό σας. Η αρχική εκτίμηση του χρόνου διαδρομής είναι 30 λεπτά και το κόστος 12€. Ένας άλλος χρήστης του συστήματος επιθυμεί να μοιραστεί τη διαδρομή μαζί σας. Το σύστημα σας ρωτά αν επιθυμείτε να μοιραστείτε τη διαδρομή σας δεχόμενος μία καθυστέρηση, αλλά λαμβάνοντας κάποια έκπτωση στο κόστος της διαδρομής. Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα αποδεχόσασταν αυτή την αλλαγή;

1. 5' καθυστέρηση -- 2€ έκπτωση
2. 10' καθυστέρηση -- 2€ έκπτωση
3. 10' καθυστέρηση -- 4€ έκπτωση
4. 15' καθυστέρηση -- 4€ έκπτωση
5. 15' καθυστέρηση -- 6€ έκπτωση

Τέλος, το ερωτηματολόγιο κλείνει με τα δημογραφικά στοιχεία τα οποία καλείται να συμπληρώσει ο χρήστης. Σε αυτό το κομμάτι υπάρχουν ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και συμπλήρωσης μικρού κειμένου.

Μέρος ΣΤ.

1. Φύλο
2. Ηλικία
3. Ετήσιο προσωπικό εισόδημα:
4. Πόσα άτομα απαρτίζουν το νοικοκυριό σας (συμπεριλαμβανομένου και εσάς);
5. Πόσα από αυτά είναι παιδιά;
6. Επίπεδο εκπαίδευσης:
7. Απασχόληση:
8. Πόσα από τα παρακάτω οχήματα διαθέτετε ή έχετε πρόσβαση σε αυτά;
9. Πόσα χρόνια διαθέτετε δίπλωμα οδήγησης;
10. Παρακαλώ επιλέξτε κατάλληλα. Κατοικώ...
11. Παρακαλώ επιλέξτε κατάλληλα. Εργάζομαι/σπουδάζω...

3.2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η στατιστική γλώσσα R στην εφαρμογή RStudio. Αναλυτικότερα αφού διαβάστηκε η βάση δεδομένων ξεκίνησε η δημιουργία των προτύπων. Στην συγκεκριμένη εργασία εφαρμόστηκε το πρότυπο πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης ή στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία multinomial (MNL) logistic regression αφού η εξαρτημένη μεταβλητή είναι κατηγορική με πέντε πιθανές απαντήσεις. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται ποιο είναι το μέσο που τελικά επέλεξε ο χρήστης το οποίο όπως φαίνεται και από τα σενάρια μπορεί να πάρει πέντε διαφορετικές ονομαστικές τιμές:

1. Ιδιωτικό όχημα
2. Ταξί
3. MMM
4. Υπηρεσία AMOD
5. AMOD βανάκι & MMM

3.2.1 Πρότυπο Λογιστικής Παλινδρόμησης

Γενικότερα, στην λογιστική παλινδρόμηση υπολογίζεται η ποσότητα Odds ratio που είναι ο λόγος πιθανοτήτων, δηλαδή η πιθανότητα το γεγονός να συμβεί διά την πιθανότητα το γεγονός να μην συμβεί.

$$\text{odds} = \frac{\text{Πιθανότητα να συμβεί}}{\text{Πιθανότητα να μην συμβεί}} = \frac{pi}{1-pi} \quad (1)$$

- Λόγος πιθανοτήτων (odds ratio)
 - Μετρά την πιθανότητα του $y=1$ σε σχέση με αυτή του $y=0$
 - Λόγος πιθανοτήτων ίσος με 2 σημαίνει ότι το αποτέλεσμα $y=1$ είναι διπλά πιο πιθανό από το $y=0$

Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι δίτιμη, δηλαδή παίρνει την τιμή 0 όταν απουσιάζει ένα χαρακτηριστικό ή την τιμή 1 όταν υπάρχει το χαρακτηριστικό.

Η μαθηματική μορφή είναι η παρακάτω:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (2)$$

Η δίτιμη λογιστική παλινδρόμηση έχει τη μορφή:

$$f(z) = \frac{e^z}{1+e^z} = \frac{1}{1+e^{-z}}$$

$$z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (3)$$

Θετική τιμή του συντελεστή ($\beta_0, \beta_1, \beta_2$ κλπ.) δηλώνει ότι η επεξηγηματική μεταβλητή αυξάνει την πιθανότητα της επιτυχημένης έκβασης (να συμβεί δηλαδή το γεγονός), αρνητική τιμή σημαίνει ότι η μεταβλητή μειώνει την πιθανότητα αυτής της έκβασης.

Τα λογιστικά πρότυπα θεωρούν το πρόβλημα της επιλογής μέσου ως την επιλογή που κάνουν τα άτομα ανάλογα με την χρησιμότητα που έχει το κάθε μέσο. Δηλαδή, ο χρήστης τελικά ανάμεσα σε μια πληθώρα επιλογών θα επιλέξει το μέσο που για εκείνον έχει την μεγαλύτερη χρησιμότητα. Στα πλαίσια της μεγιστοποίησης της τυχαιάς χρησιμότητας, το μοντέλο θεωρεί ότι κάθε μέσο προσφέρει ένα επίπεδο χρησιμότητας στον ταξιδιώτη και ορίζει για κάθε μέσο μια συνάρτηση χρησιμότητας (Ben – Akiva et al. 1985).

Η βασική παραδοχή που χρησιμοποιείται στην θεωρία της χρησιμότητας είναι ότι αυτός που παίρνει τις αποφάσεις είναι λογικός και συνεπής. Επομένως, δεδομένων των ίδιων εναλλακτικών και των ίδιων συνθηκών θα επιλέξει πάντα την εναλλακτική με την μεγαλύτερη χρησιμότητα.

Η συνάρτηση της χρησιμότητας είναι συνδυασμός δύο συνιστωσών

- Συστηματική χρησιμότητα (systemic utility): συνάρτηση χαρακτηριστικών που μπορούν να μετρηθούν x_i
- Τυχαία χρησιμότητα (random utility) ε_i : δεν είναι μετρήσιμη και ακολουθεί τυχαίο σφάλμα

$$U_i = V_i(x_i) + \varepsilon_i \quad (4)$$

- $V_i(x_i)$: συστηματική χρησιμότητα – συνάρτηση των παραμέτρων x_i
- ε_i : τυχαία κατάλοιπα (random errors): μέρος-τμήμα της συμπεριφοράς που δεν μπορεί να περιγραφεί από την συνάρτηση της συστηματικής χρησιμότητας.

Μια συνάρτηση χρησιμότητας έχει την εξής μορφή:

$$U_k = a_k + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_r X_r + \varepsilon_0 \quad (5)$$

όπου:

- U_k - η χρησιμότητα της εναλλακτικής k
- a_k - ο σταθερός όρος
- X_r – τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των εναλλακτικών
- a_r – ο συντελεστής (coefficient) κάθε χαρακτηριστικού γνωρίσματος
- ε_0 – η τυχαία συνιστώσα

Επιλογή εναλλακτικής α έναντι εναλλακτικής β :

- Επιλογή μόνο πιθανοτικά καθώς δεν είναι δυνατόν να προβλεφθεί/ παρατηρηθεί ο όρος ε_i για κάθε άτομο:

$$P_\alpha = F(V_\alpha(\tau_\alpha, E) - V_\beta(\tau_\beta, E)) = \frac{1}{1 + e^{-(V_\alpha - V_\beta)}} = \frac{e^{V_\alpha}}{e^{V_\alpha} + e^{V_\beta}} \quad (P_\beta = 1 - P_\alpha) \quad (6)$$

- Λογιστική συνάρτηση: ιδιαίτερα χρήσιμη συνάρτηση κατανομής σε συγκοινωνιακά θέματα

Υπολογισμός των συναρτήσεων συστηματικής χρησιμότητας για κάθε εναλλακτική:

$$V_\alpha = \beta_1 \tau_\alpha + \beta_2 E \text{ και } V_\beta = \beta_1 \tau_\beta + \beta_3 E \quad (7)$$

$$P_\alpha = \frac{e^{V_\alpha}}{e^{V_\alpha} + e^{V_\beta}} = \frac{1}{1 + \exp[-\beta_1(\tau_\alpha - \tau_\beta) - (\beta_2 - \beta_3)E]} \quad (8)$$

Σημειώνεται ότι η απόλυτη τιμή της χρησιμότητας δεν προσφέρει πληροφορία από μόνη της, αλλά πρέπει να αξιολογηθεί συγκριτικά με τις τιμές των υπόλοιπων εναλλακτικών. Έστω ότι υπάρχουν δύο εναλλακτικά μέσα k και j . Ο χρήστης θα επιλέξει το μέσο k αν εκείνος θεωρεί ότι η χρησιμότητα του είναι μεγαλύτερη σε σχέση με του j , δηλαδή $U_k > U_j$.

Είναι πολύ σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι η χρησιμότητα και επομένως η επιλογή του μέσου είναι καθαρά ντετερμινιστική από την οπτική του χρήστη. Είναι τυχαία από την οπτική του ερευνητή καθώς κάποιοι καθοριστικοί παράγοντες της χρησιμότητας δεν μπορούν να παρατηρηθούν, με άμεση συνέπεια η επιλογή να αναλύεται σε όρους πιθανοτήτων (Croissant 2012).

3.2.2 Αξιολόγηση Προτύπου Λογιστικής Παλινδρόμησης

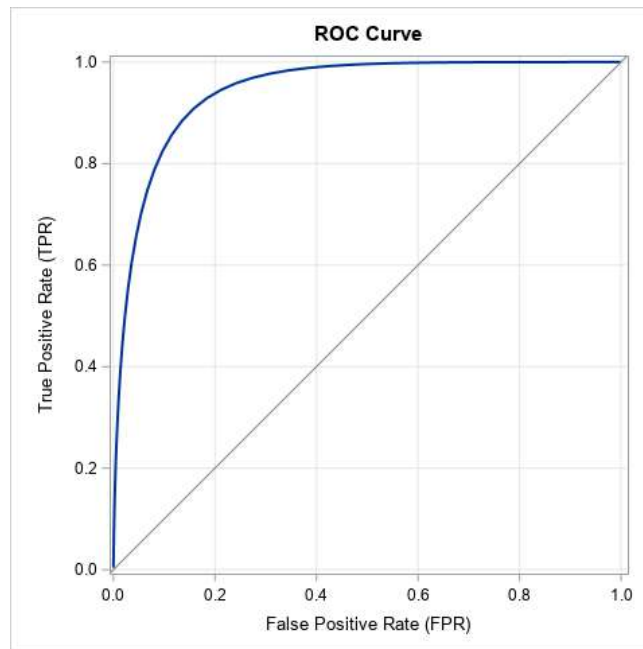
Η αξιολόγηση του προτύπου λογιστικής παλινδρόμησης πραγματοποιείται με τον πίνακα κατηγοριοποίησης (confusion matrix) (Πίνακας 2) καθώς και με την καμπύλη receiver operating characteristic (ROC) (Διάγραμμα 3) και τον δείκτη area under the curve (AUC). Ο πίνακας κατηγοριοποίησης είναι ένας πίνακας με γραμμές τις προβλεπόμενες τιμές και στήλες τις πραγματικές τιμές. Προκειμένου το μοντέλο να είναι ορθό θα πρέπει οι περισσότερες τιμές να συγκεντρώνονται στην διαγώνιο, δηλαδή η πρόβλεψη των τιμών να είναι και η πραγματική.

Πίνακας 2: Πίνακας κατηγοριοποίησης δύο κλάσεων (confusion matrix)

		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΛΑΣΗ		
		ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΛΑΣΗ	ΝΑΙ	TP	FP	TP + FP
	ΟΧΙ	FN	TN	FN + TN
		TP + FN	FP + TN	D

- TP (True Positive): Αριθμός των στοιχείων που προβλέπονται θετικά και είναι πραγματικά θετικά.
- TN (True Negative): Αριθμός των στοιχείων που προβλέπονται αρνητικά και είναι πραγματικά αρνητικά.
- FP (False Positive): Αριθμός των στοιχείων που προβλέπονται θετικά ενώ είναι αρνητικά.
- FN (False Negative): Αριθμός των στοιχείων που προβλέπονται αρνητικά ενώ είναι θετικά.

Η καμπύλη ROC και ο δείκτης AUC αποτελούν μια μέτρηση της απόδοσης για πρόβλημα ταξινόμησης σε διάφορες ρυθμίσεις κατωφλίων. Η ROC είναι μια καμπύλη πιθανότητας και η AUC αντιπροσωπεύει βαθμό ή μέτρο διαχωρισμού. Δηλώνει πόσο ικανό είναι το μοντέλο να κάνει διάκριση μεταξύ των τάξεων. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης AUC, τόσο καλύτερα μπορεί το μοντέλο να προβλέψει τα μηδενικά για μηδενικά και τις μονάδες για μονάδες. Η καμπύλη ROC σχεδιάζεται με γραφική παράσταση του TPR (True Positive Rate – Ποσοστό Ορθών Προβλέψεων) ή αλλιώς Sensitivity – Ευαισθησία και του FPR (False Positive Rate – Ποσοστό Εσφαλμένων Προβλέψεων). Το FPR βρίσκεται στον άξονα x ενώ το TPR στον άξονα y.



Διάγραμμα 3: Καμπύλη ROC για την αξιολόγηση του προτύπου (Πηγή: <https://blogs.sas.com/content/iml/2020/02/26/binormal-model-roc-curve.html>)

Όσο η καμπύλη απομακρύνεται από την ευθεία γραμμή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη του μοντέλου. Αν το σημείο (0,1) άνηκε στην καμπύλη τότε η πρόβλεψη θα ήταν ιδανική. Όλα τα στοιχεία θα είχαν προβλεφθεί στην θετική κλάση. Αν το AUC = 0.5 (ευθεία γραμμή) τότε δεν υπάρχει καμία διαγνωστική αξία.

- Ορθότητα (Accuracy): $ACC = \frac{TP+TN}{D}$
- Ακρίβεια (Precision): $PPV = \frac{TP}{TP+FP}$
- Ευαισθησία (Sensitivity): $TPR = \frac{TP}{TP+FN}$
- Εξειδίκευση (Specificity): $SPC = \frac{TN}{FP+TN}$
- Ποσοστό εσφαλμένων προβλέψεων (False Positive Rate): $FPR = 1 - SPC$
- Αρμονικός μέσος F1: $F1 = \frac{2TP}{2TP+FP+FN}$

3.3.3 Υπολογισμός της αξίας του χρόνου

Τα μοντέλα παλινδρόμησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατανοήσουμε τα χαρακτηριστικά της διαδικασίας λήψης αποφάσεων κατά την επιλογή μέσου μετακίνησης, όπως είναι η αξία του χρόνου (value of time) ή αλλιώς η προθυμία του ατόμου να πληρώσει (willingness to pay). Το willingness to pay για κάθε μεταβλητή μπορεί να υπολογιστεί ως το πηλίκο του συντελεστή της μεταβλητής προς το συντελεστή του κόστους. Συγκεκριμένα, μπορεί να υπολογιστεί με βάση των παρακάτω τύπο:

$$\widehat{wtp}_{qj} = -\frac{\widehat{\beta}_j}{\beta_{pf,q}} \quad (9)$$

και αντιπροσωπεύει το ποσό που είναι διατεθειμένο το άτομο να πληρώσει για μία μονάδα αλλαγής στην αντίστοιχη μεταβλητή.

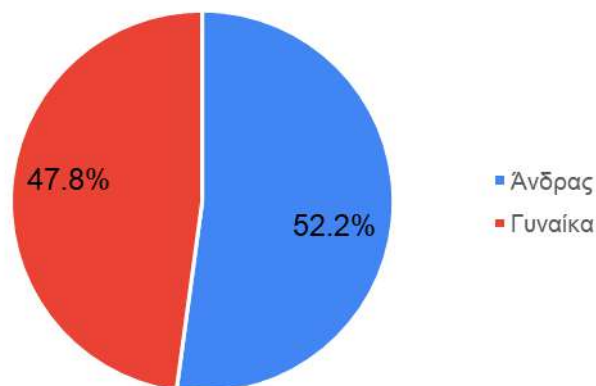
4. Ανάλυση και Αποτελέσματα

Στην συνέχεια αναλύεται και σχολιάζεται τόσο η βάση δεδομένων που προέκυψε όσο και τα αποτελέσματα από τα αντίστοιχα πρότυπα πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης.

4.1 Περιγραφή Βάσης Δεδομένων

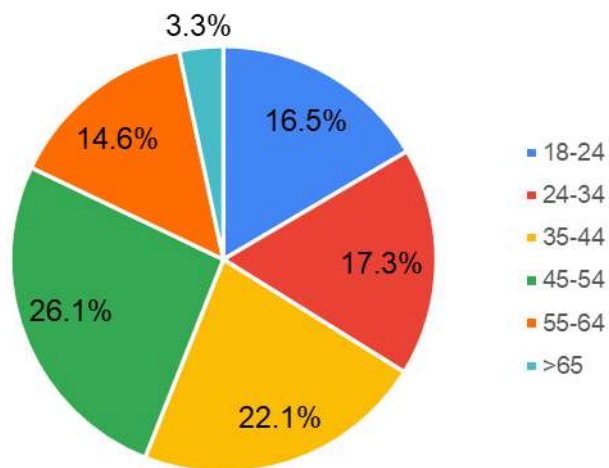
4.1.1. Δημογραφικά Χαρακτηριστικά

Από την ανάλυση των δημογραφικών στοιχείων προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων ήταν ανδρικού φύλου (Διάγραμμα 4). Πιο συγκεκριμένα η κατανομή ήταν 52.2% άνδρες και 47.8% γυναίκες.



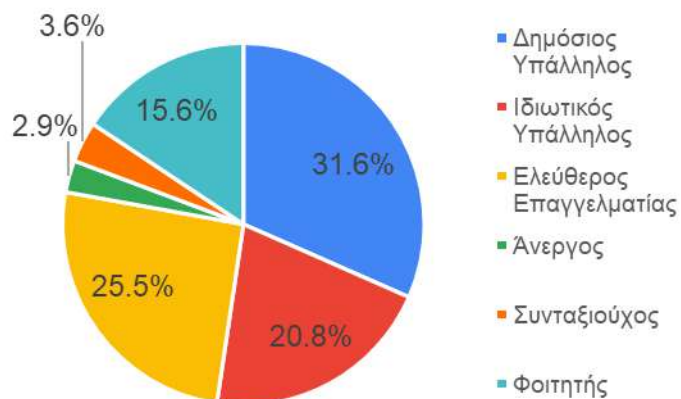
Διάγραμμα 4: Κατανομή του δείγματος με βάση το φύλο

Η κατανομή των ηλικιών ήταν πολύ σταθμισμένη, με εξαίρεση την ηλικιακή ομάδα των άνω των 65 χρόνων καθώς λόγω της μορφής της έρευνας δεν ήταν εύκολο να συμμετέχουν (Διάγραμμα 5).



