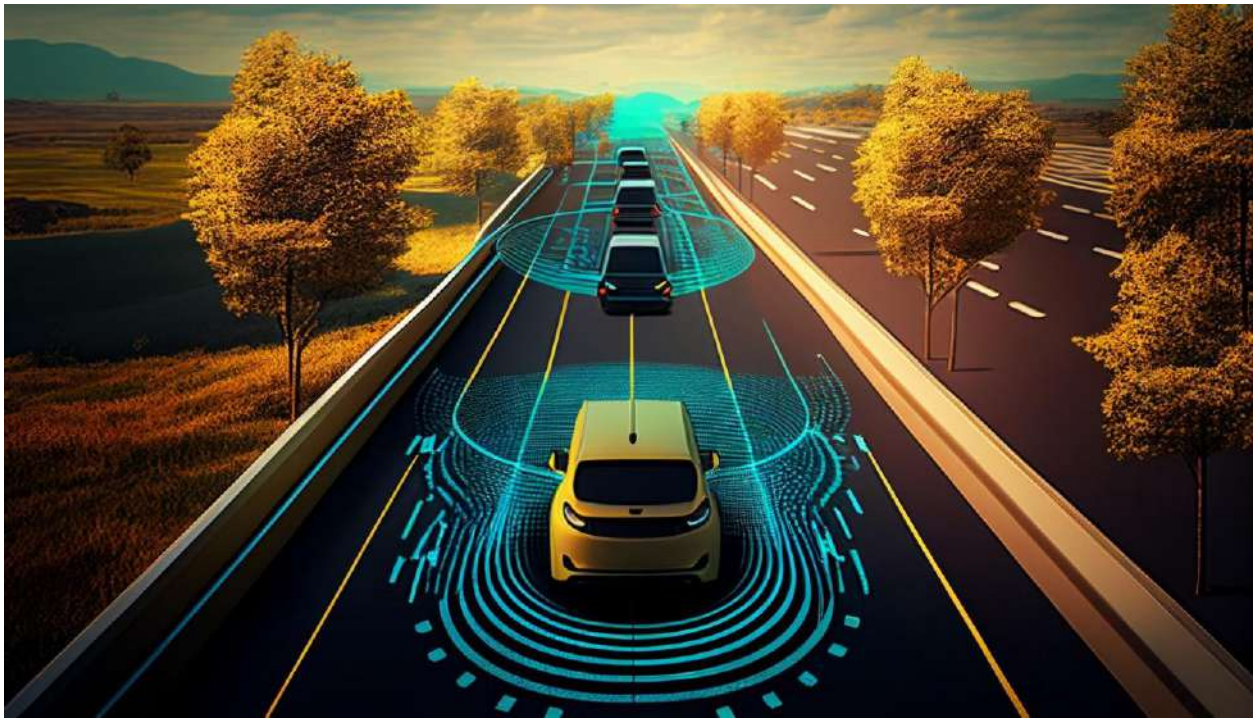
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Αξιολόγηση παραγόντων και μοντέλων διακυβέρνησης στην ενσωμάτωση των αυτόνομων οχημάτων στις χώρες της Ευρώπης



Αναστασία Ματθαίου

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Κωνσταντίνος Γκιοτσαλίτης, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2025

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
DEPT. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING
RAILWAYS AND TRANSPORT LABORATORY

Evaluation of factors and governance models in the integration of autonomous vehicles in European countries

Anastasia Matthaiou

Supervisor: Dr. Konstantinos Gkiotsalitis, Assistant Professor (NTUA)

Dept. of Transportation Planning and Engineering, School of Civil Engineering, NTUA

Athens, March 2025

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με τη λήξη της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Δρ. Γκιοτσαλίτη Κωνσταντίνο, Επίκουρο Καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., για την ευκαιρία που μου έδωσε και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της εργασίας και για όλη την υποστήριξη, την καθοδήγηση και τη βοήθειά του κατά τη διάρκεια της εκπόνησής της.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νισύριο Εμμανουήλ, Ερευνητή και Υποψήφιο Διδάκτορα Ε.Μ.Π., για την πολύτιμη καθοδήγηση και τις συμβουλές του και κυρίως για το ενδιαφέρον που έδειξε σε όλη την διάρκεια της προετοιμασίας και συγγραφής μέχρι την ολοκλήρωσή της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τα αγαπημένα μου πρόσωπα για την στήριξή τους τόσο σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου όσο και κατά την προετοιμασία της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Αθήνα, Μάρτιος 2025

Ματθαίου Αναστασία,

Ε.Μ.Π.

Αξιολόγηση παραγόντων και μοντέλων διακυβέρνησης στην ενσωμάτωση των αυτόνομων οχημάτων στις χώρες της Ευρώπης

Αναστασία Ματθαίου[a]

[a] Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών, Ηρώων Πολυτεχνείου 5, 15773 Αθήνα, Ελλάδα

ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως βασικό της στόχο την διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στην κρίση του Ευρωπαίου πολίτη σχετικά με την υιοθέτηση των αυτόνομων οχημάτων και την ανάδειξη της πολυπλοκότητας αυτών. Για την καλύτερη κατανόηση, μελετήθηκαν από τη σχετική βιβλιογραφία διάφοροι παράγοντες - όπως η ασφάλεια, οι οδικές υποδομές, η προστασία των προσωπικών δεδομένων, το νομοθετικό πλαίσιο και το κόστος του οχήματος - οι οποίοι επιδρούν στην υιοθέτηση αυτής της νέας τεχνολογίας. Βάσει αυτών διεξήχθη σχετική έρευνα μέσω ερωτηματολογίων. Συγκεκριμένα, διανεμήθηκαν πανευρωπαϊκά διαδικτυακά ερωτηματολόγια από όπου συλλέχθηκαν συνολικά διακόσιες τριάντα πέντε (235) απαντήσεις μέσω των οποίων διεξήχθησαν και τα σχετικά συμπεράσματα. Για τη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων αναπτύχθηκαν μοντέλα δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης (Binary Logit). Κατά τη διαμόρφωση του μοντέλου, στόχος ήταν η ανάδειξη της πολυπαραγοντικής διάστασης της επιλογής αυτής της καινούριας τεχνολογίας. Η διεξαγωγή έρευνας μέσω ερωτηματολογίων προσδιόρισε την αλληλεξάρτηση των παραγόντων επιρροής που εξετάστηκαν στην διπλωματική εργασία. Τα αποτελέσματα του μοντέλου υπογραμμίζουν ότι η ασφάλεια αποτελεί τον πιο καθοριστικό παράγοντα στην απόφαση των πολιτών να χρησιμοποιήσουν ένα αυτόνομο όχημα. Εξίσου κρίσιμοι παράγοντες είναι οι οδικές υποδομές και το νομοθετικό πλαίσιο. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι τα άτομα με οικονομική άνεση είναι πιο πιθανό να εξετάσουν την επένδυση σε ένα αυτόνομο όχημα. Τέλος, όσον αφορά τα ηλικιακά κριτήρια και τις συνήθειες μετακίνησης των ερωτηθέντων, οι νεότεροι σε ηλικία εμφανίζονται πιο θετικοί απέναντι στη χρήση αυτόνομων οχημάτων σε σύγκριση με τα μεγαλύτερης ηλικίας άτομα. Παράλληλα, θετική στάση απέναντι στην αυτοματοποίηση εκφράζουν και οι οδηγοί αυτοκινήτων ή μοτοσυκλετών. Σε κάθε περίπτωση, η ένταξη των αυτόνομων οχημάτων στην καθημερινότητα του Ευρωπαίου πολίτη αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία που απαιτεί τη διεξοδική μελέτη και την ανάλυση ποικίλων σεναρίων και παραγόντων, ώστε να διασφαλιστεί η ομαλή και άμεση υιοθέτησή τους από όλες τις κοινωνικές ομάδες.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Αυτόνομα οχήματα, Νομοθετικό Πλαίσιο, Οδικές Υποδομές, Οικονομία, Πολιτική, Προστασία Προσωπικών Δεδομένων, Ασφάλεια, Ευρωπαϊκή Ένωση, Ερωτηματολόγια, Δυαδικό Μοντέλο Λογιστικής Παλινδρόμησης

Evaluation of factors and governance models in the integration of autonomous vehicles in European countries

Anastasia Matthaiou[a]

[a] National Technical University of Athens, Department of Transport and Transport Infrastructure, Laboratory of Railway and Transport Engineering, Iroon Polytechniou 5, 15773 Athens, Greece

ABSTRACT

The main scope of this thesis is to investigate the factors that influence the European citizen's crisis regarding the implementation of autonomous vehicles, and highlight the complexity of them. In particular, various factors which influence the adoption of this new technology - such as road safety, road infrastructure, personal data protection, the legislative framework and the cost of the vehicle - have been studied from the relevant bibliography. On this basis, a survey was carried out by online questionnaires. In detail, online questionnaires were distributed in Europe, from which a total of two hundred and thirty-five (235) responses were collected and through which the relevant results were extracted. Binary Logit models were developed to retrieve the results. In formulating the model, the aim was to highlight the multi-factorial dimension of the choice of this new technology. The survey through questionnaires identified the interdependence of the influencing factors examined in the thesis. The results of the model show that safety plays the most important role in a citizen's decision to use an autonomous vehicle. Road infrastructure and the legislative framework play an important role too. It was also revealed that those with high incomes are more likely to consider investing in an autonomous vehicle. Finally, looking at the socio-demographic criteria and the transport preferences of the participants, younger people tend to have a positive view on the use of an autonomous vehicle compared to elderly people. Also, car or motorcycle drivers view automation positively. In any case, the integration of autonomous vehicles is a process that requires the study and investigation of many options and parameters in order to achieve a smoother and more immediate adoption of autonomous vehicles by all stakeholders.

KEYWORDS

Autonomous Vehicles, Legislative framework, Road infrastructure, Finance, Governance, Data privacy, Safety, European Union, Questionnaires, Binary Logit Model.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δεδομένου ότι πλέον έχει εξελιχθεί σημαντικά σε τεχνολογικό επίπεδο η κατασκευή οχημάτων με χαρακτηριστικά αυτοματοποίησης, η ανάπτυξη και η διερεύνηση σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ομαλή ενσωμάτωση αυτής της νέας τεχνολογίας στη ζωή του Ευρωπαίου πολίτη έχει ήδη αρχίσει να αποτελεί βασικό προβληματισμό της πολιτείας. Ενώ είναι πλέον αποδεκτό πως η αυτοματοποίηση στην οδήγηση θα προσφέρει ευκολία, αυτονομία και άνεση στον επιβαίνοντα, ταυτόχρονα υπάρχουν ακόμα πολλές προκλήσεις και κίνδυνοι μέχρι την ευρύτερη διάδοση της νέας τεχνολογίας. Στόχος, λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση και η αξιολόγηση παραγόντων και μοντέλων διακυβέρνησης που επηρεάζουν την ομαλή ενσωμάτωση αυτής της νέας τεχνολογίας στις χώρες της Ευρώπης, όπως επίσης και η ανάδειξη της πολυπλοκότητας αυτών των παραγόντων.

Στην αρχή της συγκεκριμένης έρευνας έγινε εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες της αυτοματοποίησης. Συγκεκριμένα, βάσει της ανάλυσης SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), επεξεργάστηκαν τα πλεονεκτήματα, οι αδυναμίες, οι ευκαιρίες και οι προκλήσεις της νέας τεχνολογίας. Στη συνέχεια, εξετάστηκε η ισχύουσα νομοθεσία των χωρών της Ευρώπης για τα αυτόνομα αυτοκίνητα, οι ασάφειές της, όπως η απόδοση ευθυνών σε περίπτωση ατυχήματος, και οι άμεσοι στόχοι που έχει θέσει η ΕΕ για την εξομάλυνση των ελλείψεών της. Επίσης, ερευνήθηκε το στάδιο στο οποίο βρίσκονται μέχρι στιγμής οι αυτοκινητοβιομηχανίες σχετικά με τη διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων των επιβατών, αλλά κι άλλοι παράγοντες που έχει παρατηρηθεί ήδη πως καθορίζουν την αγορά ενός αυτόνομου οχήματος, όπως η ασφάλεια του επιβαίνοντα και το κόστος αγοράς ή μεταφοράς.

Στη συνέχεια, διαμορφώθηκε ερωτηματολόγιο μέσω ηλεκτρονικής πλατφόρμας, το οποίο διαμηνύθηκε πανευρωπαϊκά και τελικά συγκεντρώθηκαν διακόσιες τριάντα πέντε (235) απαντήσεις. Μέσω στατιστικής επεξεργασίας των απαντήσεων εξήχθησαν συμπεράσματα σχετικά με τις γνώσεις του δείγματος του πληθυσμού όσον αφορά την αυτοματοποίηση, καθώς και την συμπεριφορά μετακίνησης και τα κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά.

Έπειτα, μετά τη συλλογή των δεδομένων ακολούθησε η επεξεργασία τους με σκοπό να δημιουργηθεί η κατάλληλη βάση δεδομένων για την ανάλυσή τους. Τα τελικά μοντέλα και στατιστικά προέκυψαν ύστερα από πλήθος δοκιμών και σεναρίων ακολουθώντας το μαθηματικό μοντέλο της δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης (Binary Logistic Regression model) μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του μαθηματικού μοντέλου αναδεικνύεται πως η ασφάλεια παίζει τον σημαντικότερο ρόλο στο αν τελικά ο πολίτης θα κρατήσει ευνοϊκή στάση απέναντι στη νέα τεχνολογία. Παράλληλα, εξίσου σημαντικό ρόλο έχει το επαρκές νομοθετικό πλαίσιο, οι ασφαλείς οδικές υποδομές και η διασφάλιση της προστασίας των προσωπικών δεδομένων. Επίσης, διαπιστώθηκε πως τα άτομα με μεγαλύτερη οικονομική άνεση είναι ευκολότερο να

επενδύσουν σε όχημα υψηλής αυτοματοποίησης, όπως επίσης και τα άτομα νεαρής ηλικίας συγκριτικά με τους ηλικιωμένους. Τέλος, όσον αφορά την συμπεριφορά μετακίνησης, εκείνοι που στην καθημερινότητά τους χρησιμοποιούν ως μέσο μεταφοράς τους αυτοκίνητο ή μηχανή τάσσονται υπέρ της αυτοματοποίησης.

Συμπερασματικά, αυτή η έρευνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πρόβλεψη πιθανών μελλοντικών αποφάσεων αγοράς και χρήσης αυτόνομων οχημάτων.