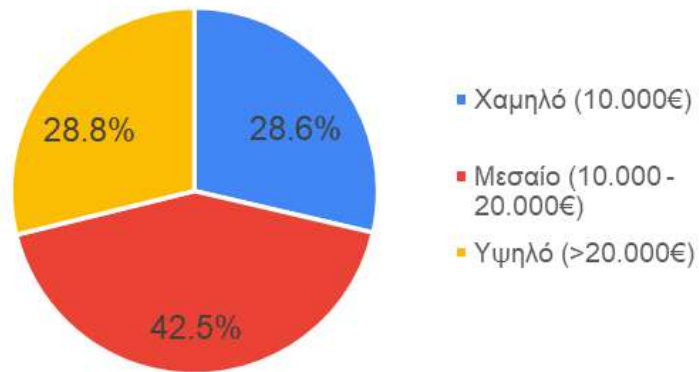
Διάγραμμα 5: Κατανομή του δείγματος με βάση την ηλικία

Σε ό,τι αφορά στην απασχόληση, το 31,6% ήταν δημόσιοι υπάλληλοι, το 25,5% ελεύθεροι επαγγελματίες και το 20,8% ιδιωτικοί υπάλληλοι (Διάγραμμα 6). Επίσης οι φοιτητές εκπροσωπούσαν το 15,6% του δείγματος. Αναμενόμενα ήταν και τα χαμηλά ποσοστά συμμετοχής των συνταξιούχων.



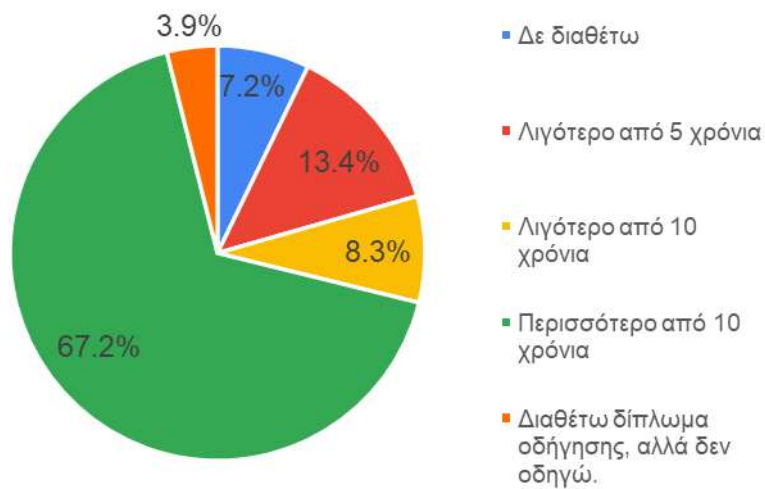
Διάγραμμα 6: Κατανομή του δείγματος με βάση την απασχόληση

Παρόμοια ποσοστά συμμετοχής υπήρχαν από όλα τα εισοδηματικά επίπεδα όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 7, με την πλειοψηφία να δηλώνει ετήσιο εισόδημα 10.000 – 20.000€.



Διάγραμμα 7: Κατανομή του δείγματος με βάση το ετήσιο εισόδημα

Αξίζει επίσης να προστεθεί, ότι πάνω από το 65% του δείγματος διαθέτει δίπλωμα οδήγησης πάνω από 10 χρόνια, που σημαίνει ότι οι περισσότεροι είναι έμπειροι οδηγοί Ι.Χ (Διάγραμμα 8).



Διάγραμμα 8: Κατανομή του δείγματος με βάση την κατοχή διπλώματος οδήγησης

4.1.2 Ανάλυση Προφίλ Μετακίνησης

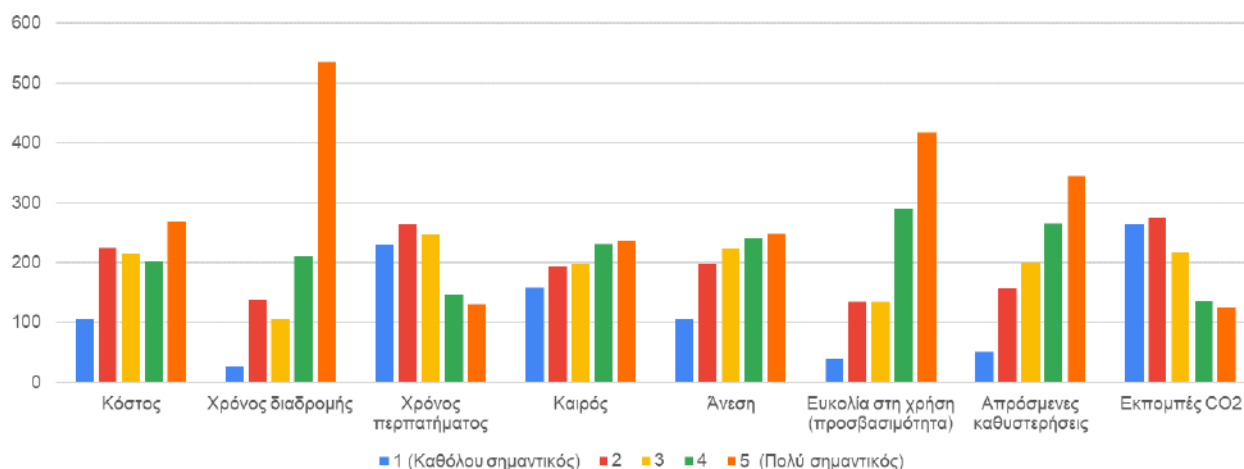
Στην ενότητα αυτή συλλέγονται πληροφορίες για τις συνήθειες των μετακινούμενων (π.χ. κόστος μετακίνησης, σκοπός μετακίνησης, επιλογή μέσου κ.α.).

Όπως είναι λογικό, σκοπός των περισσότερων μετακινήσεων αποτελεί η εργασία και η εκπαίδευση, σε ποσοστό 86,3% (Διάγραμμα 9).



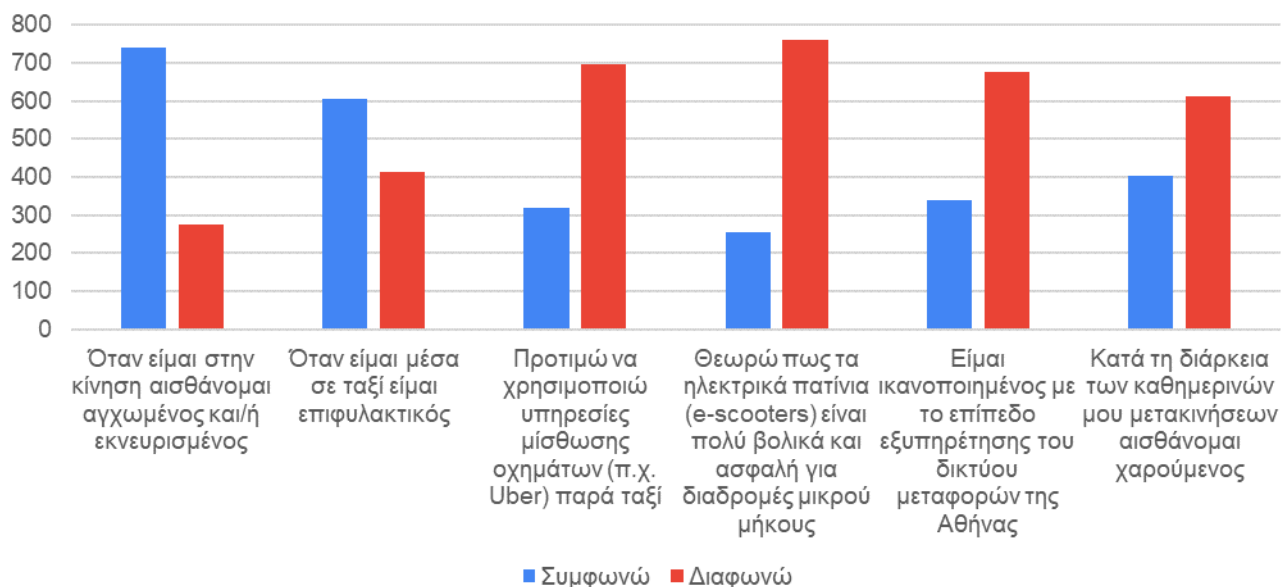
Διάγραμμα 9: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος με βάση τον σκοπό μετακίνησης

Περισσότεροι από τους μισούς ερωτώμενους (536) θεωρούν τον χρόνο διαδρομής πολύ σημαντικό παράγοντα - σε κλίμακα Likert (1 Καθόλου σημαντικό – 5 Πολύ σημαντικό) - για την επιλογή μέσου. Το ίδιο θεωρούν και 418 άτομα για την προσβασιμότητα που έχει το κάθε μέσο. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι λίγοι είναι εκείνοι που θεωρούν την εκπομπή ρύπων CO₂ ως σημαντικό ή πολύ σημαντικό παράγοντα. Τα παραπάνω διακρίνονται στο Διάγραμμα 10.



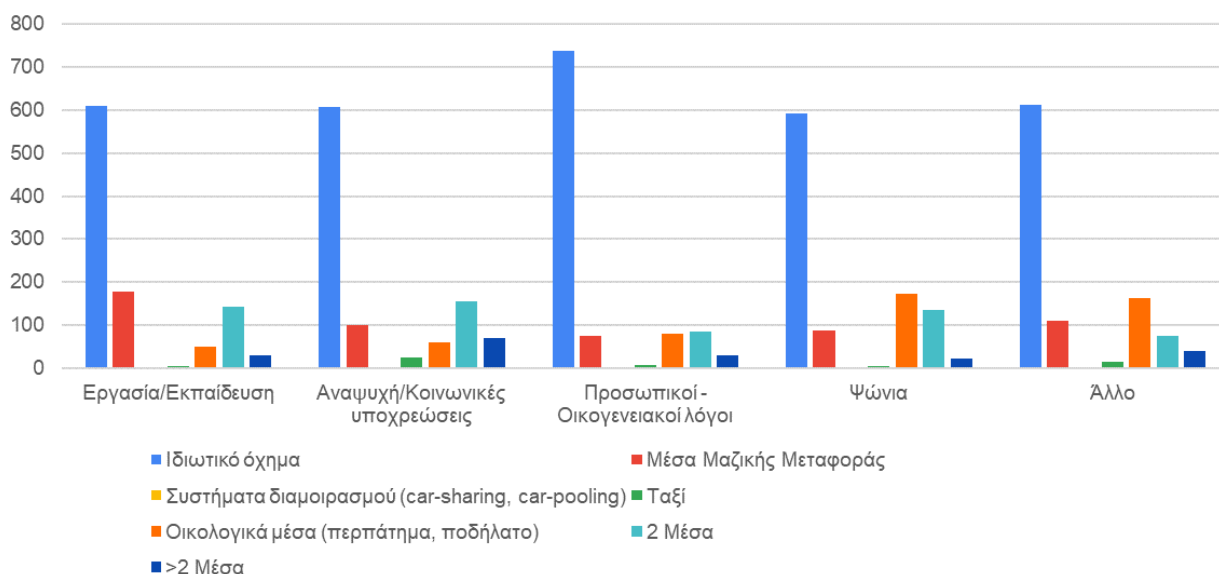
Διάγραμμα 10: Κατανομή αριθμού ατόμων με βάση πόσο σημαντικό (κλίμακα Likert 1 - 5) θεωρούν τον κάθε παράγοντα για την επιλογή μέσου

Επιπλέον, παραπάνω από τους μισούς συμμετέχοντες προτιμούν να χρησιμοποιούν ταξί αντί για υπηρεσίες μίσθωσης οχημάτων, δεν είναι ικανοποιημένοι από το επίπεδο του δικτύου μεταφορών στην Αθήνα και κατά συνέπεια δεν είναι χαρούμενοι κατά την διάρκεια των μετακινήσεων τους (Διάγραμμα 11).



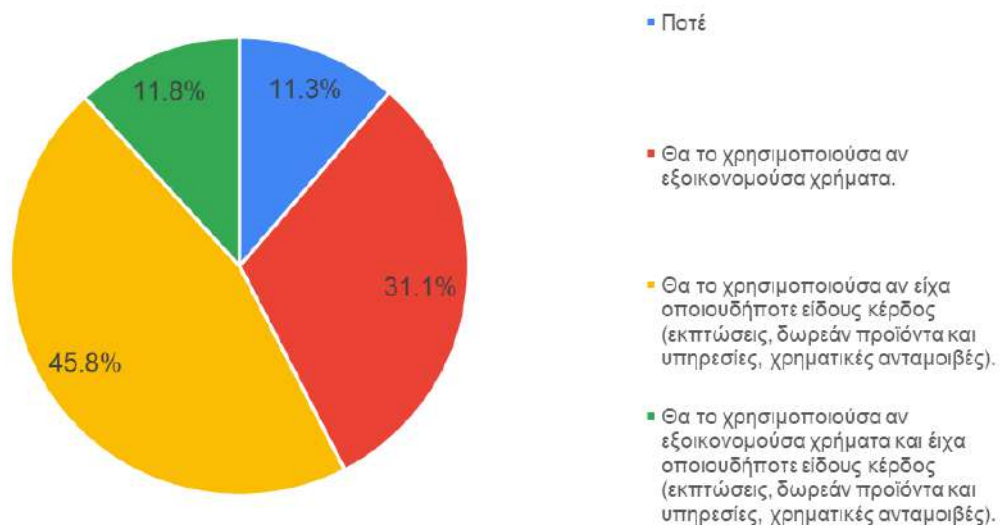
Διάγραμμα 11: Αριθμός ατόμων που συμφωνεί ή διαφωνεί με τις παραπάνω προτάσεις

Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το ιδιωτικό όχημα κατέχει την πρώτη θέση σε όλα τα είδη μετακινήσεων (π.χ. εργασία-εκπαίδευση, αναψυχή, προσωπικοί λόγοι κ.α.), όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 12. Το γεγονός αυτό φανερώνει ότι το επίπεδο των δημόσιων συγκοινωνιών δεν εξυπηρετεί ικανοποιητικά την ζήτηση.

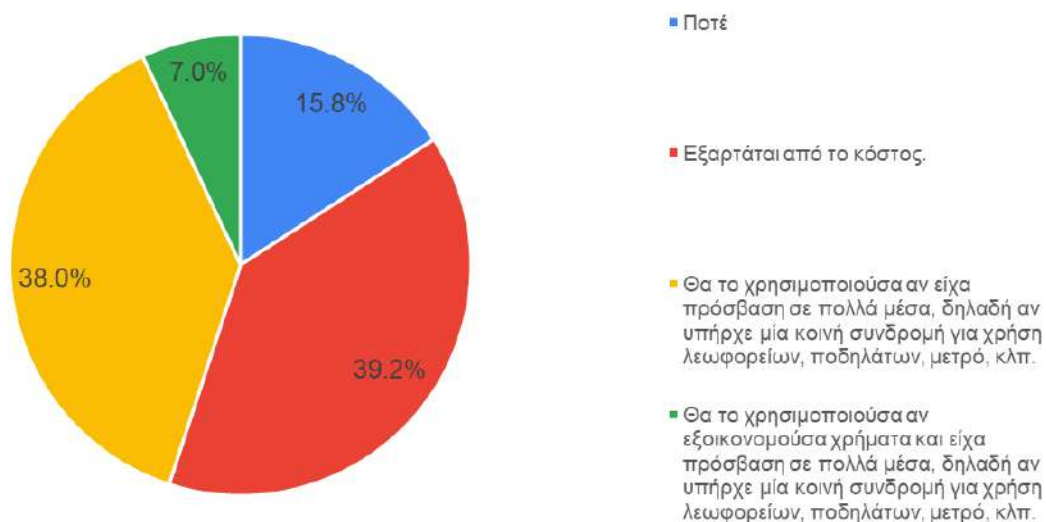


Διάγραμμα 12: Αριθμός ατόμων που αντιστοιχούν στην φράση "Ποιο από τα παρακάτω μέσα επιλέγετε συνήθως για κάθε σκοπό μετακίνησης;"

Τέλος οι περισσότεροι συμμετέχοντες θα χρησιμοποιούσαν μια συνδρομητική υπηρεσία κινητικότητας ή ένα πρόγραμμα επιβράβευσης μετακινήσεων, αν εξοικονομούσαν χρήματα ή είχαν κάποιο είδους κέρδος (Διάγραμμα 13,14).



Διάγραμμα 13: Ποσοστιαία κατανομή ατόμων που θα χρησιμοποιούσαν ένα σύστημα επιβράβευσης μετακινήσεων

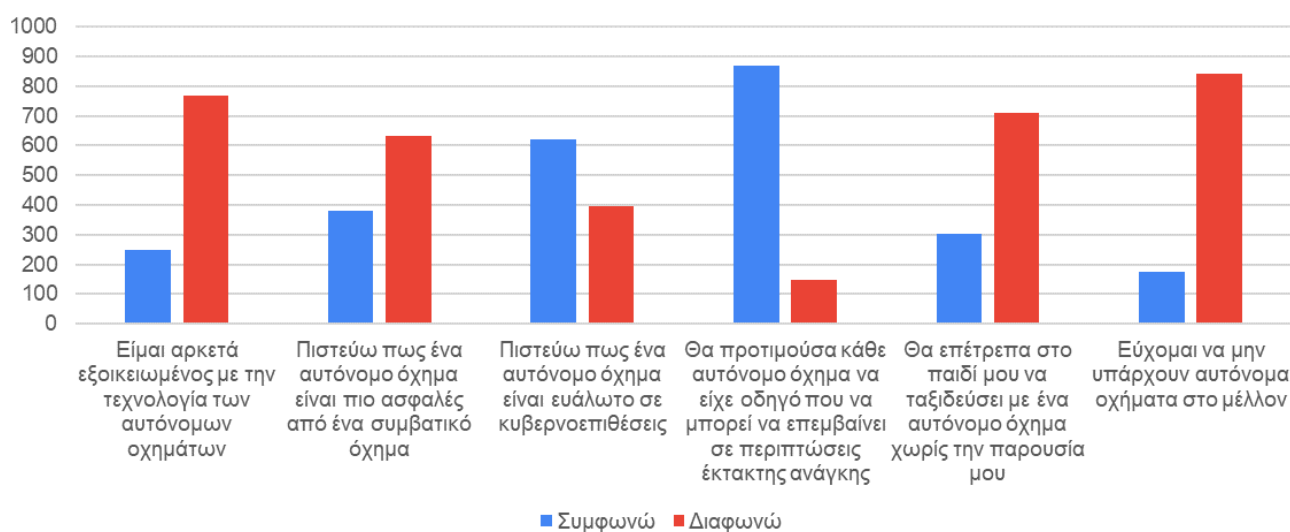


Διάγραμμα 14: Ποσοστιαία κατανομή ατόμων που θα χρησιμοποιούσαν μια συνδρομητική υπηρεσία κινητικότητας

4.1.3 Προθέσεις – Συμπεριφορές ως προς τα αυτόνομα οχήματα

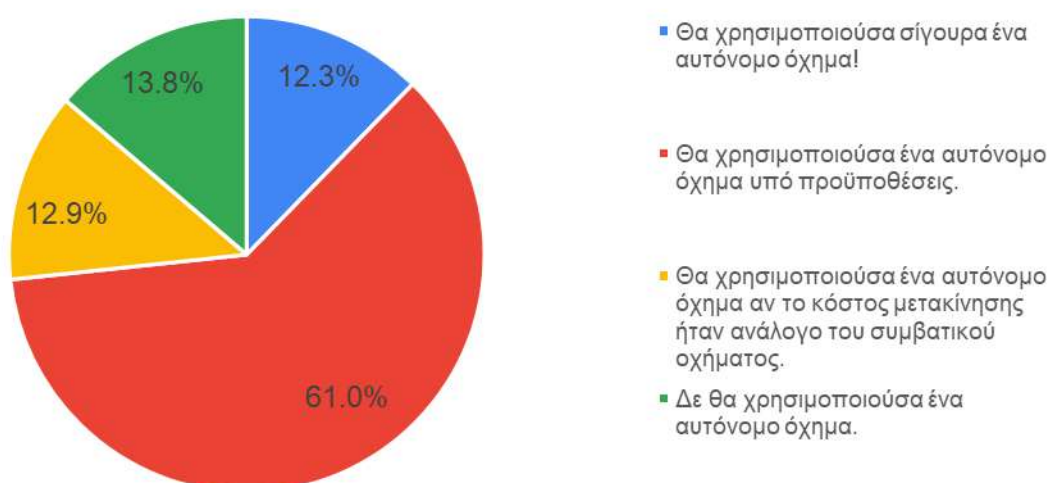
Στο μέρος αυτό μελετώνται οι προθέσεις και η συμπεριφορά που έχουν οι άνθρωποι ως προς την τεχνολογία της αυτονομίας των οχημάτων καθώς και ως προς την εφαρμογή τους ως ένα εναλλακτικό μέσο – υπηρεσία μετακίνησης.