SUMMARY

Considering that the technological development of autonomous vehicles grows rapidly, the investigation of the parameters influencing the adoption of this new technology has already become a major concern of the authorities. While it is now accepted that automation in driving will offer convenience, autonomy and comfort to the passenger, at the same time there are still many challenges and risks before the new technology becomes more widespread. Therefore, the aim of this thesis is to evaluate factors and governance models that affect the adoption of this new technology in European countries, as well as to highlight the complexity of these factors.

At the beginning of this study, an extensive literature review was conducted regarding the advantages and weaknesses of automation. Specifically, based on the SWOT analysis, the Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats of this new technology were examined. Furthermore, the current legislation of European countries on autonomous vehicles was analyzed, including its ambiguities, such as the attribution of responsibility in the event of an accident, and the immediate goals set by the EU to address these shortcomings. Additionally, it was also investigated the stage at which automobile manufacturers currently stand concerning the protection of passengers' personal data. Also, other factors that have already been observed to influence the purchase of an autonomous vehicle, such as passenger safety and the cost of purchase or transportation were examined.

Subsequently, a questionnaire was formulated via an online platform, which was distributed Europe-wide and eventually two hundred and thirty-five (235) responses were collected. Through statistical processing of the responses, conclusions were drawn regarding the sample's knowledge on automation, as well as their mobility behavior and socio-demographic characteristics. Then, after data collection, the data were processed to create the appropriate database for analysis. The final models and statistics emerged after numerous tests and scenarios, following the mathematical model of binary logistic regression (Binary Logit model) using the R programming language.

Comparing the results of the mathematical model highlights that safety plays the most significant role in determining whether citizens will adopt more easily the new technology. At the same time, the presence of an adequate legislative framework, safe road infrastructure, and data privacy are important factors too. It was also found that stakeholders with greater financial means are more likely to invest in a highly automated vehicle, as are younger individuals compared to older ones too. Finally, concerning mobility behavior, those who use a vehicle or motorcycle for their daily transportation are more likely to support automation.

In conclusion, this research can be utilized to predict potential future decisions regarding the purchase and use of autonomous vehicles.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΣΥΝΟΨΗ 7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ 16
1.1 Γενική Ανασκόπηση 16
1.2 Σκοπός 17
1.3 Δομή και Μεθοδολογία 17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ 20
2.1 Ορισμός και επίπεδα αυτοματοποίησης 20
2.2 Διασυνδεδεμένα οχήματα και αλληλεπίδραση 22
2.2.1 CCAM (Cooperative, Connected and Automated Mobility) - Συνεργατική, Διασυνδεδεμένη και Αυτοματοποιημένη Κινητικότητα 23
2.2.2 C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) - Συνεργατικά Ευφυή Συστήματα μεταφορών 24
2.3 Πλεονεκτήματα και Αδυναμίες Αυτόνομης Οδήγησης 27
2.4 Ευρωπαϊκή Αντιμετώπιση 31
2.4.1 Απόδοση ευθύνης σε περίπτωση ατυχήματος 32
2.4.2 Προστασία προσωπικών δεδομένων και ζητήματα ηθικής 33
2.4.3 Νομοθετικά πλαίσια σε χώρες της Ευρώπης 35
2.5 Συμπεράσματα Βιβλιογραφίας 38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ 40
3.1 Εισαγωγή 40
3.2 Θεωρητικό Υπόβαθρο 41
3.2.1 Θεωρία επιλογής εναλλακτικής 41
3.2.2 Θεωρία Χρησιμότητας 42
3.2.3 Δυαδικό Μοντέλο Λογιστικής Παλινδρόμησης (Binary Logistic Regression model) 44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 46
4.1 Περιγραφή Ερωτηματολογίου 46
4.2 Στατιστικά στοιχεία ερωτηθέντων 47
4.3 Εφαρμογή Μοντέλου 55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 63

5.1 Συγκεντρωτικά Συμπεράσματα 63
5.2 Προτάσεις Διαχείρισης Αυτοματοποίησης των μεταφορών 64
5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα 65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 67
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ 72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Στη σύγχρονη και ταχέως εξελισσόμενη κοινωνία, οι μετακινήσεις των πολιτών παίζουν καθοριστικό ρόλο τόσο στην εξυπηρέτησή τους, όσο και στην ανάπτυξη και την οικονομία. Καθημερινά ο πολίτης καλείται να επιλέξει το μεταφορικό μέσο με το οποίο θα πραγματοποιήσει γρηγορότερα και πιο ξεκούραστα την διαδρομή του. Οι επιλογές αυτές επηρεάζονται από πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες, όπως η απόσταση, ο χρόνος, η άνεση, η ασφάλεια μετακίνησης, το κόστος και η οικολογική συνείδηση του κάθε μετακινούμενου. Σημαντικό ρόλο παίζουν, επίσης, τα χαρακτηριστικά του οχήματος και ο χαρακτήρας των μετακινήσεων.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 έγινε στροφή στην πολυμορφική και πολυπαραγοντική ανάλυση των συστημάτων μεταφορών, κυρίως σε οτιδήποτε αφορά την οικονομία, τις επιχειρησιακές πολιτικές και την κατασκευή νέων εγκαταστάσεων και υποδομών (M. E. Ben-Akiva and Lerman 1985). Η ανάγκη, λοιπόν, του πολίτη για συχνές και γρήγορες μετακινήσεις, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τεχνολογίας οδήγησε στην εξέλιξη των οχημάτων σε πανευρωπαϊκή κλίμακα. Στα πλαίσια αυτής της τεχνολογικής εξέλιξης, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται ανάπτυξη στον τομέα της αυτοματοποίησης των οχημάτων, ενώ η ίδια εκτιμάει ότι η αντικατάσταση των συμβατικών οχημάτων από τα αυτόνομα θα συμβεί μέσα στις επόμενες δεκαετίες (European Comission 2021).

Γενικότερα, η τεχνολογία της αυτόνομης οδήγησης θα πρέπει να παρέχει αξιοπιστία σε ένα μεγάλο εύρος παραγόντων για να μπορέσει ο κάθε πολίτης να εμπιστευτεί και να υιοθετήσει αυτή την καινούρια τεχνολογία. Έτσι, βασικός στόχος της αυτοματοποίησης, εκτός από τον προφανή της διευκόλυνσης της μεταφοράς, αφού πια η μετακίνηση θα γίνεται πιο ξεκούραστα από τον επιβαίνοντα, είναι και η εξασφάλιση υψηλών προτύπων ασφαλείας και λειτουργικότητας, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψιν και την οικονομία.

Πιο συγκεκριμένα, τα αυτόματα οχήματα έχουν διαχωριστεί από τον σύλλογο μηχανικών Αυτόνομων Αυτοκινήτων (Society of Automotive Engineers (SAE)) σε έξι προοδευτικά στάδια-επίπεδα αυτοματοποίησης, όπου στο επίπεδο μηδέν (0) δεν υπάρχει κανένα στοιχείο αυτοματοποίησης στο όχημα, ενώ στο επίπεδο πέντε (5) υπάρχει πλήρης αυτοματοποίηση. (Burns and Shulgan 2018). Μέχρι σήμερα, τα ρυθμιστικά και νομοθετικά πλαίσια των χωρών της ΕΕ προσαρμόζονται με βάση την παραπάνω κατηγοριοποίηση. Η δημιουργία, λοιπόν, ενός ειδικά διαμορφωμένου νομικού πλαισίου, το οποίο θα συμπεριλαμβάνει τροποποιήσεις σχετικές με την νέα τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων σε πανευρωπαϊκό, ακόμα και σε παγκόσμιο επίπεδο κρίνεται απαραίτητη δεδομένης της ραγδαίας εξέλιξης του συγκεκριμένου τομέα.

Λαμβάνοντας υπόψιν την συνεχή ανάπτυξη της αυτοματοποίησης δημιουργείται πίεση στην εύρεση και εφαρμογή ενός τέτοιου πλαισίου, το οποίο θα είναι ευέλικτο και ευπροσάρμοστο σε κάθε πρόκληση.

1.2 Σκοπός

Κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την κρίση του Ευρωπαίου Πολίτη ως προς την υιοθέτηση της αυτοματοποίησης των οχημάτων, τα προβλήματα που προκύπτουν μέσα από την εξέλιξη αυτού του τομέα και πώς μπορούν να αντιμετωπιστούν γρήγορα και ομαλά. Παράλληλα, έχει στόχο να ερευνήσει την έλλειψη του νομοθετικού πλαισίου σχετικά με τα αυτόνομα οχήματα και την ανάγκη ενίσχυσής του.

Πιο συγκεκριμένα, μέσω της παρούσας έρευνας αναλύεται το στάδιο στο οποίο βρίσκεται η εξέλιξη της αυτοματοποίησης της οδήγησης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σε ποιο βαθμό έχει υιοθετηθεί από τους Ευρωπαίους και ποια μέτρα χρειάζεται να πάρει η ΕΕ για να γίνει πιο άμεσα και αποτελεσματικά η υιοθέτηση των αυτοματοποιημένων οχημάτων. Επίσης, παρουσιάζονται τα εμπόδια που υπάρχουν ακόμα στον συγκεκριμένο τομέα, οι παράγοντες που τα προκαλούν και οι ενέργειες που προγραμματίζει η ΕΕ το επόμενο διάστημα ώστε να τα περιορίσει. Αυτά τα συμπεράσματα προκύπτουν μέσω ερωτηματολογίων που διανεμήθηκαν πανευρωπαϊκά, τα αποτελέσματά των οποίων μοντελοποιήθηκαν με χρήση του Δυαδικού Λογιστικού Μοντέλου (Binary Logit Model) και τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R.

Συνεπώς, αναδεικνύεται η σημαντικότητα και η αναγκαιότητα της μελέτης του φαινομένου αυτού παραθέτοντας αναλυτικά τους παράγοντες επιρροής και αναλύοντας τους τρόπους αντιμετώπισης για την ομαλότερη εισαγωγή της νέας τεχνολογίας.

1.3 Δομή και Μεθοδολογία

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει την ένταξη της αυτοματοποίησης της οδήγησης στην Ευρώπη. Για την επίτευξη αυτού του στόχου ακολουθήθηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία, η οποία παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω μέσα σε πέντε κεφάλαια.

Αρχικά, στο **πρώτο κεφάλαιο**, αφού παρουσιαστεί η περιγραφή του προβλήματος, καθορίζεται το αντικείμενο εξέτασης της παρούσας εργασίας και ο σκοπός της.

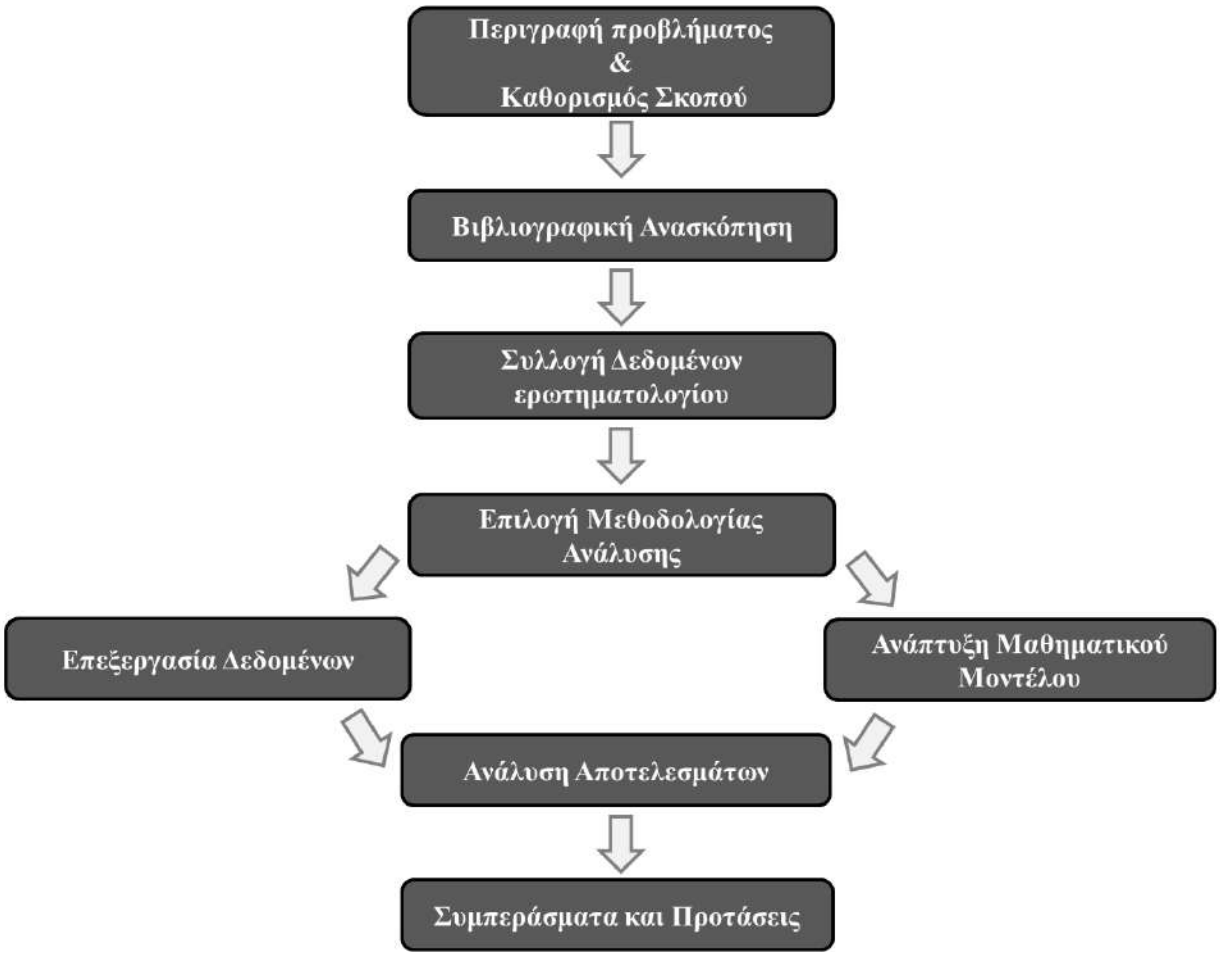
Στο **δεύτερο κεφάλαιο** ακολουθεί η βιβλιογραφική ανασκόπηση. Σε αυτό το στάδιο της έρευνας αναζητήθηκαν έρευνες σχετικά με το θέμα εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας τόσο σε εγχώριο όσο και σε διεθνές επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, ορίζονται τα στάδια της αυτοματοποίησης ενός οχήματος, παρουσιάζονται τα προτερήματα της αυτοματοποίησης της οδήγησης, αλλά και τα εμπόδια που υπάρχουν ακόμα σχετικά με την ομαλή υιοθέτησή της στη ζωή του Ευρωπαίου πολίτη. Τέλος, αναλύονται τα Ευρωπαϊκά δεδομένα απέναντι στις προκλήσεις της συγκεκριμένης τεχνολογικής εξέλιξης, ενώ γίνεται αναφορά σε ισχύοντα νομοθετικά πλαίσια σε χώρες της ΕΕ, κυρίως εκείνων όπου έχει υιοθετηθεί πιλοτικά αυτή η νέα μορφή οδήγησης.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** επιλέγεται και περιγράφεται το μαθηματικό μοντέλο και αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο βάσει του οποίου εξήχθησαν τα συμπεράσματα σχετικά με την αυτοματοποίηση στην οδήγηση. Η μέθοδος στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων που χρησιμοποιείται στην παρούσα διπλωματική εργασία βασίζεται στις 235 απαντήσεις που συγκεντρώθηκαν μέσω ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου. Αναπτύσσονται οι βασικές έννοιες και επιλέγεται η μέθοδος της δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης (binary logistic regression) και περιγράφονται λεπτομερώς οι ιδιότητες του μοντέλου και των διαδικασιών εκτίμησης των παραμέτρων τους.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** ακολούθησε η συλλογή και η επεξεργασία των απαιτούμενων στοιχείων, τα οποία συγκεντρώθηκαν μέσω του ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου. Αρχικά, γίνεται στατιστική και κοινωνικοδημογραφική ανάλυση του δείγματος βάσει των 235 απαντήσεων που συλλέχθηκαν από την ηλεκτρονική διανομή των ερωτηματολογίων. Στη συνέχεια, μέσω της ανάπτυξης του μαθηματικού μοντέλου που αναλύθηκε παραπάνω και της μοντελοποίησης τους παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ένταξη της αυτοματοποιημένης οδήγησης.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας, παρουσιάζονται προτάσεις διαχείρισης της αυτοματοποίησης και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο αντικείμενο.