Με βάση το Διάγραμμα 15 τα περισσότερα άτομα (634) δεν πιστεύουν ότι ένα αυτόνομο όχημα είναι πιο ασφαλές από ένα συμβατικό. Επομένως, είναι λογικό το γεγονός ότι 869 άτομα θα προτιμούσαν να υπάρχει ένας οδηγός που να μπορεί να επεμβαίνει σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης καθώς και ότι 712 άτομα δεν θα επέτρεπαν στο παιδί τους να ταξιδεύει μέσα σε ένα αυτόνομο όχημα χωρίς την παρουσία τους.

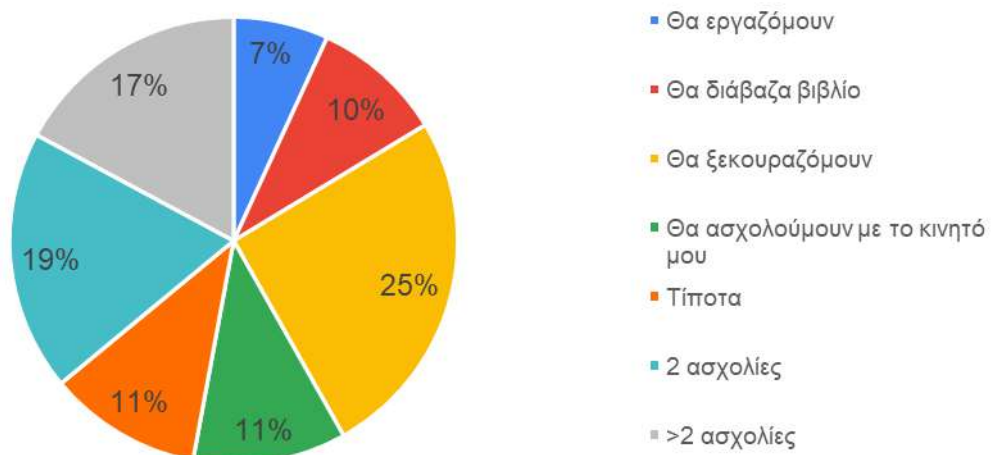


Διάγραμμα 15: Αριθμός ατόμων που συμφωνεί ή διαφωνεί με τις παραπάνω προτάσεις

Οι περισσότεροι θα μοιράζονταν ένα κοινόχρηστο αυτόνομο όχημα με σκοπό την εργασία και κατά την διάρκεια της μετακίνησης θα ξεκουράζονταν (Διαγράμματα 16,17).

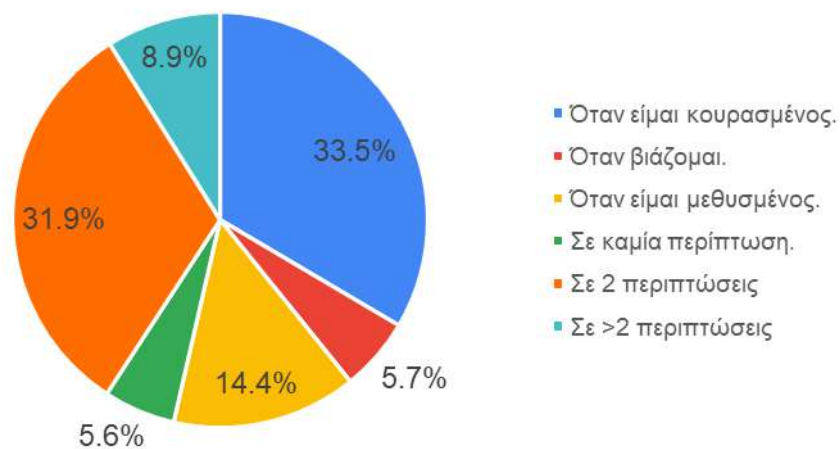


Διάγραμμα 16: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση "Θα μοιραζόσασταν ένα κοινόχρηστο αυτόνομο όχημα για τις καθημερινές σας μετακινήσεις;"



Διάγραμμα 17: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση "Τι θα προτιμούσατε να κάνετε κατά τη διάρκεια μετακίνησης με ένα αυτόνομο όχημα;"

Οι κυριότεροι λόγοι για να χρησιμοποιήσει κάποιος ένα αυτόνομο όχημα σύμφωνα με τους ερωτώμενους είναι επειδή είναι κουρασμένος ή βρίσκεται σε κατάσταση μέθης (Διάγραμμα 18).



Διάγραμμα 18: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση "Σε ποιες από τις ακόλουθες περιπτώσεις είναι πιο πιθανό να επιλέξετε να μετακινηθείτε με ένα αυτόνομο όχημα;"

Τέλος άνθρωποι που δήλωσαν ότι δεν θα χρησιμοποιούσαν ποτέ ένα αυτόνομο όχημα, θα άλλαζαν γνώμη μόνο αν τα αυτόνομα οχήματα ήταν πολύ πιο ασφαλή από τα συμβατικά (Διάγραμμα 19).

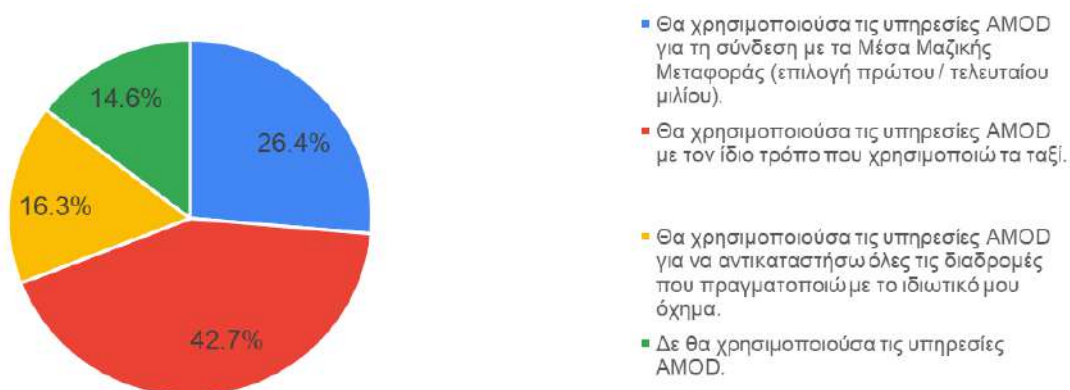


Διάγραμμα 19: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση "Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα αλλάζατε γνώμη σε σχέση με τη χρήση των αυτόνομων οχημάτων;"

4.1.4 Συστήματα AMoD

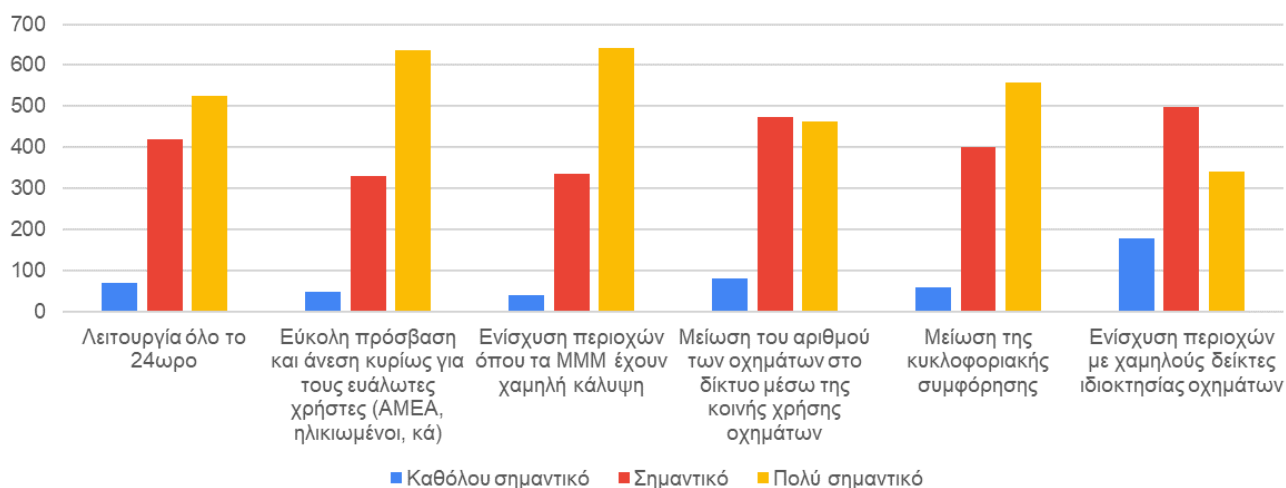
Στο κομμάτι αυτό του ερωτηματολογίου αποκαλύπτονται οι προθέσεις των επιβατών για την χρήση ενός συστήματος AMoD. Πιο συγκεκριμένα εντοπίζονται τα πιο ισχυρά πλεονεκτήματα καθώς και οι πιο πιθανοί τρόποι χρήσης και διαμοιρασμού αυτών των συστημάτων.

Το 42,7% του δείγματος θα χρησιμοποιούσε τις υπηρεσίες AMoD όπως τα ταξί (Διάγραμμα 20).



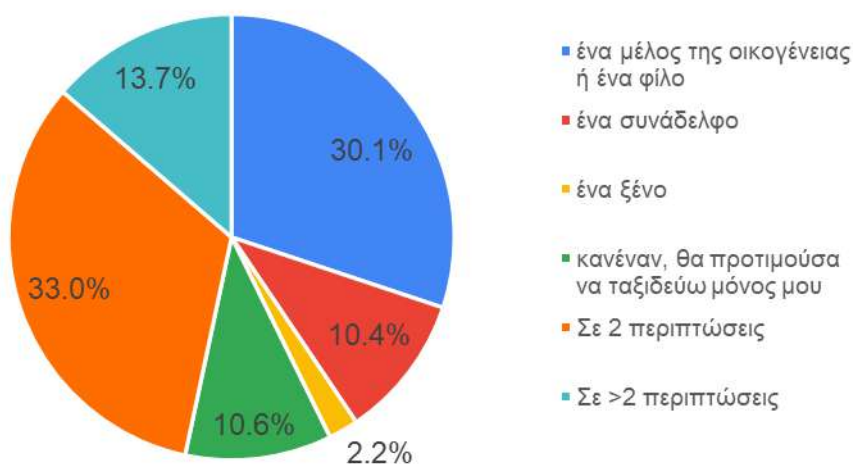
Διάγραμμα 20: Ποσοστά του δείγματος που αντιστοιχούν στην ερώτηση "Θα χρησιμοποιούσατε τις υπηρεσίες AMoD;"

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των AMoD συστημάτων που βαθμολογήθηκαν σε κλίμακα Likert (1 Καθόλου σημαντικό -5 Πολύ σημαντικό) είναι η εύκολη πρόσβαση για τους ευάλωτους χρήστες (ΑΜΕΑ, ηλικιωμένοι), η ενίσχυση των περιοχών όπου τα ΜΜΜ έχουν χαμηλή κάλυψη και η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης (Διάγραμμα 21).



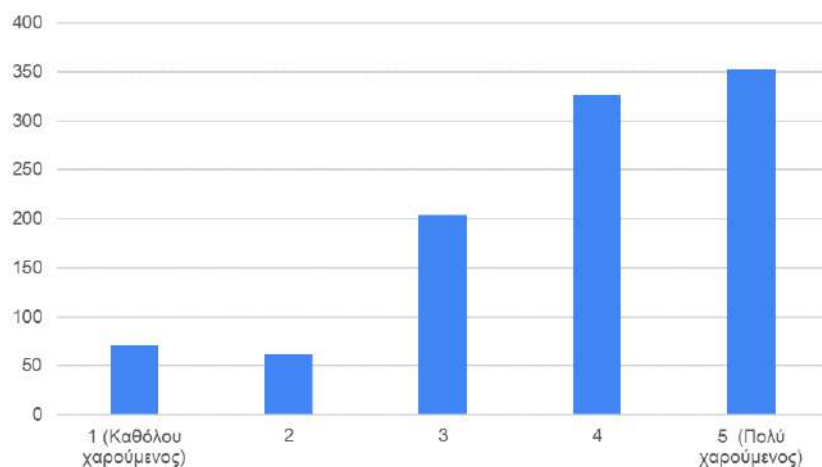
Διάγραμμα 21: Αριθμός ατόμων που θεωρεί σε κλίμακα τριών βαθμών (καθόλου σημαντικό, σημαντικό, πολύ σημαντικό) τα παραπάνω πλεονεκτήματα των ΑΜοD συστημάτων

Σημαντική πληροφορία αποτελεί το γεγονός ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες θα μοιράζονταν ένα αυτόνομο όχημα με ένα μέλος της οικογένειά τους (306) ή με έναν συνάδελφο τους (106) (Διάγραμμα 22).



Διάγραμμα 22: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος που αντιστοιχεί στην ερώτηση "Εάν χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες ΑΜΟD, θα μοιραζόμουν τη μετακίνηση μου με:"

Τέλος η πλειονότητα δηλώνει χαρούμενη με την ύπαρξη αποκλειστικής λωρίδας κίνησης των AMOD συστημάτων σε προκαθορισμένες διαδρομές του οδικού δικτύου (Διάγραμμα 23) .



Διάγραμμα 23: Αριθμητική κατανομή του δείγματος στην ερώτηση "Οι υπηρεσίες κινητικότητας με βάση τη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων (AMOD) χρησιμοποιούν αποκλειστικές λωρίδες κίνησης σε προκαθορισμένες διαδρομές του δικτύου"

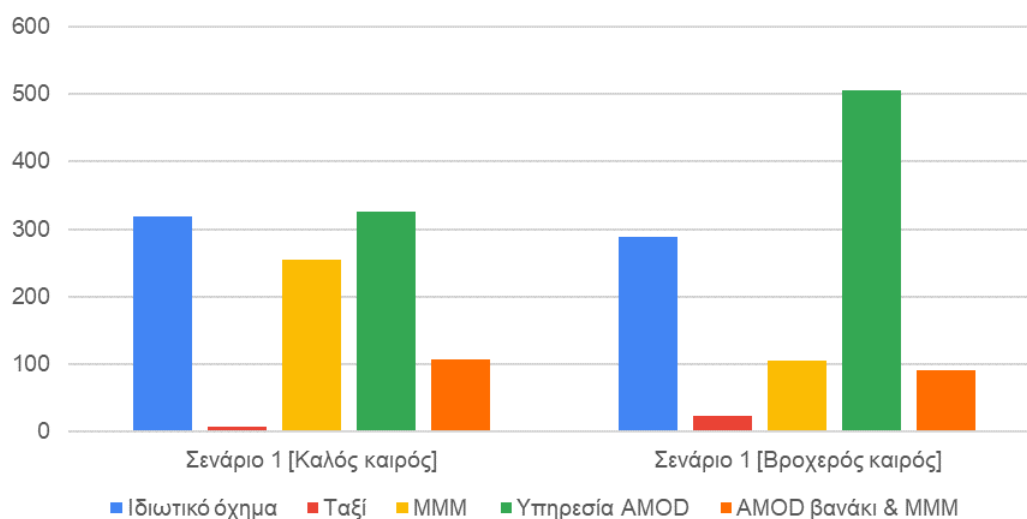
4.1.5 Σενάρια

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο κάθε ερωτώμενος έπρεπε να απαντήσει συνολικά σε 6 σενάρια για την επιλογή μέσου. Για το καθένα έπρεπε να απαντήσει δύο φορές, ένα για την περίπτωση καλού καιρού και ένα για την περίπτωση βροχερού καιρού.

Στο σενάριο 1 (Πίνακας 3, Διάγραμμα 24) επικρατεί η επιλογή της υπηρεσίας AMoD τόσο στον καλό όσο και στον βροχερό καιρό. Που σημαίνει ότι οι χρήστες δίνουν πολύ βάση στον συνολικό χρόνο της διαδρομής.

Πίνακας 3: Στοιχεία σεναρίου 1

	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	25	45	45	25	40
Κόστος (€)	8	15	0.6	7	5
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	10	0	3	0	5

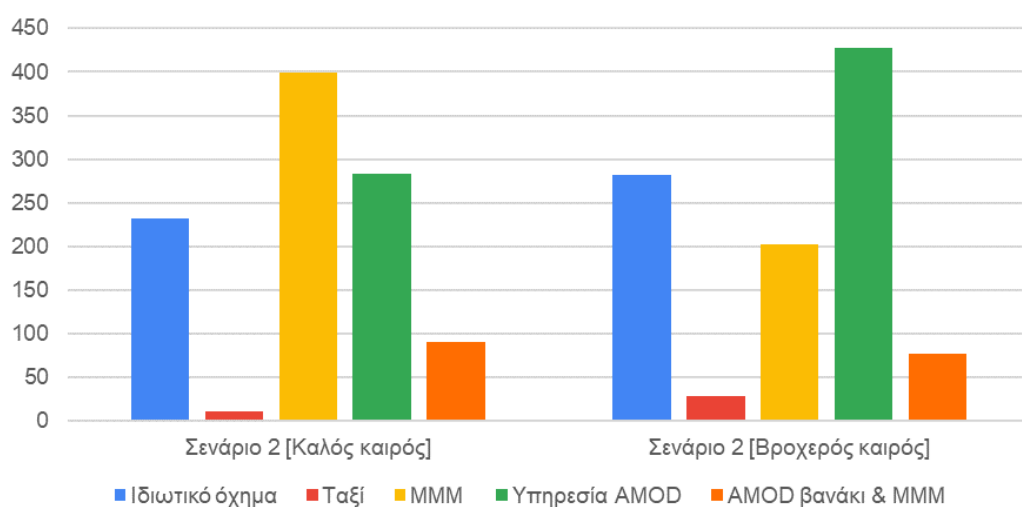


Διάγραμμα 24: Επιλογή μέσου για Σενάριο 1

Στο δεύτερο σενάριο (Πίνακας 4, Διάγραμμα 25) σε ό,τι αφορά τον καλό καιρό κυριαρχεί η επιλογή των MMM ενώ στον βροχερό καιρό η ζήτηση μετατοπίζεται στην υπηρεσία AMOD παρά το γεγονός ότι το κόστος είναι σχεδόν 6 φορές υψηλότερο. Επομένως ο καιρός μπορεί να επηρεάσει το κόστος που κάθε χρήστης μπορεί να διαθέσει έτσι ώστε να μετακινηθεί με άνεση μειώνοντας έτσι και τον χρόνο περπατήματός.