Παρακάτω παρατίθεται σχετικό διάγραμμα ροής όπου παρουσιάζεται συνοπτικά η διαδικασία εκπόνησης και τα βασικά στάδια που ακολουθήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας έρευνας (Διάγραμμα 1.1).



Διάγραμμα 1.1: Διάγραμμα ροής εκπόνησης διπλωματικής εργασίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας γίνεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία αποτελεί βασικό θεωρητικό υπόβαθρο στην κατανόηση του αντικειμένου της παρούσας μελέτης. Συγκεκριμένα, στην αρχή ορίζονται τα επίπεδα αυτοματοποίησης των οχημάτων και η αλληλεπίδραση και διασύνδεση των οχημάτων με τις οδικές υποδομές αναλύοντας τους όρους **CCAM** (Cooperative, Connected, and Automated Mobility - Συνεργατική, Διασυνδεδεμένη και Αυτοματοποιημένη Κινητικότητα) **και C-ITS** (Cooperative Intelligent Transport Systems - Συνεργατικά Ευφυή Συστήματα Μεταφορών)**.** Έπειτα, μέσω της ανάλυσης SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) καταγράφονται τα πλεονεκτήματα και οι προκλήσεις της αυτόνομης οδήγησης και τα μέχρι στιγμής άλυτα προβλήματα που επιφέρει η ένταξή της στη ζωή του Ευρωπαίου Πολίτη. Τέλος, γίνεται εκτενής αναφορά της ευρωπαϊκής διαχείρισης της νέας αυτής τεχνολογίας και του υπάρχοντος σχετικού νομοθετικού πλαισίου.

2.1 Ορισμός και επίπεδα αυτοματοποίησης

Σύμφωνα με το (Dr. Lance B. Eliot 2017), αυτόνομο καλείται το όχημα εκείνο που δύναται να κατευθυνθεί αυτόματα, χωρίς την ανάγκη παρέμβασης του οδηγού**.** Αυτό επιτυγχάνεται μέσω την ικανότητας ανάλυσης των όγκων δεδομένων που δέχεται από το περιβάλλον, με αποτέλεσμα την πρόβλεψη ή την λήψη αποφάσεων. Ενώ, κατά την Εθνική Διοίκηση Οδικής Ασφάλειας (National Highway Traffic Safety Administration 2013) ορίζεται ως αυτόνομο όχημα αυτό του οποίου η λειτουργία επιτάχυνσης, επιβράδυνσης και πέδησης γίνεται χωρίς τον άμεσο έλεγχο του οδηγού, και ταυτόχρονα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε ο χειριστής να μην χρειάζεται να ελέγχει το οδικό περιβάλλον, λόγω της αυτονομίας του οχήματος.

Τον Ιανουάριο του 2014 ο σύλλογος μηχανικών Αυτοκινήτων (Society of Automotive Engineers (SAE)) θέσπισε τον διαχωρισμό των αυτόνομων οχημάτων σε έξι προοδευτικά επίπεδα-στάδια ανάλογα με την δυνατότητα αυτοματοποίησής τους. Μεγάλο μέρος της αυτοκινητοβιομηχανίας, όπως και η National Highway Traffic Safety Administration του Υπουργείου Μεταφορών των ΗΠΑ, συμβαδίζει με αυτόν τον διαχωρισμό. Με βάση την ταξινόμηση στα επίπεδα προσαρμόζονται αναλόγως τα ρυθμιστικά πλαίσια των υπαρχόντων νομοθετικών διατάξεων για τα αυτόνομα οχήματα. Παρακάτω παρατίθενται οι ορισμοί των έξι επιπέδων στον τομέα αυτοματισμού της οδήγησης με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του κάθε σταδίου:

- **Επίπεδο 0**: *Καμία αυτοματοποίηση*

Το όχημα παρέχει συστήματα προειδοποίησης ή παρέμβασης, αλλά ο άνθρωπος - χειριστής αναλαμβάνει όλα τα καθήκοντα του οδηγού και έχει τον απόλυτο έλεγχο.

- **Επίπεδο 1**: *Hands on: Υποβοήθηση των οδηγών*

Το αυτοματοποιημένο σύστημα του οχήματος υποβοηθάει τον χειριστή, ωστόσο αυτός έχει τον πλήρη έλεγχο της οδήγησης. Περιλαμβάνει προηγμένα συστήματα υποστήριξης όπως ο έλεγχος ταχύτητας ταξιδιού του οχήματος (Cruise Control), προειδοποιητικό σύστημα διατήρησης λωρίδας (Lane Departure Warning -LDW) και υποβοήθηση στάθμευσης (Parking Assist).

- **Επίπεδο 2**: *Hands off: Μερική αυτοματοποίηση*

Το αυτοματοποιημένο σύστημα του οχήματος διευθύνει ολοκληρωμένα πολλαπλές λειτουργίες ελέγχου αυτόματα (π.χ. το σύστημα προσαρμογής ταχύτητας (Adaptive Cruise Control) με το σύστημα αλλαγής λωρίδας (Lane Change Assist-LCA), όπως επίσης και την επιτάχυνση και επιβράδυνση ανάλογα με τα ερεθίσματα που εκλαμβάνει από το οδικό περιβάλλον. Ωστόσο, ο χειριστής εξακολουθεί να έχει τον απόλυτο έλεγχο της λειτουργίας της οδήγησης.