Πίνακας 4: Στοιχεία σεναρίου 2

	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	45	45	30	30	50
Κόστος (€)	5	10	1.4	7	3
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	3	0	6	0	10

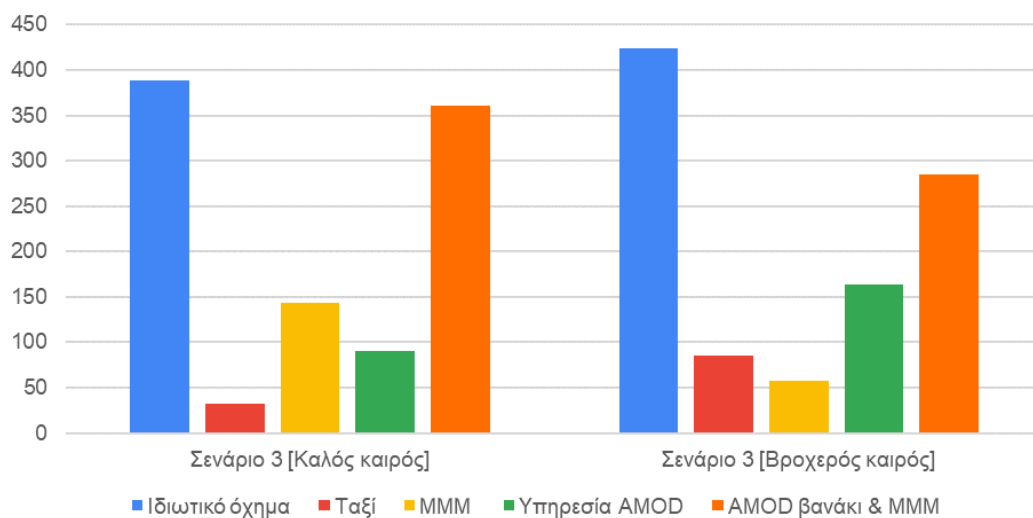


Διάγραμμα 25: Επιλογή μέσου για Σενάριο 2

Στο σενάριο 3 (Πίνακας 5, Διάγραμμα 26) και για τις δύο περιπτώσεις καιρού οι περισσότεροι έχουν επιλέξει ως μέσο το ιδιωτικό όχημα παρόλο που η επιλογή βανάκι ΑΜοD & ΜΜΜ είχε σχεδόν τον ίδιο χρόνο διαδρομής με χαμηλότερο κόστος. Από αυτό γίνεται εμφανής η κλίση των ανθρώπων ως προς τι Ι.Χ. τους που τους εξασφαλίζει άνεση και ευελιξία παρά το παραπάνω κόστος.

Πίνακας 5: Στοιχεία σεναρίου 3

	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	ΜΜΜ	Υπηρεσία ΑΜοD	ΑΜοD βανάκι & ΜΜΜ
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	30	30	55	45	30
Κόστος (€)	8	10	0.6	7	3
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	3	0	6	0	5

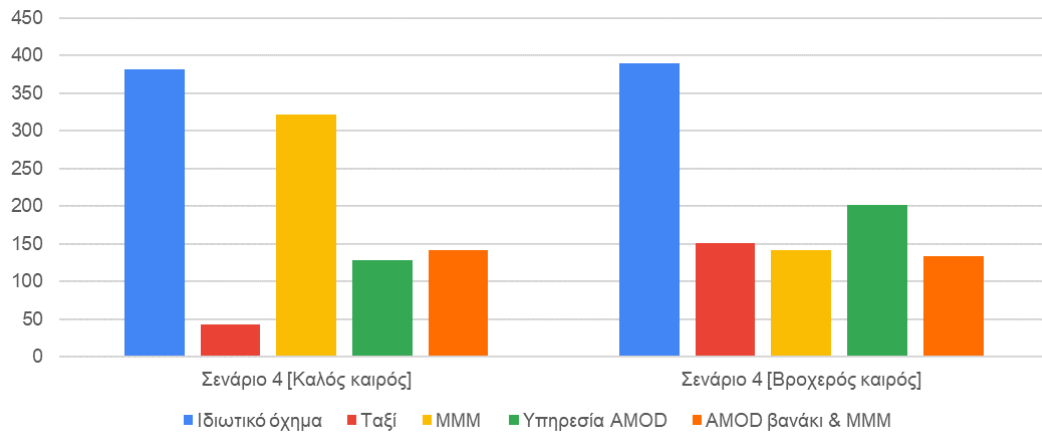


Διάγραμμα 26: Επιλογή μέσου για Σενάριο 3

Παρόμοια κατάσταση παρουσιάζεται και στο σενάριο 4 (Πίνακας 6, Διάγραμμα 27) με μεγάλη μετακίνηση πληθυσμού από τα ΜΜΜ στην υπηρεσία ΑΜοD και τα ταξί για τον βροχερό καιρό.

Πίνακας 6: Στοιχεία σεναρίου 4

	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	ΜΜΜ	Υπηρεσία ΑΜοD	ΑΜοD βανάκι & ΜΜΜ
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	30	25	30	25	30
Κόστος (€)	5	10	0.6	12	5
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	10	0	15	0	10

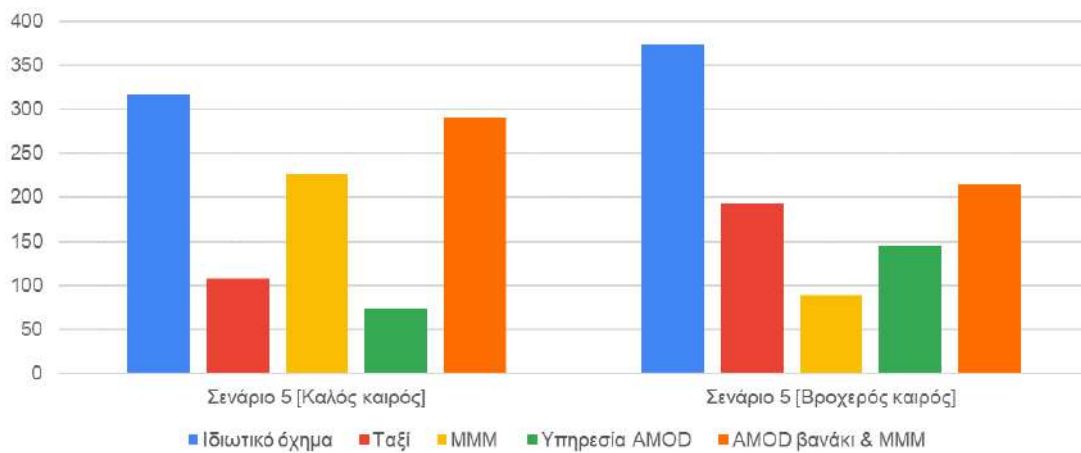


Διάγραμμα 27: Επιλογή μέσου για Σενάριο 4

Στο σενάριο 5 (Πίνακας 7, Διάγραμμα 28) κυριαρχεί πάλι το ιδιωτικό όχημα. Παρατηρείται ότι η υπηρεσία AMoD δεν μπορεί να ανταγωνιστεί το Ι.Χ. έχοντας τόσο μικρές διαφορές στον χρόνο διαδρομής και στο κόστος.

Πίνακας 7: Στοιχεία σεναρίου 5

	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	45	25	45	45	40
Κόστος (€)	8	15	1.4	12	3
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	5	0	15	0	10

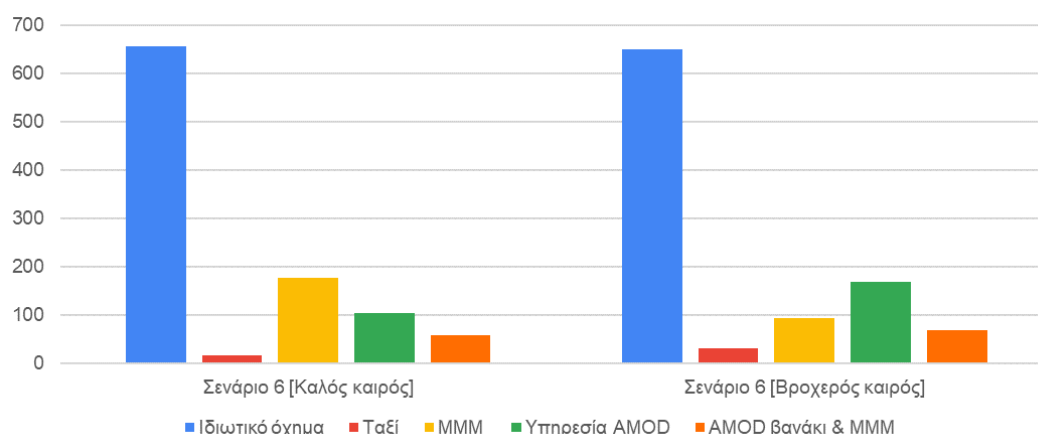


Διάγραμμα 28: Επιλογή μέσου για Σενάριο 5

Τέλος το σενάριο 6 (Πίνακας 8, Διάγραμμα 29) αποτελεί το σενάριο όπου το Ι.Χ. επικρατεί και στις δύο περιπτώσεις με παραπάνω από τους μισούς ερωτώμενους να το έχουν επιλέξει. Αυτό είναι λογικό καθώς συμφέρει τόσο από θέμα χρόνου όσο και κόστους.

Πίνακας 8: Στοιχεία σεναρίου 6

	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	25	30	55	30	50
Κόστος (€)	5	15	1.4	12	5
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	5	0	3	0	5

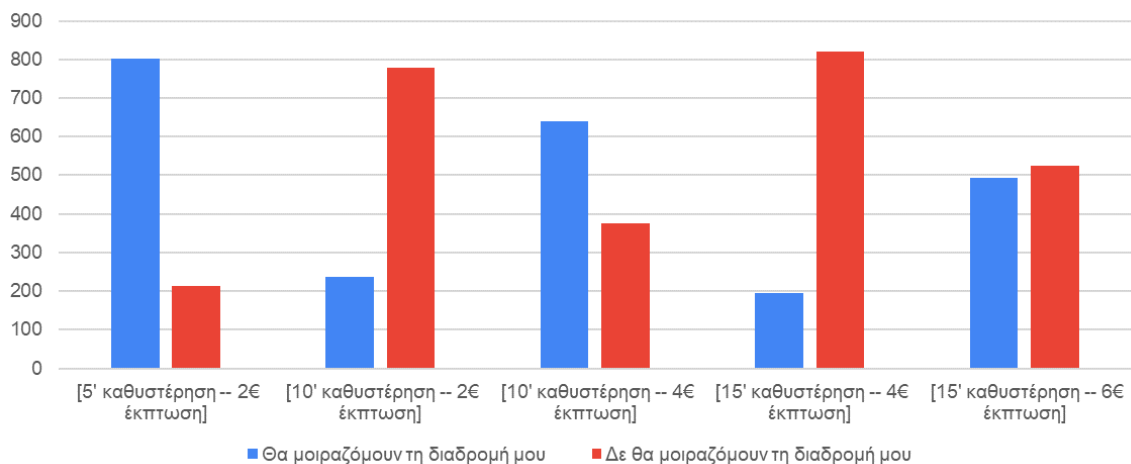


Διάγραμμα 29: Επιλογή μέσου για Σενάριο 6

4.1.6 Διαπραγμάτευση

Στην ενότητα αυτή ο χρήστης διαπραγματεύεται με το σύστημα για το αν θα μοιραστεί την διαδρομή του με κάποιον άγνωστο, κερδίζοντας χρήματα αλλά θυσιάζοντας λίγα λεπτά από τον χρόνο διαδρομής.

Οι περιπτώσεις στις οποίες το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος θα μοιραζόταν την διαδρομή του σύμφωνα με το Διάγραμμα 30 είναι για 5 λεπτά καθυστέρηση – 2 ευρώ έκπτωση και για 10 λεπτά καθυστέρηση 4 ευρώ έκπτωση. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι απαντήσεις ήταν περίπου μοιρασμένες στην περίπτωση των 15 λεπτών καθυστέρηση – 6 ευρώ έκπτωση.



Διάγραμμα 30: Διαπραγμάτευση χρήστη - συστήματος για το αν κάποιος θα μοιραζόταν την διαδρομή του με κάποιον άγνωστο

4.2 Ανάλυση Αποτελεσμάτων Προτύπων Λογιστικής Παλινδρόμησης

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων δημιουργήθηκαν δύο ξεχωριστά μοντέλα. Το ένα μοντέλο αφορούσε τα σενάρια του καλού καιρού και το άλλο του βροχερού καιρού. Πιο συγκεκριμένα, η εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου είναι η επιλογή μέσου που μπορεί να κάνει ο κάθε χρήστης. Επομένως, η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να πάρει πέντε τιμές:

1. Ιδιωτικό όχημα
2. Ταξί
3. MMM
4. Υπηρεσία AMoD
5. AMoD βανάκι & MMM

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές μπορούν να εισαχθούν όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές του ερωτηματολογίου. Συνεπώς, σκοπός του μοντέλου είναι να εντοπίσει τους παράγοντες αυτούς που προσδιορίζουν όσο καλύτερα γίνεται την επιλογή μέσου που κάνει το άτομο. Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επιδιώκεται να προσδιοριστούν οι παράγοντες που ενθαρρύνουν ή αποθαρρύνουν τα άτομα να επιλέξουν την υπηρεσία AMoD ή το AMoD βανάκι & MMM.

Για τον προσδιορισμό των πιο στατιστικά σημαντικών ανεξάρτητων μεταβλητών αξιολογήθηκαν τρία χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

- Estimate: Δηλώνει την τιμή του συντελεστή της αντίστοιχης ανεξάρτητης μεταβλητής
- Std. Error: Δηλώνει το τυπικό σφάλμα της εκτίμησης της τιμής του συντελεστή κάθε μεταβλητής
- $\Pr(> |z|)$: Δηλώνει την στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής. Όταν $\Pr(> |z|) < 0,1$ τότε η μεταβλητή θεωρείται στατιστικά σημαντική

Στην συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά οι μεταβλητές και οι απαντήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα (Πίνακας 9). Έπειτα, αναλύονται ξεχωριστά τα αποτελέσματα για τα δύο διαφορετικά πρότυπα (καλός καιρός – βροχερός καιρός) καθώς επίσης γίνεται διαχωρισμός μεταξύ της υπηρεσίας AMoD και της επιλογής AMoD βανάκι & MMM έτσι ώστε να εντοπιστούν αν υπάρχουν διαφορετικά κίνητρα και συμπεριφορές ως προς τις δύο αυτές μορφές υπηρεσιών.

Πίνακας 9: Στοιχεία μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στα πρότυπα

Μεταβλητή	Τύπος απάντησης	Επίπεδα/Μονάδες	Κωδικός
Δημογραφικά Χαρακτηριστικά			
Νοικοκυριό	Ακέραιος αριθμός	-	household
Παιδιά	Ακέραιος αριθμός	-	children
Απασχόληση	Κατηγορική	6 επίπεδα	occupation
Δίπλωμα οδήγησης	Κατηγορική	4 επίπεδα	dr_license
Προφίλ μετακίνησης			
Σκοπός μετακίνησης	Πολλαπλής επιλογής	5 επίπεδα	purpose
Πρωινές μετακινήσεις δουλειάς	Πολλαπλής επιλογής	3 επίπεδα	mtrips w
Πρωινές μετακινήσεις για προσωπικό λόγο	Πολλαπλής επιλογής	3 επίπεδα	mtrips p
Χρονική ευελιξία	Πολλαπλής επιλογής	3 επίπεδα	flexibility
Χρόνος περπατήματος	Πολλαπλής επιλογής	3 επίπεδα	walk_time
Κόστος	Πολλαπλής επιλογής	4 επίπεδα	cost
Χρόνος διαδρομής	Πολλαπλής επιλογής	4 επίπεδα	travel time
Παράγοντας κόστους	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	m_cost
Παράγοντας χρόνου διαδρομής	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	m_traveltime
Παράγοντας χρόνου περπατήματος	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	m_walktime
Παράγοντας καιρού	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	m_weather
Παράγοντας άνεσης	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	m_comfort
Παράγοντας προσβασιμότητας	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	m_accessibility
Παράγοντας απρόσμενων καθυστερήσεων	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	m_reliability
Παράγοντας CO2	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	m_CO2
Εκνευρισμός συμφόρησης	Διχοτομική	Διαφωνώ/Συμφωνώ	traffic_frustration
Επιφυλακτικότητα με ταξί	Διχοτομική	Διαφωνώ/Συμφωνώ	taxi_cautious
Υπηρεσίες μίσθωσης οχημάτων	Διχοτομική	Διαφωνώ/Συμφωνώ	sharing_service
Επίπεδο εξυπηρέτησης MMM	Διχοτομική	Διαφωνώ/Συμφωνώ	PT_level
Αίσθημα χαράς κατά τις μετακινήσεις	Διχοτομική	Διαφωνώ/Συμφωνώ	happiness
Σύστημα επιβράβευσης	Πολλαπλής επιλογής	4 επίπεδα	transit_bonus
Συνδρομητική υπηρεσία κινητικότητας	Πολλαπλής επιλογής	4 επίπεδα	MAAS
Προθέσεις-Συμπεριφορές ως προς τα Αυτόνομα Οχήματα			
Οδηγός	Διχοτομική	Διαφωνώ/Συμφωνώ	emerg_driver
Ασφάλεια παιδιού	Διχοτομική	Διαφωνώ/Συμφωνώ	child_safety
Μέλλον αυτόνομων οχημάτων	Διχοτομική	Διαφωνώ/Συμφωνώ	auton_future
Καθημερινή χρήση αυτόνομου οχήματος	Πολλαπλής επιλογής	3 επίπεδα	auton_dailyuse
Συστήματα AMoD			
Ενίσχυση MMM	Πολλαπλής επιλογής	3 επίπεδα	AMoD_Ptboost
Μείωση I.X.	Πολλαπλής επιλογής	3 επίπεδα	AMoD_deccars
Ενίσχυση περιοχών με λίγα I.X.	Πολλαπλής επιλογής	3 επίπεδα	AMoD_lowPV
Μίξη αυτόνομων συστημάτων	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	AMoD_transpH
Αποκλειστική λωρίδα AMoD	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	AMoD_laneH
AMoD μαζί με συμβατικά οχήματα	Κλίμακα Likert	5 επίπεδα	AMoD_networkH

4.2.1 Διαδικασία Επιλογής Βέλτιστης Δομής Προτύπου

Αρχικά σχεδόν όλες οι μεταβλητές του ερωτηματολογίου συμπεριλήφθηκαν στα πρότυπα και σταδιακά όπως περιγράφεται στην συνέχεια προέκυψαν οι τελικές, οι οποίες και διαμόρφωσαν το αποτέλεσμα της εξαρτημένης μεταβλητής. Οι τελευταίες αυτές μεταβλητές επιλέχθηκαν μετά από συνεχείς επαναλήψεις του αλγορίθμου της πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης αποκλείοντας κάθε φορά εκείνες οι οποίες δεν προσδίδαν κάποια πληροφορία για την επιλογή μέσου που κάνει ο χρήστης.

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη την έννοια της στατιστικής σημαντικότητας κάθε μεταβλητής, δηλαδή το κατά πόσο η συνεισφορά της στο αποτέλεσμα οφείλεται στην τυχαιότητα ή σε κάποιο σφάλμα. Όσο πιο στατιστικά σημαντική είναι μία μεταβλητή τόσο πιο καθοριστική είναι για την πρόβλεψη της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή τόσο πιο μη τυχαία είναι η επίδρασή της στο αποτέλεσμα. Το επίπεδο σημαντικότητας καθορίζεται από την τιμή του p-value η οποία κατά κύριο λόγο πρέπει να είναι < 0.05 (Πίνακας 10). Όσο πιο μικρό το p-value τόσο πιο στατιστικά σημαντική είναι μια μεταβλητή.

Πίνακας 10: Τιμές p-value και επίπεδο σημαντικότητας

p -value	
0	***
0.001	**
0.01	*
0.05	.

4.2.2 Ανάλυση Αποτελεσμάτων Προτύπου 1 (Καλός Καιρός)

Στο πρότυπο 1 εξετάζονται οι μεταβλητές που περιγράφουν καλύτερα την επιλογή μέσου που κάνει ο κάθε χρήστης με βάση τα σενάρια τα οποία απάντησε όταν επικρατούν καλές καιρικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα στο μοντέλο εισήχθησαν οι μεταβλητές του Πίνακα 11.