- **Επίπεδο 3**: *Eyes off: Αυτοματοποίηση υπό όρους*

Το όχημα έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει πλήρως με ένα αυτόματο σύστημα οδήγησης υπό προϋποθέσεις. Το αυτοματοποιημένο σύστημα του οχήματος έχει τον έλεγχο στην εκκίνηση, την πέδηση και την επιβράδυνση, ωστόσο ο χειριστής, παρά το γεγονός πως δεν έχει συνεχώς τον έλεγχο του οχήματος, πρέπει να είναι σε ετοιμότητα να παρέμβει αν αυτό απαιτηθεί ανά πάσα στιγμή.

- **Επίπεδο 4**: *Mind off: Υψηλή αυτοματοποίηση*

Το αυτοματοποιημένο σύστημα του οχήματος έχει τον πλήρη έλεγχο, λειτουργεί αυτόνομα παρεμβαίνοντας σε όλες τις κρίσιμες για την ασφάλεια λειτουργίες, χωρίς ο χειριστής να χρειάζεται να επέμβει. Ωστόσο, τα επίπεδα ανάπτυξής του τού επιτρέπουν να λειτουργήσει μόνο σε συγκεκριμένες συνθήκες, όπως για παράδειγμα σε αυτοκινητόδρομους και όχι σε ακραία καιρικά φαινόμενα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο οδηγός θα πρέπει να πάρει τον έλεγχο.

- **Επίπεδο 5**: *Steering wheel optional: Πλήρης αυτοματοποίηση*

Το αυτοματοποιημένο σύστημα του οχήματος έχει τον πλήρη έλεγχο και την δυνατότητα να εκτελέσει όλες τις οδικές διεργασίες σε πραγματικές συνθήκες, χωρίς την βοήθεια του οδηγού. Ένα τέτοιο σύστημα οδήγησης θα επιτρέπει στον οδηγό την είσοδο και προγραμματισμό του προορισμού και δεν θα αναμένεται καμία άλλη ανάμειξή του στην μεταφορά. Επομένως, τέτοιου είδους οχήματα μπορούν να μεταφέρουν επιβάτες που δεν ξέρουν οδήγηση ή και να μην μεταφέρουν καθόλου επιβάτες.

Συμπερασματικά, στα τρία πρώτα επίπεδα αυτοματοποίησης (0-2) τα συστήματα ελέγχου του οχήματος αντιλαμβάνονται τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος, αλλά έχουν ανάγκη από την παρέμβαση του χειριστή, ενώ στα υπόλοιπα στάδια (3-5) το σύστημα αυτοματοποίησης του οχήματος του επιτρέπει να εκτελεί ένα μέρος ή όλες τις οδικές εργασίες χωρίς να χρειαστεί απαραίτητα να παρέμβει ο οδηγός (Burns and Shulgan 2018).



Εικόνα 1.1: Επίπεδα Αυτοματοποιημένης Κινητικότητας (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο 2019)

2.2 Διασυνδεδεμένα οχήματα και αλληλεπίδραση

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί η ψηφιακή διασύνδεση των οχημάτων με τις υποδομές και τους χρήστες του δρόμου μέσω των συστημάτων CCAM και C-ITS. Οι όροι **CCAM (Cooperative, Connected, and Automated Mobility)** και **C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems)** αναφέρονται σε τεχνολογίες που σχετίζονται με τη διασύνδεση, την αυτοματοποίηση και τη συνεργασία στις μεταφορές. Συγκεκριμένα, η CCAM είναι ένας ευρύς όρος που αναφέρεται σε μια συνολική προσέγγιση για την μελλοντική διασυνδεδεμένη κινητικότητα με στόχο να προσφέρει πιο ασφαλείς αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον μεταφορές, εστιάζοντας σε μια ολοκληρωμένη αυτοματοποιημένη κινητικότητα. Από την άλλη, το C-ITS είναι υποκατηγορία της CCAM και επικεντρώνεται στα έξυπνα μεταφορικά

συστήματα με βασικό στόχο τη βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής, χωρίς απαραίτητα να απαιτεί πλήρη αυτοματοποίηση.

Συνεπώς, η βασική διαφορά τους είναι πως η CCAM είναι μια ολιστική προσέγγιση της μελλοντικής διασύνδεσης οχημάτων, περιλαμβάνοντας μεγαλύτερες έννοιες όπως η αυτοματοποίηση και η συνδεσιμότητα, ενώ από την άλλη ο όρος C-ITS εστιάζει κυρίως στην αλληλεπίδραση οχήματος και οδικών υποδομών (επικοινωνίες V2X: Vehicle-to-Everything)(CAR 2 CAR Communication Consortium n.d.).

2.2.1 CCAM (Cooperative, Connected and Automated Mobility) - Συνεργατική, Διασυνδεδεμένη και Αυτοματοποιημένη Κινητικότητα

Πλέον, τα σύγχρονα οχήματα έχουν ήδη σημαντική αυτοματοποίηση. Ωστόσο, στο άμεσο μέλλον προβλέπεται πως θα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με την οδική υποδομή. Η επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων αποτελεί ζήτημα ζωτικής σημασίας για την εξέλιξη της αυτοματοποίησης στην οδήγηση και την πλήρη ενσωμάτωσή τους στο συνολικό σύστημα μεταφορών (European Commission 2021).

Για μια στρατηγική βιώσιμης και έξυπνης κινητικότητας (Sustainable and Smart Mobility Strategy - SSMS) έχει προταθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ένας θεμελιώδης μετασχηματισμός του ευρωπαϊκού συστήματος μεταφορών για την επίτευξη του στόχου μιας βιώσιμης, έξυπνης και ανθεκτικής κινητικότητας. Για να καταστούν οι μεταφορές πιο βιώσιμες, πρέπει κάθε τρόπος μεταφοράς να γίνει πιο αποδοτικός για το οδικό δίκτυο. Η ψηφιοποίηση είναι απαραίτητη κινητήρια δύναμη για να καταστεί ολόκληρο το σύστημα απρόσκοπτο και πιο αποτελεσματικό, καθώς και για να αυξηθούν περαιτέρω τα επίπεδα ασφάλειας, προστασίας, αξιοπιστίας και άνεσης. Η στρατηγική προσδιορίζει την ανάπτυξη ευφυών συστημάτων μεταφορών (ITS) ως βασική δράση για την επίτευξη μιας συνδεδεμένης και αυτοματοποιημένης πολυτροπικής κινητικότητας. Συνδυάζει νέες εξελίξεις όπως η συνεργατική, συνδεδεμένη και αυτοματοποιημένη κινητικότητα (CCAM). Η CCAM μετατρέπει τον οδηγό σε χρήστη ενός κοινόχρηστου στόλου οχημάτων, πλήρως ενσωματωμένου σε ένα πολυτροπικό σύστημα μεταφορών, το οποίο γίνεται απρόσκοπτα με υπηρεσίες πολυτροπικής ψηφιακής κινητικότητας (Multimodal Digital Mobility - MDM) (European Commission 2021).