Πίνακας 11: Μεταβλητές Προτύπου 1 (Καλός Καιρός)

Μεταβλητές				
household	flexibility	m_walktime	sharing_service	AMoD_PTboost
children	cost	m_weather	happiness	AMoD_lowPV
occupation	walk_time	m_comfort	transit_bonus	AMoD_transpH
purpose	travel_time	m_accessibility	MAAS	AMoD_laneH
mttrips_w	m_cost	traffic_frustration	child_safety	AMoD_networkH
mttrips_p	m_traveltime	taxi_cautious	auton_future	

Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης για την επιλογή μέσου στην περίπτωση του καλού καιρού.

Πίνακας 12: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές και δείκτες προτύπου 1 (Καλός Καιρός)

	Ταξί		MMM		Υπηρεσία AMoD		AMoD βανάκι & MMM	
Μεταβλητές	Estimate		Estimate		Estimate		Estimate	
TT	-0.073	***	-0.073	***	-0.073	***	-0.073	***
C	-0.195	***	-0.195	***	-0.195	***	-0.195	***
WT	-0.059	***	-0.059	***	-0.059	***	-0.059	***
household	0.018		0.263	***	-0.014		-0.031	
children	-0.252	.	-0.250	***	0.009		-0.031	
occupation (Ιδ.Υπ.)	0.318		-0.238		0.012		-0.349	.
occupation (Ελ. Επ.)	-0.376		-0.276	.	-0.191		-0.239	
occupation (Ανεργος)	-1.517	.	-0.604	.	0.023		-1.494	***
occupation (Συντ.)	1.654	*	0.908	*	-0.228		-1.583	***
occupation (Φοιτ.)	-0.630		-0.553	*	-0.269		-0.363	
purpose (Αναψ/Κοιν.Υποχ.)	-1.173	*	-0.450	*	-0.185		-0.905	***
purpose (Προσ/Οικ. Λόγοι)	0.034		-0.944	**	0.051		-0.125	
purpose (Ψώνια)	1.328	**	-0.746	*	0.060		0.361	
purpose (Άλλο)	-0.931		-0.862		-2.050	*	-2.539	*
mtrips_w	0.496	***	-0.173	*	0.000		-0.064	
mtrips_p	0.469	***	-0.011		0.167	*	0.188	*
flexibility	-0.208		-0.102		0.174	*	0.009	
cost	0.218		-0.475	***	0.267	**	-0.161	
walk_time	-0.117		0.308	***	0.115		0.263	**
travel_time	-0.296	**	0.175	**	-0.181	**	0.008	
m_cost	0.063		0.432	***	0.053		0.102	*
m_traveltime	-0.393	***	-0.094		-0.077		0.050	
m_walktime	-0.004		-0.220	***	-0.070		-0.161	***
m_weather	0.184	*	0.154	***	0.004		0.003	
m_comfort	-0.246	*	-0.300	***	-0.006		-0.138	*
m_accessibility	0.289	*	-0.057		0.030		-0.022	
traffic_frustration	0.389	.	-0.002		-0.007		0.318	*
taxi_cautious	-0.868		-0.116		-0.081		-0.049	
sharing_service	-0.002		-0.059		0.368	**	0.315	**
happiness	-0.020		-0.069		-0.294	**	-0.425	***
transit_bonus (εξοικ. χρημάτων)	-0.292		0.858	***	-0.123		0.527	*
transit_bonus (δωρεάν υπηρ.)	-0.442		0.599	**	-0.190		0.232	
transit_bonus (οποιοδ. κέρδος)	-0.583		0.973	***	-0.104		1.069	***
MAAS (ανάλογα το κόστος)	0.2159		-0.1566		0.5686	**	0.3186	
MAAS (πρόσβαση σε πολλά μέσα)	0.3200		0.1596		0.9481	***	0.6704	***
MAAS (κόστος, πολλά μέσα)	-0.1740		-0.0945		0.4490		0.3432	
child_safety	0.0804		0.0464		0.2538	*	0.3164	**
auton_future	-0.0042		-0.1329		-0.1250		-0.3165	.
AMOD_PTboost	-0.3775	.	0.1345		0.3957	**	0.1096	
AMOD_lowPV	0.3845	*	0.3017	***	0.3570	***	0.2702	**
AMOD_transpH	-0.0438		0.0013		0.0573		0.2707	***
AMOD_laneH	-0.0002		-0.1062	*	0.1938	***	0.2202	***
AMOD_networkH	0.0425		0.1424	**	0.1474	**	-0.0326	
					0 ****	0.001 ***	0.01 **	0.05 *

Τα αποτελέσματα του προτύπου αποδεικνύουν πως ο χρόνος διαδρομής, το κόστος και ο χρόνος περπατήματος αποτελούν πολύ καθοριστικούς παράγοντες για την επιλογή μέσου, όπως υπογραμμίζεται και στη σύγχρονη βιβλιογραφία. Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι άτομα τα οποία πραγματοποιούν πολλές μετακινήσεις το πρωί για δουλειά ή για προσωπικούς λόγους είναι πιο πιθανό να επιλέξουν ταξί αντί Ι.Χ. Το ίδιο ισχύει και για όποιον μετακινείται με σκοπό τα ψώνια. Αυτό πιθανώς να συμβαίνει λόγω της δυσκολίας και καθυστέρησης που προκύπτει για την εύρεση στάθμευσης. Επίσης άτομα τα οποία θεωρούν πολύ σημαντικό παράγοντα για την επιλογή μέσου τον χρόνο διαδρομής ή αισθάνονται ανασφαλείς μέσα σε ταξί είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν να μετακινηθούν με ταξί αντί με Ι.Χ.

Συμμετέχοντες οι οποίοι θα χρησιμοποιούσαν ένα σύστημα επιβράβευσης μετακινήσεων με προϋπόθεση την εξοικονόμηση χρημάτων είναι πολύ πιο πιθανό να επιλέξουν για μέσο μετακίνησης τα ΜΜΜ αντί του Ι.Χ. Επιπροσθέτως άτομα τα οποία θεωρούν ισχυρό πλεονέκτημα των ΑΜοD συστημάτων την ενίσχυση των περιοχών με χαμηλούς δείκτες οχημάτων, είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν ΜΜΜ σε σχέση με το Ι.Χ. Αυτό σημαίνει ότι σε αυτές τις περιοχές οι κάτοικοι θα χρησιμοποιούσαν τα ΑΜοD συστήματα για διαδρομές πρώτου και τελευταίου μιλίου. Από την άλλη πλευρά, ερωτώμενοι που ιεραρχούν πρώτα τον χρόνο περπατήματος και την άνεσή τους είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν ΜΜΜ αντί του Ι.Χ. τους ενώ η ακριβώς αντίθετη συμπεριφορά παρατηρείται όταν προτεραιότητα έχει το κόστος.

Αναλυτικότερα στον παρακάτω Πίνακα 13 αναγράφονται οι πιο στατιστικά σημαντικές μεταβλητές που ενθαρρύνουν ή αποθαρρύνουν τον χρήστη να επιλέξει ως μέσο μετακίνησης την υπηρεσία ΑΜοD.

Πίνακας 13: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές Υπηρεσίας ΑΜοD (Πρότυπο 1)

	Υπηρεσία ΑΜοD	
Μεταβλητές	Estimate	
MAAS (πρόσβαση σε πολλά μέσα)	0.9481	***
AMOD_lowPV	0.3570	***
AMOD_laneH	0.1938	***
AMOD_PTboost	0.3957	**
sharing_service	0.3683	**
travel_time	-0.1805	**
happiness	-0.2938	**
0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’		

Συμμετέχοντες οι οποίοι θα χρησιμοποιούσαν μια συνδρομητική υπηρεσία κινητικότητας είναι πιο πιθανό να επιλέξουν να μετακινηθούν με υπηρεσία ΑΜοD αντί για Ι.Χ. Προϋπόθεση για να συμβεί αυτό θα ήταν να είχαν πρόσβαση σε πολλά μέσα, δηλαδή να υπήρχε μια κοινή συνδρομή για χρήση λεωφορείων, ποδηλάτων, μετρό κλπ. Συνεπώς αν τα συστήματα ΑΜοD μπορούσαν να ενταχθούν σε μια τέτοια συνδρομή, αδιαμφισβήτητα θα ήταν πιο ελκυστικά.

Αξίζει να προστεθεί ότι εκείνοι οι οποίοι προτιμούν να χρησιμοποιούν υπηρεσίες μίσθωσης οχημάτων (π.χ. Uber) παρά ταξί είναι πιο πιθανό να κάνουν χρήση της υπηρεσίας ΑΜοD αφού ήδη έχουν μια αντίστοιχη εμπειρία διαμοιρασμού οχήματος. Συνεπώς η εξοικείωση με

παρόμοιες υπηρεσίες παίζει καθοριστικό ρόλο στην υιοθέτηση των AMoD υπηρεσιών. Σημαντική μεταβλητή αποδείχτηκε και το πλεονέκτημα των AMoD υπηρεσιών να ενισχύουν περιοχές όπου ο δείκτης ιδιοκτησίας I.X. είναι χαμηλός και η κάλυψη των MMM είναι ανεπαρκής. Συνεπώς άτομα που κατοικούν σε εκείνες τις περιοχές είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν υπηρεσία AMoD.

Η δημιουργία μιας αποκλειστικής λωρίδας για AMoD υπηρεσίες θα λειτουργούσε θετικά στην επιλογή και αποδοχή τους, αφού ο χρήστης νιώθει ότι κατά την διάρκεια της μετακίνησης του αποφεύγει τη συμφόρηση και μειώνεται ο χρόνος διαδρομής του.

Άτομα τα οποία δήλωσαν μεγάλη διάρκεια μετακινήσεων καθώς και ότι είναι ευχαριστημένοι με τις καθημερινές τους μετακινήσεις είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν ως μέσο την υπηρεσία AMoD αντί του I.X. τους καθώς έχουν συνηθίσει την ανεξαρτησία που προσδίδει το προσωπικό τους όχημα.

Στον Πίνακα 14 αναγράφονται οι πιο στατιστικά σημαντικές μεταβλητές που ενθαρρύνουν ή αποθαρρύνουν τον χρήστη να επιλέξει ως μέσο μετακίνησης το AMoD βανάκι & MMM.

Πίνακας 14: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές επιλογής AMoD βανάκι & MMM (Πρότυπο 1)

	AMoD βανάκι & MMM	
Μεταβλητές	Estimate	
transit_bonus (εξοικονόμηση χρημάτων και δωρεάν υπηρεσίες)	1.0686	***
MAAS (πρόσβαση σε πολλά μέσα)	0.6704	***
AMOD_transpH	0.2707	***
AMOD_laneH	0.2202	***
occupation (Άνεργος)	-1.4938	***
occupation (Συνταξιούχος)	-1.5827	***
purpose (Αναψ/Κοιν.Υποχ.)	-0.9052	***
happiness	-0.425	***
m_walktime	-0.1610	***
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'		

Η ύπαρξη ενός συστήματος επιβράβευσης στο οποίο να μπορούσε να ενσωματωθεί η επιλογή AMoD βανάκι & MMM θα βοηθούσε τους χρήστες να πειραματιστούν με αυτές τις υπηρεσίες. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια θα ήταν ο χρήστης να εξοικονομούσε χρήματα ή να είχε οποιοδήποτε είδους κέρδος (εκπτώσεις για επόμενη μετακίνηση, δωρεάν προϊόντα και υπηρεσίες, χρηματικές ανταμοιβές).

Όπως και στην υπηρεσία AMoD έτσι και στην επιλογή βανάκι AMoD & MMM σπουδαίο ρόλο διαδραματίζει η δημιουργία αποκλειστικής λωρίδας AMoD. Συμμετέχοντες που αισθάνονται χαρούμενοι με ένα σύστημα μεταφορών αγαθών και ανθρώπων με on demand αυτόνομα οχήματα είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν τις AMoD υπηρεσίες για μετακινήσεις πρώτου/τελευταίου μιλίου. Οι νέες αυτές τεχνολογίες μπορεί για ορισμένους να σταθούν και αφορμή για να δοκιμάσουν κάτι καινούριο.

Άνεργοι και συνταξιούχοι είναι πολύ λιγότερο πιθανό να επιλέξουν AMoD βανάκι αντί I.X. σε σχέση με τους δημόσιους υπάλληλους. Βέβαια, το αποτέλεσμα αυτό δεν είναι απόλυτο

καθώς τα ποσοστά συμμετοχής ανέργων και συνταξιούχων στην έρευνα ήταν πολύ μικρά σε σχέση με το σύνολο του δείγματος.

Συμμετέχοντες που ταξιδεύουν με σκοπό την αναψυχή/κοινωνικές υποχρεώσεις καθώς και εκείνοι που θεωρούν σημαντικό παράγοντα τον χρόνο περπατήματος είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν το AMoD βανάκι & MMM από το Ι.Χ. τους. Το τελευταίο δείχνει ότι όταν πρόκειται για μετακινήσεις αναψυχής τα άτομα επιθυμούν την ανεξαρτησία και την ευελιξία τους. Τέλος, όσοι είναι χαρούμενοι με τις καθημερινές τους μετακινήσεις δεν θα προτιμήσουν τις υπηρεσίες πρώτου/τελευταίου μιλίου αντί του Ι.Χ. τους.

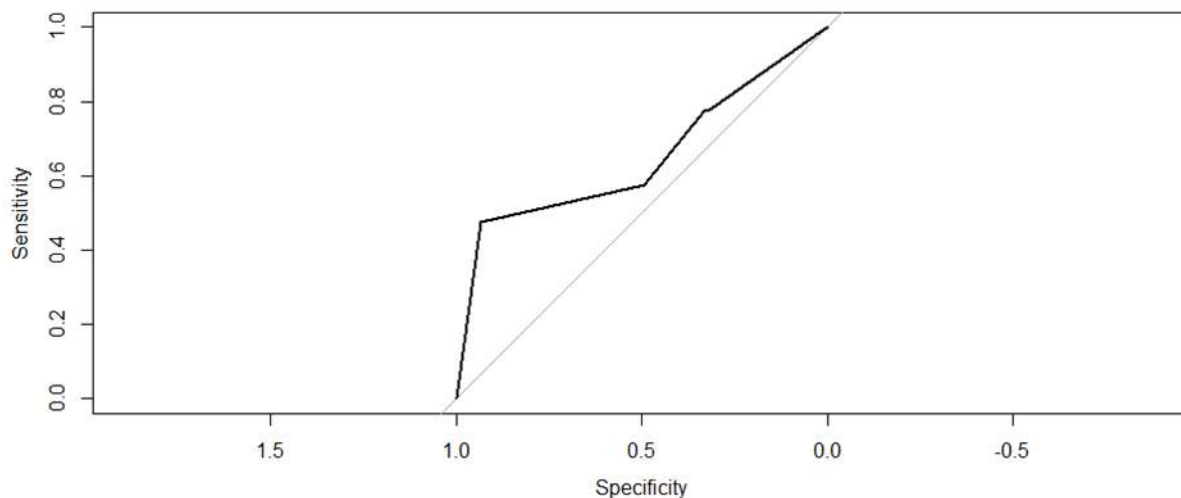
4.2.3 Αξιολόγηση Προτύπου 1 (Καλός Καιρός)

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 3 (Μεθοδολογική προσέγγιση), η αξιολόγηση των μοντέλων πραγματοποιήθηκε με τον πίνακα κατηγοριοποίησης και την καμπύλη ROC.

Σύμφωνα με τον πίνακα κατηγοριοποίησης και τις μετρικές αξιολογήσεις του προτύπου 1 (Πίνακας 15) η ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου χαρακτηρίζεται ως μέτρια. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί πως η πρόβλεψη της ανθρώπινης συμπεριφοράς, όπως είναι και η επιλογή μέσου μετακίνησης, αποτελεί ένα στοίχημα για την έρευνα καθώς η συμπεριφορά του ατόμου περιλαμβάνει προσωπικούς περιορισμούς, προτιμήσεις και συνήθειες που σπάνια είναι διαθέσιμες στον ερευνητή. Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια ενσωμάτωσης τέτοιων χαρακτηριστικών στα πρότυπα επιλογής μέσου που βελτιώνουν αισθητά την προβλεπτική ικανότητά τους και μπορούν να δώσουν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων του ατόμου. Η ορθότητα του μοντέλου υπολογίστηκε 60,2%, ενώ η καμπύλη ROC (Διάγραμμα 31) έχει AUC= 0.65. Πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερη ακρίβεια παρουσιάζουν οι επιλογές του Ι.Χ. και των MMM. Αυτό σημαίνει ότι το πρότυπο προέβλεψε σωστά ένα ικανοποιητικό ποσοστό των ατόμων που επέλεξαν Ι.Χ. ή MMM για την μετακίνησή τους. Αντίθετα, αξίζει να σημειωθεί ότι η ακρίβεια για τις επιλογές AMoD είναι αρκετά χαμηλή που σημαίνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων που διάλεξαν συστήματα AMoD για την μετακίνησή τους δεν εντοπίστηκαν από το μοντέλο.

Πίνακας 15: Πίνακας κατηγοριοποίησης και μετρικές αξιολογήσεις για το Πρότυπο 1 (Καλός Καιρός)

		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΣΟΥ					
		I.X.	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMOD	AMOD βανάκι & MMM	ΑΚΡΙΒΕΙΑ
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΣΟΥ	I.X.	344	1	43	27	36	76.3%
	Ταξί	16	8	9	0	14	17.0%
	MMM	63	2	194	23	30	62.2%
	Υπηρεσία AMOD	65	2	32	89	13	44.3%
	AMOD βανάκι & MMM	47	0	42	21	99	47.4%
	ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ	64.3%	61.5%	60.6%	55.6%	51.6%	
ΟΡΘΟΤΗΤΑ	60.2%						
AUC	0.65						



Διάγραμμα 31: Καμπύλη ROC για το Μοντέλο Καλού Καιρού

4.2.4 Ανάλυση Αποτελεσμάτων Προτύπου 2 (Βροχερός Καιρός)

Στο πρότυπο 2 εξετάζονται οι μεταβλητές που περιγράφουν καλύτερα την επιλογή μέσου που κάνει ο κάθε χρήστης με βάση τα σενάρια τα οποία απάντησε όταν επικρατεί βροχερός καιρός. Πιο συγκεκριμένα στο μοντέλο εισήχθησαν οι μεταβλητές του Πίνακα 16.

Πίνακας 16: Μεταβλητές Προτύπου 2 (Βροχερός Καιρός)

Μεταβλητές		
occupation	m_accessibility	child_safety
dr_license	m_reliability	auton_dailyuse
cost	m_CO2	AMoD_deccars
travel_time	PT_level	AMoD_transpH
m_cost	transit_bonus	AMoD_laneH
m_comfort	emerg_driver	AMoD_netorkH

Παρακάτω επισυνάπτονται ο Πίνακας 17 στον οποίο αναγράφονται οι πιο στατιστικά σημαντικές μεταβλητές και οι κωδικοποιήσεις τους που προέκυψαν από το πρότυπο του βροχερού καιρού.

Πίνακας 17: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές και δείκτες προτύπου 2 (Βροχερός Καιρός)

	Ταξί		MMM		Υπηρεσία AMoD		AMoD βανάκι & MMM	
Μεταβλητές	Estimate		Estimate		Estimate		Estimate	
TT	-0.066	***	-0.066	***	-0.066	***	-0.066	***
C	-0.186	***	-0.186	***	-0.186	***	-0.186	***
WT	-0.094	***	-0.094	***	-0.094	***	-0.094	***
occupation (Ιδ.Υπ.)	0.014		0.299		0.292	*	-0.150	
occupation (Ελ. Επ.)	0.026		0.073		0.017		-0.588	***
occupation (Ανεργος)	-0.015		0.382		0.613	.	0.351	
occupation (Συντ.)	0.963	*	0.048		-0.298		-0.030	
occupation (Φοιτ.)	-0.796	**	-0.301		0.085		-0.055	
dr_license (<5 χρόνια)	-0.998	**	-0.343		-0.475	*	-0.879	**
dr_license (<10 χρόνια)	-0.558	.	-0.207		-0.417	.	-0.276	
dr_license (>10 χρόνια)	-1.250	***	-0.537	.	-0.718	**	-0.289	
dr_license (όχι δίπλωμα)	-0.162		0.319		-0.198		0.067	
cost	0.012		-0.464	***	0.033		-0.150	.
travel_time	-0.142	*	0.066		-0.044		-0.047	
m_cost	-0.074		0.404	***	0.007		0.117	*
m_comfort	-0.107	.	-0.410	***	-0.041		-0.234	***
m_accessibility	0.111		-0.241	***	-0.054		-0.163	*
m_reliability	0.014		0.064		0.086	.	0.146	*
m_CO2	0.072		0.166	**	0.116	**	0.221	***
PT_level	-0.041		0.426	***	0.106		-0.066	
transit_bonus (εξοικ. χρημάτων)	-0.368	.	0.972	***	0.490	**	1.063	***
transit_bonus (δωρεάν υπηρ.)	-0.359	.	0.690	**	0.491	**	0.843	***
transit_bonus (εξοικ. χρ.,δωρ. υπ.)	-0.144		0.930	***	0.239		1.517	***
emerg_driver	-0.069		0.039		0.051		-0.117	
child_safety	-0.092		0.140		0.184	.	0.241	*
auton_dailyuse (υπό προϋποθ.)	0.000		-0.115		0.139		-0.368	*
auton_dailyuse (κόστος όπως I.X.)	0.050		-0.585	*	-0.223		-0.330	.
auton_dailyuse (ποτέ)	0.149		-0.567	*	-0.455	*	-0.798	**
AMOD_deccars	-0.510	***	-0.015		0.073		0.208	*
AMOD_transpH	0.074		-0.007		0.110	*	0.146	*
AMOD_laneH	0.305	***	-0.100	.	0.281	***	0.202	
AMOD_networkH	0.077		0.006		0.042		0.100	*
					0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'

Στην περίπτωση του βροχερού καιρού οι μεταβλητές χρόνος διαδρομής, κόστος και χρόνος περπατήματος παραμένουν κρίσιμες για την επιλογή μέσου. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο χρόνος περπατήματος αποκτά μεγαλύτερη βαρύτητα, όπως αναμενόταν, υποδηλώνοντας πως όσο αυξάνεται ο χρόνος περπατήματος τότε τα άτομα τείνουν να επιλέγουν το Ι.Χ. για τη μετακίνησή τους όταν ο καιρός είναι βροχερός.

Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες οι οποίοι δήλωσαν χαρούμενοι με την δημιουργία μιας αποκλειστικής λωρίδας AMoD είναι πιο πιθανό να επιλέξουν ταξί αντί για Ι.Χ. που σημαίνει ότι θέλουν να έχουν προτεραιότητα στην οδό. Από την άλλη πλευρά συμμετέχοντες που έχουν δίπλωμα πάνω από 10 χρόνια είναι πιο πιθανό να συνεχίσουν να επιλέγουν το Ι.Χ. τους αντί για ταξί σε σχέση με κάποιον που δεν διαθέτει δίπλωμα. Επομένως για άλλη μια φορά υπογραμμίζεται ότι η συνήθεια του Ι.Χ. είναι αρκετά δυνατή. Αξίζει να προστεθεί ότι οι φοιτητές είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν ταξί αντί για Ι.Χ. σε σχέση με τους δημόσιους υπάλληλους πιθανώς λόγω του κόστους.

Όπως και στο πρότυπο 1, οι συμμετέχοντες οι οποίοι θα χρησιμοποιούσαν ένα σύστημα επιβράβευσης μετακινήσεων με προϋπόθεση την εξοικονόμηση χρημάτων είναι πολύ πιο πιθανό να επιλέξουν για μέσο μετακίνησης τα MMM αντί του Ι.Χ. Από την άλλη πλευρά, ερωτώμενοι που ιεραρχούν πρώτα την προσβασιμότητα και την άνεσή τους είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν MMM αντί του Ι.Χ. τους ενώ η ακριβώς αντίθετη συμπεριφορά παρατηρείται όταν προτεραιότητα έχει το κόστος. Επίσης, συμμετέχοντες οι οποίοι δήλωσαν ευχαριστημένοι με το σύστημα μεταφορών της Αθήνας είναι πιο πιθανό να μετακινηθούν με τα MMM σε σχέση με το Ι.Χ. τους.

Αναλυτικότερα στον Πίνακα 18 αναγράφονται οι πιο στατιστικά σημαντικές μεταβλητές που ενθαρρύνουν ή αποθαρρύνουν τον χρήστη να επιλέξει ως μέσο μετακίνησης την υπηρεσία AMoD.

Πίνακας 18: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές για την επιλογή Υπηρεσία AMoD (Πρότυπο 2)

	Υπηρεσία AMoD	
Μεταβλητές	Estimate	
AMOD_laneH	0.2807	***
transit_bonus (δωρεάν υπηρ.)	0.4911	**
m_CO2	0.221	***
dr_license (>10 χρόνια)	-0.7180	**
dr_license (<5 χρόνια)	-0.475	*
0 '***' 0.001 '***' 0.01 '*' 0.05 '.'		

Επιβεβαιώνεται ξανά το γεγονός ότι μια αποκλειστική λωρίδα AMoD θα προσέλκυε χρήστες να δοκιμάσουν τις υπηρεσίες αφού τα αντίστοιχα οχήματα θα λάμβαναν διαφορετική μεταχείριση στο οδικό δίκτυο σε σχέση με τα συμβατικά. Το τελευταίο μεταφράζεται στον χρήστη ως ταχύτερη και αποδοτικότερη εξυπηρέτηση. Το ίδιο ισχύει και για ένα σύστημα επιβράβευσης μετακινήσεων με οφέλη (π.χ. δωρεάν υπηρεσίες).

Αξίζει να αναφερθεί, ότι όσοι θεωρούν σημαντικό παράγοντα για την επιλογή μέσου τους ρύπους CO2 θα χρησιμοποιούσαν πιο εύκολα MMM αντί Ι.Χ. Τέλος, όσοι διαθέτουν δίπλωμα

οδήγησης λιγότερο από 5 ή περισσότερο από 10 χρόνια είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν ως μέσο την υπηρεσία AMoD αντί I.X. σε σχέση με εκείνους που δεν διαθέτουν δίπλωμα. Συνεπώς σε βροχερό καιρό η επιλογή του I.X. είναι πολύ ελκυστική ανεξάρτητα από την εμπειρία των οδηγών.

Στον Πίνακα 24 αναγράφονται οι πιο στατιστικά σημαντικές μεταβλητές που ενθαρρύνουν ή αποθαρρύνουν τον χρήστη να επιλέξει ως μέσο μετακίνησης το AMoD βανάκι & MMM.

Πίνακας 19: Στατιστικά σημαντικές μεταβλητές για την επιλογή AMoD βανάκι & MMM (Πρότυπο 2)

	AMoD βανάκι &	
Μεταβλητές	Estimate	
transit_bonus (και τα δύο)	1.5170	***
m_CO2	0.2206	***
occupation (Ελ. Επ.)	-0.5882	***
m_comfort	-0.2344	***
dr_license (<5 χρόνια)	-0.879	**
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'		

Για άλλη μια φορά ένα σύστημα επιβράβευσης μετακινήσεων ωθεί τους συμμετέχοντες να επιλέξουν το AMoD βανάκι & MMM έναντι του I.X. Επίσης όπως και στην υπηρεσία AMoD, παρατηρείται ότι για όσους είναι σημαντικός παράγοντας οι ρύποι που εκπέμπονται στο περιβάλλον είναι πιο πιθανό να πραγματοποιήσουν μια μετακίνηση πρώτου/τελευταίου μιλίου με AMoD βανάκι, παρά να χρησιμοποιήσουν το I.X. τους για ολόκληρη την διαδρομή.

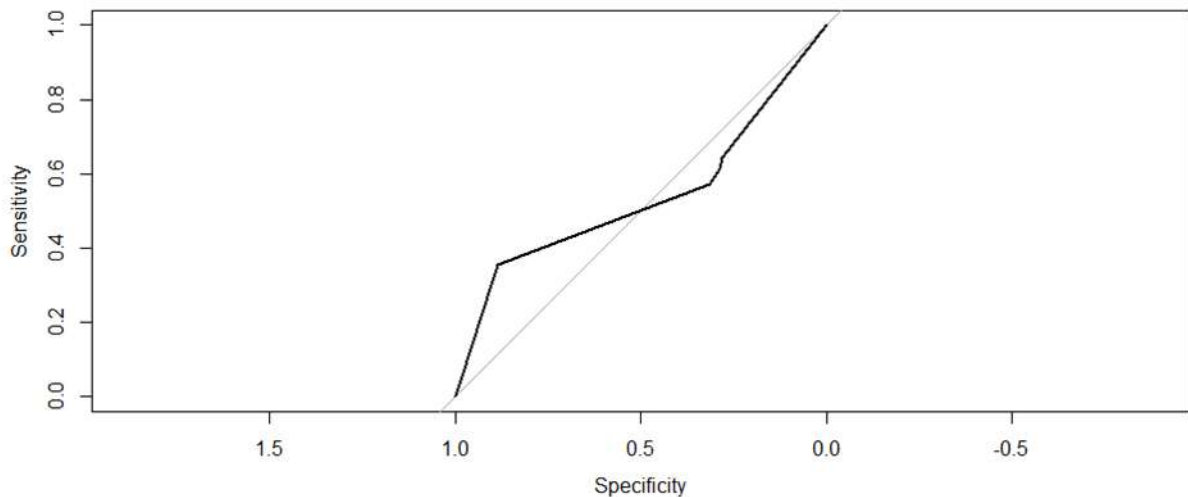
Παρατηρείται ότι ένας ελεύθερος επαγγελματίας είναι πιο πιθανό να επιλέξει να μετακινηθεί με το I.X. του έναντι του AMoD βανάκι σε σχέση με τον δημόσιο υπάλληλο. Για άτομα που έχουν ως προτεραιότητα την άνεση στην μετακίνηση η επιλογή AMoD βανάκι & MMM είναι πιο σπάνια σε σχέση με το I.X. Τέλος επιβεβαιώνεται ξανά ότι ακόμα και αρχάριοι οδηγοί σε συνθήκες βροχής είναι πιο πιθανό να επιλέξουν το I.X. τους από μια μετακίνηση πρώτου/τελευταίου μιλίου. Επομένως δεν έχει να κάνει μόνο με την οικειότητα που έχει κάποιος με το I.X. του αλλά και με την άνεση και προστασία που προσφέρει σε κακές καιρικές συνθήκες.

4.2.5 Αξιολόγηση Μοντέλου 2 (Βροχερός Καιρός)

Ομοίως όπως στο μοντέλο του καλού καιρού παρατίθενται ο Πίνακας 20 (πίνακας κατηγοριοποίησης) για τον βροχερό καιρό. Με βάση τον πίνακα κατηγοριοποίησης και τις μετρικές αξιολογήσεις του προτύπου 2 η ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου χαρακτηρίζεται ως μέτρια. Πιο συγκεκριμένα αυτό επιβεβαιώνεται από την ορθότητα του μοντέλου (54.3%) και την καμπύλη ROC με δείκτη AUC = 0.63. Αναλυτικότερα, μεγαλύτερη ακρίβεια παρουσιάζονται στις επιλογές του I.X. και της υπηρεσίας AMoD. Αξίζει να αναφερθεί ότι την χαμηλότερη ακρίβεια την εμφανίζουν οι προβλέψεις για την επιλογή ταξί. Επομένως, σε σύγκριση με το πρότυπο 1, παρατηρείται μεγαλύτερη αξιοπιστία του μοντέλου σε ό,τι αφορά την υπηρεσία AMoD αλλά μικρότερη για το AMoD βανάκι καθώς και μεγάλη δυσκολία να εντοπιστούν τα άτομα που επέλεξαν MMM για την μετακίνησή τους.

Πίνακας 20: Πίνακας κατηγοριοποίησης και μετρικές αξιολογήσεις για το πρότυπο 2 (Βροχερός καιρός)

		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΣΟΥ					
		I.X.	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMOD	AMOD βανάκι & MMM	ΑΚΡΙΒΕΙΑ
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΣΟΥ	I.X.	357	7	20	59	27	75.96%
	Ταξί	51	19	6	14	19	17.43%
	MMM	49	6	36	27	16	26.87%
	Υπηρεσία AMOD	92	2	9	187	37	57.19%
	AMOD βανάκι & MMM	64	6	7	39	64	35.56%
ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ		58.24%	47.50%	46.15%	57.36%	39.26%	
ΟΡΘΟΤΗΤΑ		54.3%					
AUC		0.63					



Διάγραμμα 32: Καμπύλη ROC για το Μοντέλο Βροχερού Καιρού

4.2.6 Αξία του χρόνου

Χρησιμοποιώντας τις τιμές των συντελεστών του κόστους, του χρόνου διαδρομής και του χρόνου περπατήματος, και με βάση τον τύπο που παρουσιάστηκε στην ενότητα 3.3.3, μπορούμε να υπολογίσουμε την αξία του χρόνου (value of time – VoT). Αρχικά, υπολογίζεται το VoT για την περίπτωση του καλού καιρού, τόσο για το χρόνο διαδρομής όσο και για το χρόνο περπατήματος. Έτσι, προκύπτουν τα εξής:

$$VoT_{travel} = -\frac{\beta_{TT}}{\beta_C} = -\frac{0,073}{0,195} = -0,37€/min$$

$$VoT_{walking} = -\frac{\beta_{WT}}{\beta_C} = -\frac{0,059}{0,195} = -0,30€/min$$

Παρατηρείται ότι οι μετακινούμενοι είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν 0,37 € προκειμένου να μειώσουν το χρόνο διαδρομής τους κατά ένα λεπτό, ενώ δεν προτίθενται να πληρώσουν τόσο πολύ για μείωση του χρόνου περπατήματος αντίστοιχα. Από αυτό συμπεραίνεται ότι, στην περίπτωση του καλού καιρού, οι μετακινούμενοι προτιμούν να περπατήσουν παραπάνω παρά να πληρώσουν για να αντικαταστήσουν αυτό το χρόνο με μια πιο ακριβή λύση μετακίνησης «πρώτου» ή «τελευταίου μιλίου».

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα για την περίπτωση του βροχερού καιρού είναι τα εξής:

$$VoT_{travel} = -\frac{\beta_{TT}}{\beta_C} = -\frac{0,066}{0,186} = -0,35€/min$$

$$VoT_{walking} = -\frac{\beta_{WT}}{\beta_C} = -\frac{0,094}{0,186} = -0,51€/min$$

Για την περίπτωση του βροχερού καιρού το ποσό που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν οι μετακινούμενοι για μείωση του χρόνου διαδρομής τους είναι αντίστοιχο με αυτό που υπολογίστηκε προηγουμένως. Αντίθετα, η αξία του χρόνου περπατήματος μεγαλώνει αισθητά, καθώς οι μετακινούμενοι προτίθενται να πληρώσουν έως και 0,51€ προκειμένου να μειώσουν το χρόνο διαδρομής τους κατά ένα λεπτό όταν βρέχει.

5. Συμπεράσματα – Προτάσεις

5.1 Γενικά Συμπεράσματα

Η έννοια των αυτόνομων οχημάτων φαίνεται να αντιμετωπίζεται με ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον από την παγκόσμια κοινότητα. Αλματώδης είναι η πρόοδος που έχει επιτευχθεί για τα αυτόνομα οχήματα σε τεχνικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, όλο και περισσότερες αυτοκινητοβιομηχανίες εισάγουν στα οχήματά τους στοιχεία αυτονομίας, με τελικό στόχο την πλήρη αυτονομία τους (επίπεδο 5). Επίσης, πολυσυζητημένη ιδέα αποτελεί ένα σύστημα κινητικότητας στο οποίο ένας στόλος αυτόνομων οχημάτων θα εξυπηρετεί τους χρήστες όποτε εκείνοι το επιθυμούν (π.χ. AMoD). Στον αντίποδα, περιορισμένη είναι η έρευνα για την αποδοχή αυτών των οχημάτων από το σύνολο των μετακινούμενων. Όπως σημειώνεται και στην βιβλιογραφία, τέτοιου είδους έρευνες κρίνονται απαραίτητες αφού οι χρήστες είναι αυτοί που θα διαμορφώσουν τις πολιτικές και θα καθορίσουν την ζήτηση αυτών των συστημάτων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε έρευνα προκειμένου να προσδιοριστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή των αυτόνομων οχημάτων και των υπηρεσιών κινητικότητας με βάση την ζήτηση. Η έρευνα έγινε για την περιοχή της Αθήνας. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν με την βοήθεια ενός ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου και η ανάλυση τους έγινε με πρότυπα πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης.

Από τη στατιστική επεξεργασία του ερωτηματολογίου προέκυψαν ποικίλα συμπεράσματα. Αρχικά το ιδιωτικό όχημα είναι το πιο δημοφιλές μέσο για όλα τα είδη μετακινήσεων (π.χ. εργασία/εκπαίδευση, αναψυχή/κοινωνικές δραστηριότητες, προσωπικοί λόγοι κλπ.). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται αφού στο μεγαλύτερο μέρος οι συμμετέχοντες δηλώνουν απογοητευμένοι από το σύστημα μεταφορών της Αθήνας. Σημαντικότεροι παράγοντες για την επιλογή μέσου φαίνεται να είναι ο χρόνος διαδρομής, το κόστος και η προσβασιμότητα (ευκολία στην χρήση) του μέσου, ενώ το οικολογικό αποτύπωμα που αφήνει το μέσο απασχολεί μια πολύ μικρή μερίδα ανθρώπων.

Η ασφάλεια των αυτόνομων οχημάτων είναι ίσως ο πιο καθοριστικός παράγοντας για την χρήση τους. Παραπάνω από τους μισούς συμμετέχοντες εμφανίζουν μια δυσπιστία απέναντι στην ασφάλεια της αυτόνομης τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα οι περισσότεροι δηλώνουν ότι ένα αυτόνομο όχημα θα το χρησιμοποιούσαν μόνο αν υπήρχε και οδηγός έτσι ώστε να επέμβει σε περίπτωση κινδύνου καθώς αρκετοί είναι και εκείνοι που θεωρούν τα αυτόνομα οχήματα ευάλωτα σε κυβερνοεπιθέσεις. Επιπρόσθετα λίγοι είναι οι γονείς που θα επέτρεπαν στο παιδί τους να κινηθεί μόνο του με μια υπηρεσία AMoD. Συνεπώς, επιτακτική είναι η ανάγκη για την ενημέρωση και την εξοικείωση του κοινού για τις προηγμένες αυτές τεχνολογίες. Επίσης, διαπιστώνεται ότι οι άνθρωποι ακόμα δεν έχουν κατανοήσει πλήρως ότι ο χρόνος τους μέσα σε ένα αυτόνομο όχημα μπορεί να αξιοποιηθεί δημιουργικά καθώς οι περισσότεροι απάντησαν ότι θα έκαναν χρήση αυτών των υπηρεσιών όταν είναι κουρασμένοι ή σε κατάσταση μέθης.