Η CCAM *(Cooperative, Connected and Automated Mobility - Συνεργατική, Διασυνδεδεμένη και Αυτοματοποιημένη Κινητικότητα)* είναι ένας γενικός όρος για την έξυπνη κινητικότητα, η οποία αναπτύσσεται σταδιακά και είναι μια από τις βασικότερες μελλοντικές τάσεις στην αυτοκινητοβιομηχανία (European Commission 2021). Οι βασικότεροι στόχοι της είναι η αύξηση της οδικής ασφάλειας, η μείωση του αρνητικού περιβαλλοντικού αποτυπώματος και η βελτίωση της βιωσιμότητας, η αποφυγή «κενών ταξιδιών» και η προώθηση της εύκολης πρόσβασης στην κινητικότητα για όλους (CCAM Partnership n.d.). Επίσης, στόχος μέσω της CCAM και της

γενικότερης συνεργασίας σε ευρωπαϊκό επίπεδο είναι η επίτευξη της αποτελεσματικότερης εξάπλωσης των τεχνολογιών και υπηρεσιών αυτοματοποίησης πανευρωπαϊκά (CCAM Partnership n.d.)**.**

Πιο συγκεκριμένα, η CCAM υποστηρίζει τη λειτουργία εισαγωγής, δημιουργίας και διαγραφής οχημάτων που εισέρχονται σε έναν κόμβο με σκοπό τη διευκόλυνση της συγκεντρωτικής μελέτης δεδομένων των δικτύων (Shekhar and Duen-Ren 1997).

Αναμφίβολα οι τεχνολογίες CCAM, όπως η αυτόνομη οδήγηση και η συνδεδεμένη κινητικότητα θα επιβληθούν αρχικά στις μεγάλες πόλεις, τις μητροπολιτικές περιοχές. Επομένως, Ευρωπαϊκές εταιρείες και κυβερνήσεις πρέπει να προετοιμάζονται για την εφαρμογή της, το οποίο είναι μια θεμελιώδης και πολύπλοκη μετάβαση του συστήματος κινητικότητας (European Commission 2021). Ωστόσο, παρ' όλες τις θετικές επιπτώσεις της ανάπτυξης των λύσεων CCAM δεν έχει ακόμα διαδοθεί, αφού οι λύσεις δεν είναι ακόμα επαρκώς έτοιμες για ευρεία υιοθέτηση, καθώς τα τρέχοντα επίπεδα επενδύσεων είναι ανεπαρκή και γιατί οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της δεν έχουν εξεταστεί ακόμα ενδελεχώς. Για να επιτευχθεί αυτό, η Ευρώπη έχει ανάγκη σαφείς στόχους και αποτελεσματικό συντονισμό σε όλους τους ερευνητικούς τομείς (CCAM Partnership n.d.). Συγκεντρώνοντας όλους τους ενδιαφερόμενους τομείς, δηλαδή την έρευνα, τη βιομηχανία και τις δημόσιες και τοπικές αρχές η CCAM θέτει ως στόχο την επιτάχυνση της ανάπτυξης και της εφαρμογής των νέων τεχνολογιών στην πραγματική ζωή (CCAM Partnership n.d.).

Συνεπώς, αυτή η ψηφιακή συνδεσιμότητα μεταξύ οχήματος και υποδομών αναμένεται να βελτιώσει σημαντικά την άνεση του οδηγού, την αποτελεσματικότητα της μετακίνησης, την οδική ασφάλεια, όπως επίσης και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του οχήματος (European Commission 2021). Με την Ευρώπη να αντιπροσωπεύει το 23% της παγκόσμιας παραγωγής οχημάτων και σχεδόν το 72% των χερσαίων εμπορικών μετακινήσεων, η πλήρης ανάπτυξη των διασυνδεδεμένων και αυτόνομων οχημάτων αναμένεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ευρωπαϊκή κοινωνία και την οικονομία (Raposo et al. 2018).

2.2.2 C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) - Συνεργατικά Ευφυή Συστήματα μεταφορών

Σύμφωνα με τις εξαγγελίες της ΕΕ, τα αυτόνομα οχήματα στο άμεσο μέλλον θα αλληλεπιδράσουν και με την οδική υποδομή. Μέσω των *Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS)* και της ψηφιακής διασύνδεσης των οχημάτων, αναμένεται η βελτίωση της οδικής ασφάλειας, η αποτελεσματικότητα στην κυκλοφορία και η άνεση στην οδήγηση (European Comission 2021). Η αλληλεπίδραση οχήματος και οδικής υποδομής που αναμένεται στο άμεσο μέλλον αποτελεί τον τομέα των συνεργατικών ευφυών συστημάτων μεταφορών (C-ITS), τα οποία θα επιτρέπουν στους χρήστες του δρόμου και στους διαχειριστές κυκλοφορίας να μοιράζονται πληροφορίες που θα χρησιμοποιούνται για να συντονίζουν τις ενέργειές τους,

λαμβάνοντας πάντα υπόψιν τον παράγοντα προστασίας της ιδιωτικότητας ταυτότητας, συμπεριφοράς και τοποθεσίας. (European Commission 2016). Αυτή η αλληλεπίδραση θα έχει ως στόχο τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας, της κυκλοφοριακής ροής και της άνεσης του οδηγού, βοηθώντας τον παράλληλα να λαμβάνει τις σωστές αποφάσεις και να προσαρμόζεται στη εκάστοτε κυκλοφοριακή κατάσταση (European Commission 2021). Η συνεργασία, η συνδεσιμότητα και η αυτοματοποίηση δεν είναι μόνο συμπληρωματικές τεχνολογίες, ενισχύουν η μία την άλλη και με την πάροδο του χρόνου θα συγχωνευθούν πλήρως (European Commission 2021).

Ταυτόχρονα, η ΕΕ αναγνωρίζει την ανάγκη ενός συγκεκριμένου ευρωπαϊκού πλαισίου για την παροχή νομικής ασφάλειας σε δημόσιους και ιδιωτικούς επενδυτές. Επίσης, διασφαλίζει ότι οι απαραίτητοι τεχνικοί κανόνες (υπηρεσίες, τεχνολογίες επικοινωνιών, πρότυπα, συχνότητες, ασφάλεια, προστασία δεδομένων κ.λπ.) θα εφαρμόζονται ευρέως, οδηγώντας στη συνέχιση των υπηρεσιών C-ITS σε ολόκληρη την ΕΕ. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η Στρατηγική της περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός τέτοιου νομικού πλαισίου (European Commission 2016).

Ως εκ τούτου, στις 30 Νοεμβρίου 2016 εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μια πρωτοβουλία που είχε ως στόχο τη διευκόλυνση της σύγκλισης των επενδύσεων και των κανονιστικών πλαισίων σε όλη την ΕΕ, ώστε να αναπτυχθούν γρηγορότερα οι υπηρεσίες C-ITS. Αυτό περιλαμβάνει την θέσπιση ειδικά διαμορφωμένου νομικού πλαισίου, τη διαθεσιμότητα χρηματοδότησης και τη διεθνή συνεργασία. Συγκεκριμένα, απαιτείται η εναρμόνιση των κανόνων οδικής κυκλοφορίας αυτόνομων και μη οχημάτων αφού θα χρησιμοποιούνται οι ίδιες οδικές υποδομές. Ταυτόχρονα, όμως, θα πρέπει να ερευνηθεί η ανάπτυξη κατάλληλων τεχνολογιών και υποδομών για την συνύπαρξή τους (European Commission 2021).