Οι πιο διαδεδομένες χρήσεις των AMoD συστημάτων αποδείχθηκαν ότι θα είναι η σύνδεση με τα MMM (επιλογή πρώτου και τελευταίου μιλίου) καθώς και η χρήση τους σαν υπηρεσία ταξί. Η εύκολη πρόσβαση για τους ευάλωτους χρήστες (π.χ. ΑΜΕΑ, ηλικιωμένοι), η ενίσχυση των

περιοχών με χαμηλή κάλυψη MMM καθώς και η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης αναδείχθηκαν ως τα πιο ισχυρά πλεονεκτήματα των υπηρεσιών AMoD.

Πολύ σημαντική πληροφορία αποτελεί το γεγονός ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες θα διαμοιράζονταν την διαδρομή τους με έναν φίλο, με ένα οικογενειακό μέλος ή με έναν συνάδελφο. Κατά συνέπεια ο δυναμικός διαμοιρασμός με έναν άγνωστο αποτελεί δύσκολο εγχείρημα. Ειδικότερα, για την τιμολόγηση του διαμοιρασμού δεν αντλήθηκαν ιδιαίτερα αξιόλογες πληροφορίες. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι παραπάνω από τους μισούς ερωτώμενους θα δέχονταν 5 λεπτά καθυστέρηση με μια έκπτωση 2 ευρώ ή 10 λεπτά καθυστέρηση με μια έκπτωση 4 ευρώ. Για παραπάνω καθυστέρηση θα έπρεπε η έκπτωση να ήταν αρκετά μεγαλύτερη έτσι ώστε ο χρήστης να την αποδεχτεί. Αναμφίβολα, ο διαμοιρασμός ενός οχήματος με έναν άγνωστο εξαρτάται τόσο από τον προσωπικό χαρακτήρα του χρήστη όσο και από την σχέση κόστους-χρόνου διαδρομής.

Από τις απαντήσεις στην ενότητα των σεναρίων διαπιστώνεται ότι οι χρήστες θα προτιμήσουν μια υπηρεσία AMoD όταν τους συμφέρει και ως προς το κόστος και ως προς τον χρόνο διαδρομής σε σχέση με το I.X. Στις περιπτώσεις όπου τα χαρακτηριστικά της επιλογής I.X. ήταν περίπου ίδια ή και λιγότερο ελκυστικά από αυτά μιας υπηρεσίας AMoD ή ενός AMoD βανάκι, οι άνθρωποι επέλεξαν το I.X. τους και ειδικά στον βροχερό καιρό. Επομένως τα συστήματα AMoD χρειάζεται να είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικά για να τα χρησιμοποιήσουν οι επιβάτες.

Όσον αφορά στα πρότυπα παλινδρόμησης, κατηγορική εξαρτημένη μεταβλητή καθορίστηκε η επιλογή μέσου που θα έκαναν οι χρήστες στα επιμέρους σενάρια. Επειδή ο κάθε συμμετέχων έπρεπε να απαντήσει το κάθε σενάριο δύο φορές (καλός καιρός – βροχερός καιρός), δημιουργήθηκαν δύο διαφορετικά μοντέλα. Από τα μοντέλα αυτά εντοπίστηκαν κυρίως οι παράγοντες που ενθαρρύνουν ή αποθαρρύνουν την χρήση υπηρεσίας AMoD ή AMoD βανάκι & MMM. Καθοριστικοί παράγοντες σε κάθε διαδικασία επιλογής μέσου είναι ο χρόνος διαδρομής (λεπτά), το κόστος (€) και ο χρόνος περπατήματος (λεπτά).

Από τις προηγούμενες αναλύσεις συμπεραίνεται ότι η χρήση της υπηρεσίας AMoD ή του AMoD βανάκι & MMM επηρεάζονται από παρόμοιες μεταβλητές και δεν υπάρχει πλήρης διαχωρισμός για τους υποψήφιους χρήστες. Επιπρόσθετα οι μεταβλητές και στα δύο μοντέλα ήταν κοινές, με ελάχιστες εξαιρέσεις, με αποτέλεσμα τα συμπεράσματα να συμπίπτουν.

Πολύ ισχυρό κίνητρο φαίνεται να αποτελεί η δημιουργία μια συνδρομητικής υπηρεσίας κινητικότητας ή ένα πρόγραμμα επιβράβευσης μετακινήσεων. Και στις δύο περιπτώσεις ο μελλοντικός χρήστης πρέπει να νιώθει ότι έχει κέρδος από μια τέτοια υπηρεσία. Δηλαδή, να μπορεί να εξοικονομεί χρήματα, να έχει πρόσβαση σε πολλά μέσα και γενικότερα να αποκομίζει κάποιο είδους κέρδος (π.χ. έκπτωση σε μια μελλοντική μετακίνηση). Αν λοιπόν ενταχθούν και τα συστήματα AMoD σε μια παρόμοια πλατφόρμα, τότε αναμφίβολα οι χρήστες θα μπορούσαν να πειραματιστούν και να εξοικειωθούν με αυτά. Επιπροσθέτως, μεγάλη προθυμία φαίνεται να υπάρχει στην χρήση της υπηρεσίας AMoD με την προϋπόθεση ότι τα αντίστοιχα οχήματα κινούνται σε μια αποκλειστική λωρίδα αποφεύγοντας την όποια συμφόρηση προκαλείται από τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς. Αυτό υποδηλώνει ότι μια προνομιούχα μεταχείριση των AMoD οχημάτων μπορεί να προσελκύσει μεγάλο μέρος των μετακινούμενων. Επίσης, παρατηρείται ότι οι δημόσιοι υπάλληλοι είναι πιο πιθανοί χρήστες των AMoD συστημάτων σε σχέση με τους συνταξιούχους και τους ελεύθερους επαγγελματίες. Όπως υποδηλώνουν τα αποτελέσματα, μια από τις πιο πιθανές εφαρμογές αυτών των

συστημάτων θα είναι σε περιοχές όπου η κάλυψη των MMM είναι χαμηλή και η ζήτηση δεν εξυπηρετείται καθώς και σε περιοχές με χαμηλό δείκτη ιδιοκτησίας Ι.Χ.

Παρατηρήθηκε ότι άτομα που προτιμούν να χρησιμοποιούν υπηρεσίες μίσθωσης οχημάτων (π.χ. Uber) είναι ήδη πιο θετικά επηρεασμένοι στο να υιοθετήσουν ως μέσο μετακίνησης τις υπηρεσίες AMoD σε σχέση με το Ι.Χ. τους. Αξίζει να προστεθεί ότι ο δυναμικός διαμοιρασμός εξαρτάται σημαντικά από την οικειότητα μεταξύ των χρηστών. Οι άνθρωποι αισθάνονται άβολα όταν μοιράζονται την μεταφορά τους με αγνώστους. Ωστόσο η μετακίνηση με ταξί δεν θεωρείται τόσο επικίνδυνη παρά τον άγνωστο οδηγό. Επομένως, αδιαμφισβήτητα ο δυναμικός διαμοιρασμός είναι και θέμα εξοικείωσης του χρήστη. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα θα μπορούσε να φτιαχτούν αλγόριθμοι που να μπορούν να ταιριάζουν επιβάτες ανάλογα με την δραστηριότητα τους στο διαδίκτυο.

Σε περίπτωση βροχής φαίνεται οι χρήστες να δυσκολεύονται αρκετά να αποχωριστούν το ιδιωτικό τους όχημα, ακόμα και οι πιο νέοι οδηγοί, αφού χάνουν το αίσθημα της άνεσης και της ανεξαρτησίας.

Τέλος, σημαντικά συμπεράσματα εξάγονται για το για την πρόθεση των χρηστών να πληρώσουν για τη βελτίωση της μετακίνησής τους και την αξία χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι στην περίπτωση του καλού καιρού, οι μετακινούμενοι προτιμούν να περπατήσουν παραπάνω παρά να πληρώσουν για να αντικαταστήσουν αυτό το χρόνο με μια πιο ακριβή λύση μετακίνησης πρώτου ή τελευταίου μιλίου. Αντίθετα, για τα σενάρια του βροχερού καιρού η αξία του χρόνου περπατήματος μεγαλώνει αισθητά, καθώς οι μετακινούμενοι προτίθενται να πληρώσουν έως και 0,51€, σε σχέση με τα 0,31€ στον καλό καιρό, προκειμένου να μειώσουν το χρόνο περπατήματος τους κατά ένα λεπτό.

5.2 Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα

Σταδιακά όλο και περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται στην ψυχολογία και την συμπεριφορά του χρήστη ως προς τα αυτόνομα συστήματα κινητικότητας. Ωστόσο, οι έρευνες αυτές πρέπει να εντατικοποιηθούν και να εστιάσουν σε πολλές πλευρές του θέματος. Αναλυτικότερα, είναι αναγκαίο να γίνει παρόμοια έρευνα που το δείγμα να αποτελείται κυρίως από ευπαθείς ομάδες (π.χ. ηλικιωμένοι, ΑΜΕΑ κλπ.) έτσι ώστε να εξεταστεί αν τελικά το πλεονέκτημα αυτών των συστημάτων αποδίδει στην πράξη ή όχι, ότι δηλαδή θα μπορούν να προσφέρουν άνετη μετακίνηση σε ανθρώπους που το έχουν ανάγκη ή νιώθουν παραγκωνισμένοι από το αγαθό της μετακίνησης.

Επιπρόσθετα, για την περίπτωση της Αθήνας, θα ήταν πολύ χρήσιμο να γίνει ένα πείραμα στο οποίο οι συμμετέχοντες να μπορούν να αποκτήσουν μια εμπειρία με ένα αυτόνομο όχημα ή λεωφορείο, έτσι ώστε να διαπιστωθεί με μια έρευνα αποκαλυπτόμενης προτίμησης αν η στάση τους άλλαξε ή όχι μετά την επαφή τους με ένα αυτόνομο όχημα. Ένα τέτοιο πείραμα θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί στον χώρο του Πολυτεχνείου σε μια κλειστή διαδρομή όπου θα συμμετείχαν φοιτητές αλλά και εργαζόμενοι.

Αξίζει να προστεθεί, ότι περισσότερες έρευνες πρέπει να γίνουν και για τον δυναμικό διαμοιρασμό των αυτόνομων οχημάτων και τον ρόλο που παίζει σε αυτό η διαπραγμάτευση της τιμολόγησης. Δηλαδή πρέπει να εντοπιστούν οι παράγοντες που ενθαρρύνουν τον δυναμικό διαμοιρασμό με αγνώστους και πως ο χρήστης θα μπορούσε να βγει κερδισμένος από έναν τέτοιο συμβιβασμό.

Τέλος, ενδιαφέρον θα είχε να διερευνηθεί και η επιρροή που θα μπορούσε να έχει μια ηλεκτρονική εφαρμογή “έξυπνου τηλεφώνου” στην προτίμηση του χρήστη αυτών των υπηρεσιών. Δηλαδή, η εφαρμογή να είναι εύκολη στην χρήση και άμεση έτσι ώστε ο ενδιαφερόμενος να μπορεί εύκολα να πλοηγηθεί και να αποτελεί βασικό κίνητρο για να χρησιμοποιήσει κανείς τις υπηρεσίες AMoD. Η εφαρμογή αυτή θα μπορούσε να αλληλεπιδρά με τον χρήστη προσφέροντας του βραβεία και προσφορές ανάλογα με την διάρκεια και τον αριθμό των μετακινήσεών του.

6. Βιβλιογραφία

Bansal, P., Kockelman, K. M., & Singh, A. (2016). Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: An Austin perspective. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67, 1-14.

Ben-Akiva, M., & Lerman, S. R. (2018). *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. Transportation Studies.

Cai, Y., Wang, H., Ong, G. P., Meng, Q., & Lee, D. H. (2019). Investigating user perception on autonomous vehicle (AV) based mobility-on-demand (MOD) services in Singapore using the logit kernel approach. *Transportation*, 46(6), 2063-2080.

Dia, H., & Javanshour, F. (2017). Autonomous shared mobility-on-demand: Melbourne pilot simulation study. *Transportation Research Procedia*, 22, 285-296.

Distler, V., Lallemand, C., & Bellet, T. (2018, April). Acceptability and acceptance of autonomous mobility on demand: The impact of an immersive experience. In *Proceedings of the 2018 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-10).

Haboucha, C. J., Ishaq, R., & Shiftan, Y. (2017). User preferences regarding autonomous vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 78, 37-49.

Herrenkind, B., Brendel, A. B., Nastjuk, I., Greve, M., & Kolbe, L. M. (2019). Investigating end-user acceptance of autonomous electric buses to accelerate diffusion. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 74, 255-276.

Krueger, R., Rashidi, T. H., & Rose, J. M. (2016). Preferences for shared autonomous vehicles. *Transportation research part C: emerging technologies*, 69, 343-355.

Lavieri, P. S., & Bhat, C. R. (2019). Modeling individuals' willingness to share trips with strangers in an autonomous vehicle future. *Transportation research part A: policy and practice*, 124, 242-261.

López-Lambas, M. E., & Alonso, A. (2019). The driverless bus: an analysis of public perceptions and acceptability. *Sustainability*, 11(18), 4986.

NTUA, 2020: Inception Report: Acceptance of Automated Mobility-on-Demand Services in Large Metropolitan Areas: The Case of the City of Athens

Pavone, M. (2015). Autonomous mobility-on-demand systems for future urban mobility. In *Autonomes Fahren* (pp. 399-416). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Salonen, A. O., & Haavisto, N. (2019). Towards Autonomous Transportation. Passengers' Experiences, Perceptions and Feelings in a Driverless Shuttle Bus in Finland. *Sustainability*, 11(3), 588.

Shladover, S. E., Nowakowski, C., Lu, X. Y., & Ferlis, R. (2015). Cooperative adaptive cruise control: Definitions and operating concepts. *Transportation Research Record*, 2489(1), 145-152.

Shaheen, S., & Cohen, A. (2020). Mobility on demand (MOD) and mobility as a service (MaaS): early understanding of shared mobility impacts and public transit partnerships. In *Demand for Emerging Transportation Systems* (pp. 37-59). Elsevier.

Spieser, K., Treleaven, K., Zhang, R., Frazzoli, E., Morton, D., & Pavone, M. (2014). Toward a systematic approach to the design and evaluation of automated mobility-on-demand systems: A case study in Singapore. In *Road vehicle automation* (pp. 229-245). Springer, Cham.

Wadud, Z., MacKenzie, D., & Leiby, P. (2016). Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 86, 1-18.

Yap, M. D., Correia, G., & Van Arem, B. (2016). Preferences of travellers for using automated vehicles as last mile public transport of multimodal train trips. *Transportation research part a: policy and practice*, 94, 1-16.

Σημειώσεις μαθήματος Ποσοτικές Μέθοδοι στις Μεταφορές ΕΜΠ, Λογιστική Παλινδρόμηση, διαθέσιμες στο:
http://mycourses.ntua.gr/course_description/index.php?cidReq=CIVIL1013

Our World in Data (2018, September). Urbanization
<https://ourworldindata.org/urbanization>

Waymo
<https://waymo.com/>

ITS Joint Program Office. Federal Transit Administration. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation
<https://www.transportation.gov/>

Ιστοσελίδα της εταιρείας navya:
https://navya.tech/wp-content/uploads/documents/Brochure_Shuttle_EN.pdf

Statista (2019, Jan 15). People Are Warming Up To Self-Driving Cars
<https://www.statista.com/chart/16654/self-driving-cars>

<https://blogs.sas.com/content/iml/2020/02/26/binormal-model-roc-curve.html>

<https://medium.com/move-forward-blog/mobility-on-demand-mod-and-mobility-as-a-service-maas-how-are-they-similar-and-different-a853c853b0b8>

Ιστοσελίδα της εταιρείας BEAT

<https://thebeat.co/gr/>

Παράρτημα Ι

Έρευνα Αποδοχής Αυτόνομου Συστήματος Κινητικότητας με Βάση τη Ζήτηση σε Μεγάλα Αστικά Κέντρα



Το ερωτηματολόγιο που έχετε στα χέρια σας συντάχθηκε για τις ανάγκες ενός προγράμματος Έρευνας και Ανάπτυξης που υλοποιείται στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ σε συνεργασία με την αυτοκινητοβιομηχανία. Στόχος της έρευνας είναι να διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την προθυμία των χρηστών να χρησιμοποιήσουν το εν λόγω σύστημα. Για τους σκοπούς της έρευνας δεν απαιτούνται προσωπικές πληροφορίες και όλες οι απαντήσεις θα παραμείνουν εμπιστευτικές και θα αξιοποιηθούν μόνο στα πλαίσια του προγράμματος. Η διάρκεια συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου εκτιμάται στα 15 - 20 λεπτά.

Μέρος Α. Προφίλ Κινητικότητας

Παρακαλώ να απαντήσετε τις παρακάτω ερωτήσεις έχοντας στο μυαλό σας τι κάνετε συνήθως όταν ταξιδεύετε καθημερινά.

A1. Ποιος είναι ο κύριος σκοπός των καθημερινών σας μετακινήσεων;

☐ Εργασία/Εκπαίδευση ☐ Αναψυχή/Κοινωνικές υποχρεώσεις ☐ Προσωπικοί - Οικογενειακοί λόγοι
☐ Ψώνια ☐ Άλλο

A2. Πόσες διαδρομές πραγματοποιείτε για κάθε έναν από τους σκοπούς μετακίνησης; (π.χ., σπίτι -> εργασία)

	ΠΡΩΓΙ			
	Καμία	1	2	>2
Εργασία/εκπαίδευση	☐	☐	☐	☐
Αναψυχή/κοινωνικές υποχρεώσεις	☐	☐	☐	☐
Προσωπικοί - οικογενειακοί λόγοι	☐	☐	☐	☐
Ψώνια	☐	☐	☐	☐
Άλλο	☐	☐	☐	☐
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ			
	Καμία	1	2	>2
Εργασία/εκπαίδευση	☐	☐	☐	☐
Αναψυχή/κοινωνικές υποχρεώσεις	☐	☐	☐	☐
Προσωπικοί - οικογενειακοί λόγοι	☐	☐	☐	☐
Ψώνια	☐	☐	☐	☐
Άλλο	☐	☐	☐	☐
	ΒΡΑΔΥ			
	Καμία	1	2	>2
Εργασία/εκπαίδευση	☐	☐	☐	☐
Αναψυχή/κοινωνικές υποχρεώσεις	☐	☐	☐	☐
Προσωπικοί - οικογενειακοί λόγοι	☐	☐	☐	☐
Ψώνια	☐	☐	☐	☐
Άλλο	☐	☐	☐	☐

A3. Ποιο από τα παρακάτω μέσα επιλέγετε συνήθως για κάθε σκοπό μετακίνησης; (Επιλέξτε και πάνω από ένα μέσα)

	Ιδιωτικό όχημα (αυτοκίνητο, μηχανή)	Μέσα Μαζικής Μεταφοράς	Συστήματα διαμοιρασμού (car-sharing, car- pooling)	Ταξί	Οικολογικά μέσα (περπάτημα, ποδήλατο)
Εργασία/εκπαίδευση	☐	☐	☐	☐	☐
Αναψυχή/κοινωνικές υποχρεώσεις	☐	☐	☐	☐	☐
Προσωπικοί - οικογενειακοί λόγοι	☐	☐	☐	☐	☐
Ψώνια	☐	☐	☐	☐	☐
Άλλο	☐	☐	☐	☐	☐

A4. Όταν μετακινήστε για εργασία/εκπαίδευση πόσο ευέλικτοι είστε ως προς το χρόνο άφιξης;

☐ Καθόλου ευέλικτος ☐ Ευέλικτος ☐ Πολύ ευέλικτος

A5. Οι καθημερινές σας μετακινήσεις περιλαμβάνουν περπάτημα;

☐ Όχι ☐ Ναι, λιγότερο από 10 λεπτά ☐ Ναι, περισσότερο από 10 λεπτά

A6. Ποιο είναι το μέσο κόστος των καθημερινών σας μετακινήσεων (χωρίς το κόστος στάθμευσης);

☐ Μηδέν ☐ Λιγότερο από 5€ ☐ 5 με 10€ ☐ Περισσότερο από 10€

A7. Ποιο είναι το μέσο καθημερινό σας κόστος στάθμευσης;

☐ Μηδέν ☐ Λιγότερο από 5€ ☐ 5 με 10€ ☐ Περισσότερο από 10€

A8. Ποια είναι η μέση συνολική διάρκεια των καθημερινών σας μετακινήσεων;

☐ Λιγότερο από 30 λεπτά ☐ 30 λεπτά - 1 ώρα ☐ 1 - 1,5 ώρα ☐ Πάνω από 1,5 ώρα

A9. Πότε συνήθως συναντάτε κίνηση κατά τη διάρκεια των καθημερινών σας μετακινήσεων;

☐ Σε μικρό μέρος των ταξιδιών μου ☐ Κυρίως το πρωί ☐ Κυρίως το απόγευμα ☐ Σε όλες μου τις μετακινήσεις

A10. Πόσο συχνά προσεγγίζετε (ή διασχίζετε) το κέντρο της Αθήνας;

☐ Ποτέ ☐ Σπάνια ☐ Συχνά (τουλάχιστον 1 φορά την εβδομάδα) ☐ Καθημερινά

A11. Παρακαλώ δηλώστε πόσο σημαντικός είναι κάθε παράγοντας για την επιλογή μέσου μετακίνησης.

	1 (Καθόλου σημαντικός)	2	3	4	5 (Πολύ σημαντικός)
Κόστος	☐	☐	☐	☐	☐
Χρόνος διαδρομής	☐	☐	☐	☐	☐
Χρόνος περπατήματος	☐	☐	☐	☐	☐
Καιρός	☐	☐	☐	☐	☐
Άνεση	☐	☐	☐	☐	☐
Ευκολία στη χρήση (προσβασιμότητα)	☐	☐	☐	☐	☐
Απρόσμενες καθυστερήσεις	☐	☐	☐	☐	☐
Εκπομπές CO2	☐	☐	☐	☐	☐

A12. Δηλώστε αν συμφωνείτε ή διαφωνείτε με τις παρακάτω προτάσεις.

	Συμφωνώ	Διαφωνώ
Όταν είμαι στην κίνηση αισθάνομαι αγχωμένος και/ή εκνευρισμένος.	☐	☐
Όταν είμαι μέσα σε ταξί είμαι επιφυλακτικός.	☐	☐
Προτιμώ να χρησιμοποιώ υπηρεσίες μίσθωσης οχημάτων (π.χ. Uber) παρά ταξί.	☐	☐
Θεωρώ πως τα ηλεκτρικά πατίνια (e-scooters) είναι πολύ βολικά και ασφαλή για διαδρομές	☐	☐
Είμαι ικανοποιημένος με το επίπεδο εξυπηρέτησης του δικτύου μεταφορών της Αθήνας.	☐	☐
Κατά τη διάρκεια των καθημερινών μου μετακινήσεων αισθάνομαι χαρούμενος.	☐	☐

A13. Θα χρησιμοποιούσατε ένα πρόγραμμα επιβράβευσης των μετακινήσεων ανάλογα με τη χρήση των μέσων (π.χ. επιβράβευση χρήσης των οικολογικών μέσων);

☐ Ποτέ

☐ Θα το χρησιμοποιούσα αν εξοικονομούσα χρήματα.

☐ Θα το χρησιμοποιούσα αν είχα οποιουδήποτε είδους κέρδος (εκπτώσεις, δωρεάν προϊόντα και υπηρεσίες, χρηματικές ανταμοιβές).

A14. Θα χρησιμοποιούσατε μία συνδρομητική υπηρεσία κινητικότητας;

☐ Ποτέ

☐ Εξαρτάται από το κόστος

☐ Θα το χρησιμοποιούσα αν είχα πρόσβαση σε πολλά μέσα, δηλαδή αν υπήρχε μία κοινή συνδρομή για χρήση λεωφορείων, ποδηλάτων, μετρό, κλπ.

Μέρος Β. Αυτόνομα Οχήματα

Ως αυτόνομο όχημα ορίζεται ένα όχημα που είναι ικανό να ανιχνεύει το περιβάλλον του και να πλοηγείται με ασφάλεια χωρίς να απαιτεί ανθρώπινη καθοδήγηση. Ένα τέτοιο όχημα μπορεί να τροφοδοτείται από εναλλακτικά καύσιμα, να είναι ηλεκτρικό ή γενικά να ακολουθεί πρόγραμμα αποδοτικής κατανάλωσης καυσίμου.



B1. Δηλώστε εάν συμφωνείτε ή διαφωνείτε με τις παρακάτω προτάσεις.

	Συμφωνώ	Διαφωνώ
Είμαι αρκετά εξοικειωμένος με την τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων.	☐	☐
Πιστεύω πως ένα αυτόνομο όχημα είναι πιο ασφαλές από ένα συμβατικό όχημα.	☐	☐
Πιστεύω πως ένα αυτόνομο όχημα είναι ευάλωτο σε κυβερνοεπιθέσεις.	☐	☐
Θα προτιμούσα κάθε αυτόνομο όχημα να είχε οδηγό που να μπορεί να επεμβαίνει σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.	☐	☐
Θα επέτρεπα στο παιδί μου να ταξιδεύσει με ένα αυτόνομο όχημα χωρίς την παρουσία μου.	☐	☐
Εύχομαι να μην υπάρχουν αυτόνομα οχήματα στο μέλλον.	☐	☐

B2. Θα χρησιμοποιούσατε ένα αυτόνομο όχημα για τις καθημερινές σας μετακινήσεις;

☐ Θα χρησιμοποιούσα σίγουρα ένα αυτόνομο όχημα!

☐ Θα χρησιμοποιούσα ένα αυτόνομο όχημα υπό προϋποθέσεις.

☐ Θα χρησιμοποιούσα ένα αυτόνομο όχημα αν το κόστος μετακίνησης ήταν ανάλογο του συμβατικού οχήματος.

☐ Δε θα χρησιμοποιούσα ένα αυτόνομο όχημα.

B2.1 Αν απαντήσατε Ναι, τι θα προτιμούσατε να κάνετε κατά τη διάρκεια μετακίνησης με ένα αυτόνομο όχημα; (Επιτρέπονται πάνω από μία απαντήσεις)

- ☐ Θα εργαζόμουν
- ☐ Θα διάβαζα βιβλίο
- ☐ Θα ξεκουραζόμουν
- ☐ Θα ασχολούμουν με το κινητό μου
- ☐ Τίποτα

B2.2 Αν απαντήσατε Όχι, σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα αλλάζατε γνώμη σε σχέση με τη χρήση των αυτόνομων οχημάτων;

- ☐ Εάν μπορούσα να εξοικονομήσω χρήματα.
- ☐ Εάν μπορούσα να κάνω δραστηριότητες κατά τη διάρκεια της μετακίνησής μου.
- ☐ Εάν οι χρόνοι διαδρομής ήταν μικρότεροι σε σχέση με το συμβατικό όχημα.
- ☐ Εάν τα αυτόνομα οχήματα ήταν πολύ πιο ασφαλή από τα συμβατικά.

B3 Σε ποιες από τις ακόλουθες περιπτώσεις είναι πιο πιθανό να επιλέξετε να μετακινηθείτε με ένα αυτόνομο όχημα; (Επιτρέπονται πάνω από μία απαντήσεις)

- ☐ Όταν είμαι κουρασμένος.
- ☐ Όταν βιάζομαι.
- ☐ Όταν είμαι μεθυσμένος.
- ☐ Σε καμία περίπτωση.

B4. Θα μοιραζόσασταν ένα κοινόχρηστο αυτόνομο όχημα για τις καθημερινές σας μετακινήσεις;

- ☐ Θα μοιραζόμουν ένα κοινόχρηστο αυτόνομο όχημα.
- ☐ Θα μοιραζόμουν ένα κοινόχρηστο αυτόνομο όχημα όταν ταξίδευα με σκοπό την εργασία.
- ☐ Θα μοιραζόμουν ένα κοινόχρηστο αυτόνομο όχημα μόνο σε μικρού μήκους διαδρομές.
- ☐ Δε θα μοιραζόμουν ένα αυτόνομο όχημα.

Μέρος Γ. Υπηρεσίες AMOD

Ο όρος AMOD (Autonomous Mobility on Demand, Κινητικότητα που βασίζεται στη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων) αναφέρεται σε μία υπηρεσία μεταφορών που προσφέρει οικονομικά προσιτές, ασφαλείς και αξιόπιστες επιλογές μετακίνησης όπου, όποτε και όπως τις θέλει ο κάθε χρήστης. Οι υπηρεσίες AMOD βασίζονται στην ιδέα ότι ο χρήστης μπορεί να διαπραγματευτεί με το σύστημα σε όρους κόστους, χρόνου μετακίνησης, χρόνου αναμονής και άλλων παραμέτρων. Σε ένα τέτοιο σύστημα ο στόλος οχημάτων απαρτίζεται κυρίως από αυτόνομα οχήματα (χωρίς οδηγό). Η λειτουργία του συστήματος αναμένεται να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, την απόδοση και την ποιότητα όλου του δικτύου μεταφορών.



Γ1. Επιλέξτε αυτό που σας ταιριάζει περισσότερο.

- ☐ Θα χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD για τη σύνδεση με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (επιλογή πρώτου / τελευταίου μιλίου).
- ☐ Θα χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιώ τα ταξί.
- ☐ Θα χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD για να αντικαταστήσω όλες τις διαδρομές που πραγματοποιώ με το ιδιωτικό μου όχημα.
- ☐ Δε θα χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD.

Γ2. Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω πλεονεκτήματα των υπηρεσιών AMOD;

	Καθόλου σημαντικό	Σημαντικό	Πολύ σημαντικό
Λειτουργία όλο το 24ωρο	☐	☐	☐
Εύκολη πρόσβαση και άνεση κυρίως για τους ευάλωτες χρήστες (ΑΜΕΑ, ηλικιωμένοι, κλπ)	☐	☐	☐
Ενίσχυση περιοχών όπου τα ΜΜΜ έχουν χαμηλή κάλυψη	☐	☐	☐
Μείωση του αριθμού των οχημάτων στο δίκτυο μέσω της κοινής χρήσης οχημάτων	☐	☐	☐
Μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης	☐	☐	☐
Ενίσχυση περιοχών με χαμηλούς δείκτες ιδιοκτησίας οχημάτων	☐	☐	☐

Γ3. Παρακαλώ επιλέξτε αυτό που σας ταιριάζει περισσότερο. Εάν χρησιμοποιούσα τις υπηρεσίες AMOD, θα μοιραζόμουν τη μετακίνησή μου με:

- ☐ ένα μέλος της οικογένειας ή ένα φίλο
☐ ένα συνάδελφο
☐ ένα ξένο
☐ κανέναν, θα προτιμούσα να ταξιδεύω μόνος μου

**Γ4. Παρακαλώ δηλώστε πόσο χαρούμενοι θα αισθανόσασταν σε κάθε μία από τις παρακάτω συνθήκες
(1: Καθόλου Χαρούμενος – 5: Πολύ Χαρούμενος):**

Όλο το σύστημα μεταφορών εξυπηρετείται από υπηρεσίες κινητικότητας με βάση τη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων (AMOD) τόσο για τη μεταφορά ανθρώπων όσο και προϊόντων.

Οι υπηρεσίες κινητικότητας με βάση τη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων (AMOD) χρησιμοποιούν αποκλειστικές λωρίδες κίνησης σε προκαθορισμένες διαδρομές του δικτύου.



Επίπεδο χαράς/ικανοποίησης: ☐



Επίπεδο χαράς/ικανοποίησης: ☐

Οι υπηρεσίες κινητικότητας με βάση τη ζήτηση με χρήση αυτόνομων οχημάτων (AMOD) χρησιμοποιούν το ίδιο δίκτυο με τα συμβατικά οχήματα και τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς.



Επίπεδο χαράς/ικανοποίησης: ☐

Μέρος Δ. Σενάρια

Φανταστείτε την περίπτωση όπου θέλετε να μετακινηθείτε από το Χαλάνδρι στο κέντρο της Αθήνας μία τυπική ημέρα της εβδομάδας κατά την πρωινή αιχμή (7:00 - 10:00). Για αυτή τη διαδρομή έχετε στη διάθεσή σας Ιδιωτικό Όχημα, Μέσα Μαζικής Μεταφοράς και Ταξί. Τώρα υποθέστε ότι μία νέα υπηρεσία AMOD είναι επίσης διαθέσιμη με 2 διαφορετικές μορφές:

- ένα αυτόνομο όχημα που σας μεταφέρει από οποιοδήποτε σημείο στον προορισμό σας.
- ένα αυτόνομο βανάκι που λειτουργεί σε συνδυασμό με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς προσφέροντας επιλογές πρώτου και τελευταίου "μιλίου".



Υπηρεσία AMOD με αυτόνομο όχημα 4 θέσεων



Υπηρεσία AMOD με αυτόνομο βανάκι 6 – 10 θέσεων

Ποιο μέσο θα επιλέγατε σε κάθε μία από τις περιπτώσεις που παρουσιάζονται; Για κάθε ένα από τα 6 σενάρια παρακαλώ να δηλώσετε πόσο χαρούμενοι θα είσαστε με την επιλογή σας. Θα αλλάζατε την επιλογή σας σε περίπτωση που ο καιρός ήταν βροχερός;

Σενάριο 1					
	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	25	45	45	25	40
Κόστος (€)	8	15	0.6	7	5
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	10	0	3	0	5
Καλός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐
Βροχερός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐

Πόσο χαρούμενος αισθάνεστε με την επιλογή σας;

☐ 1(καθόλου) ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5(πολύ)

Σενάριο 2					
	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	45	45	30	30	50
Κόστος (€)	5	10	1.4	7	3
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	3	0	6	0	10
Καλός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐
Βροχερός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐

Πόσο χαρούμενος αισθάνεστε με την επιλογή σας;

☐ 1(καθόλου) ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5(πολύ)

Σενάριο 3					
	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	30	30	55	45	30
Κόστος (€)	8	10	0.6	7	3
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	3	0	6	0	5
Καλός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐
Βροχερός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐

Πόσο χαρούμενος αισθάνεστε με την επιλογή σας;
☐ 1(καθόλου) ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5(πολύ)

Σενάριο 4					
	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	30	25	30	25	30
Κόστος (€)	5	10	0.6	12	5
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	10	0	15	0	10
Καλός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐
Βροχερός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐

Πόσο χαρούμενος αισθάνεστε με την επιλογή σας;
☐ 1(καθόλου) ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5(πολύ)

Σενάριο 5					
	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	45	25	45	45	40
Κόστος (€)	8	15	1.4	12	3
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	5	0	15	0	10
Καλός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐
Βροχερός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐

Πόσο χαρούμενος αισθάνεστε με την επιλογή σας;
☐ 1(καθόλου) ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5(πολύ)

Σενάριο 6					
	Ιδιωτικό όχημα	Ταξί	MMM	Υπηρεσία AMoD	AMoD βανάκι & MMM
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	25	30	55	30	50
Κόστος (€)	5	15	1.4	12	5
Χρόνος περπατήματος (λεπτά)	5	0	3	0	5
Καλός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐
Βροχερός καιρός	☐	☐	☐	☐	☐

Πόσο χαρούμενος αισθάνεστε με την επιλογή σας;

☐ 1(καθόλου) ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5(πολύ)

Μέρος Ε. Σενάρια Διαπραγμάτευσης

Φανταστείτε την περίπτωση όπου βρίσκεστε ήδη μέσα σε ένα πενταθέσιο όχημα της υπηρεσίας AMOD κατευθυνόμενοι προς τον προορισμό σας. Η αρχική εκτίμηση του χρόνου διαδρομής είναι 30 λεπτά και το κόστος 12€. Ένας άλλος χρήστης του συστήματος επιθυμεί να μοιραστεί τη διαδρομή μαζί σας. Το σύστημα σας ρωτά αν επιθυμείτε να μοιραστείτε τη διαδρομή σας δεχόμενος μία καθυστέρηση, αλλά λαμβάνοντας κάποια έκπτωση στο κόστος της διαδρομής. Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα αποδεχόσασταν αυτή την αλλαγή;

	Θα μοιραζόμουν τη διαδρομή μου	Δε θα μοιραζόμουν τη διαδρομή μου
5' καθυστέρηση -- 2€ έκπτωση	☐	☐
10' καθυστέρηση -- 2€ έκπτωση	☐	☐
10' καθυστέρηση -- 4€ έκπτωση	☐	☐
15' καθυστέρηση -- 4€ έκπτωση	☐	☐
15' καθυστέρηση -- 6€ έκπτωση	☐	☐

Μέρος ΣΤ. Δημογραφικά Χαρακτηριστικά

ΣΤ1. Φύλο:

☐ Άνδρας ☐ Γυναίκα

ΣΤ2. Ηλικία:

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

ΣΤ3. Ετήσιο Προσωπικό Εισόδημα:

☐ Χαμηλό (<10.000€) ☐ Μεσαίο (10.000 – 20.000€) ☐ Υψηλό (>20.000€)

ΣΤ4. Πόσα άτομα απαρτίζουν το νοικοκυριό σας (συμπεριλαμβανομένου και εσάς);

Πόσα από αυτά είναι παιδιά; _____

ΣΤ5. Επίπεδο εκπαίδευσης:

- ☐ Απολυτήριο λυκείου ☐ Επαγγελματικό δίπλωμα ☐ Πτυχίο/Δίπλωμα ☐ Μεταπτυχιακό
δίπλωμα
☐ Διδακτορικό ☐ Τίποτα από τα παραπάνω

ΣΤ6. Απασχόληση:

- ☐ Δημόσιος Υπάλληλος ☐ Ιδιωτικός Υπάλληλος ☐ Ελεύθερος Επαγγελματίας ☐ Ανεργός
☐ Συνταξιούχος ☐ Φοιτητής

ΣΤ7. Πόσα από τα παρακάτω οχήματα διαθέτετε ή έχετε πρόσβαση σε αυτά;

Αυτοκίνητα: _____ Μηχανές: _____ Ποδήλατα: _____

ΣΤ8. Πόσα χρόνια διαθέτετε δίπλωμα οδήγησης;

- ☐ Δε διαθέτω ☐ Λιγότερο από 5 χρόνια ☐ Λιγότερο από 10 χρόνια ☐ Περισσότερο από 10 χρόνια
☐ Διαθέτω δίπλωμα οδήγησης, αλλά δεν οδηγώ.

ΣΤ9. Περιοχή Κατοικίας:

- ☐ στο κέντρο της Αθήνας ☐ στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας ☐ στα βόρεια προάστια ☐ στα
νότια προάστια ☐ στα ανατολικά προάστια ☐ στα δυτικά προάστια ☐ Άλλο

ΣΤ10. Περιοχή εργασίας:

- ☐ στο κέντρο της Αθήνας ☐ στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας ☐ στα βόρεια προάστια ☐ στα
νότια προάστια ☐ στα ανατολικά προάστια ☐ στα δυτικά προάστια ☐ Δεν εργάζομαι/σπουδάζω ☐
Άλλο