Έτσι, το 2016, τα κράτη μέλη και η Επιτροπή εγκαινίασαν την πλατφόρμα C-Roads για να συνδέσουν τις δραστηριότητες ανάπτυξης C-ITS, να αναπτύξουν και να μοιραστούν από κοινού τεχνικές προδιαγραφές και να επαληθεύσουν τη λειτουργικότητα μέσω διατοπικών δοκιμών (European Commission 2021).

Ωστόσο, η ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις που αφορούν την προστασία των προσωπικών δεδομένων και την ιδιωτικότητα των χρηστών. Η εκτεταμένη χρήση ασύρματων ηλεκτρονικών συστημάτων καθιστά τα C-ITS ευάλωτα σε απειλές που σχετίζονται με την ακεραιότητα, την εμπιστευτικότητα, την αυθεντικότητα και τη διαθεσιμότητα των επικοινωνιών. Η ασφάλεια των επικοινωνιών είναι κρίσιμη για την αποτροπή κακόβουλων επιθέσεων, όπως για παράδειγμα οι επιθέσεις άρνησης παροχής υπηρεσιών (Denial of Service - DoS attacks) ή την προσπάθεια υπερφόρτωσης ενός δικτύου, με στόχο την υποβάθμιση της απόδοσής του ή τις υποκλοπές δεδομένων (National Cyber Security Center 2016). Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτών των απειλών απαιτούνται ενιαία πρότυπα ασφάλειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Οι επιθέσεις στο περιβάλλον των C-ITS χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις ενεργητικές και τις παθητικές. Οι ενεργητικές επιθέσεις στοχεύουν στη

διατάραξη της λειτουργικότητας των δικτύων, ενώ οι παθητικές επικεντρώνονται στην παραβίαση της εμπιστευτικότητας και της ιδιωτικότητας (Μενεγάτος 2021).

Μία από τις βασικές προκλήσεις της ασφάλειας στα C-ITS είναι η εξασφάλιση της αυθεντικότητας των συνδεδεμένων κόμβων. Χωρίς επαρκή έλεγχο ταυτότητας, τα συστήματα αυτά παραμένουν ευάλωτα σε διάφορες μορφές επιθέσεων, όπως οι ακόλουθες (Μενεγάτος 2021):

- **Επιθέσεις ψευδεπίγραφων οντοτήτων:** Κάθε C-ITS συνδέεται με ένα αναγνωριστικό δίκτυο που επιτρέπει τη διάκρισή του από τα υπόλοιπα. Με την ανάπτυξη ψεύτικων σημείων πρόσβασης, οι κακόβουλοι χρήστες μπορούν να παραπλανήσουν τα συνδεδεμένα οχήματα. Η εφαρμογή μηχανισμών αυθεντικότητας και κρυπτογράφησης είναι απαραίτητη, ώστε κάθε όχημα να συσχετίζεται με ένα έγκυρο και διαπιστευμένο πιστοποιητικό.
- **Επιθέσεις αντιγραφής κρυπτογραφικών στοιχείων:** Είναι η προσπάθεια αντιγραφής κλειδιών και πιστοποιητικών με σκοπό την παράκαμψη των μηχανισμών ταυτοποίησης.
- **Επιθέσεις εξαπάτησης συστημάτων δορυφορικού γεωεντοπισμού (GPS) με ψευδή δεδομένα τοποθεσίας:** Οι επιθέσεις αυτού του τύπου στοχεύουν στην παροχή ψευδών δεδομένων τοποθεσίας, παραπλανώντας το σύστημα πλοήγησης του οχήματος. Η χρήση ηλεκτρονικών υπογραφών για την επιβεβαίωση της γνησιότητας των δεδομένων τοποθεσίας μπορεί να συμβάλλει στη μείωση αυτού του κινδύνου .
- **Χρονικές επιθέσεις:** Οι χρονικές επιθέσεις εκμεταλλεύονται την καθυστέρηση στην αποστολή μηνυμάτων, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την ασφάλεια του οδηγού και του επιβάτη. Η εισαγωγή ακριβούς χρόνου σήμανσης αποτελεί ενδεδειγμένη λύση, παρόλο που αυξάνει την πολυπλοκότητα των συστημάτων χρήσης.
- **Επιθέσεις υποκλοπής δεδομένων:** Στόχος αυτών των επιθέσεων είναι η απόσπαση ευαίσθητων προσωπικών πληροφοριών, παραβιάζοντας την ιδιωτικότητα του οδηγού και των επιβατών. Η κρυπτογράφηση όλων των δεδομένων διασφαλίζει το απόρρητο της επικοινωνίας και προστατεύει από υποκλοπές.

Οι προαναφερόμενες επιθέσεις και απειλές καταδεικνύουν την ανάγκη για ανάπτυξη μηχανισμών διασφάλισης της αξιοπιστίας και της εμπιστευτικότητας των δεδομένων που μεταδίδονται μέσω των C-ITS.

Πιο συγκεκριμένα, αυτό το μοντέλο βασίζεται σε τρία επιμέρους επίπεδα (Μενεγάτος 2021):

- Το **πεδίο εντός του οχήματος (in-vehicle domain):** Απαιτεί όχημα επανδρωμένο με ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου, οι οποίες συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την κίνηση του οχήματος (ταχύτητα, τοποθεσία, διαστάσεις οχήματος), το γειτονικό του περιβάλλον (άλλα οχήματα, πεζοί) και τη λειτουργικότητά του.

- Το **πεδίο επικοινωνίας με τα υπόλοιπα οχήματα (V2X domain):** Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τα οχήματα γνωστοποιούνται σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των υπόλοιπων γειτονικών ενσωματωμένων μονάδων.
- Το **πεδίο επικοινωνίας με την υποδομή του δικτύου (infrastructure domain):** Τα οχήματα επικοινωνούν με την υποδομή του οδικού δικτύου, όπως σηματοδότες και πινακίδες, για την καλύτερη διαχείριση της κυκλοφορίας.

Οι πληροφορίες που λαμβάνονται από οχήματα ή από την υποδομή πρέπει να είναι αξιόπιστες. Η στρατηγική C-ITS προτείνει την ανάπτυξη μιας κοινής πολιτικής ασφάλειας και πιστοποιητικών, σε συνεργασία με όλους τους σχετικούς ενδιαφερόμενους στον τομέα, για την ανάπτυξη και λειτουργία των C-ITS πανευρωπαϊκά. Αυτός είναι και ο λόγος για την τήρηση κοινής στρατηγικής όσον αφορά την πολιτική ασφάλειας, καθώς και συγκεκριμένων δράσεων για τη διασφάλιση του δικαιώματος των πολιτών να ελέγχουν τα δικά τους προσωπικά δεδομένα (European Commission 2016).

Συμπερασματικά, οι εξελίξεις της συνεργατικής, διασυνδεδεμένης και αυτοματοποιημένης κινητικότητας συμβαίνουν όλο και πιο γρήγορα και υπόσχονται περαιτέρω αύξηση της ασφάλειας και λύσεις κινητικότητας χωρίς αποκλεισμούς. Για να είναι επιτυχείς, ωστόσο, πρέπει να αξιολογηθεί η ενσωμάτωση τόσο στην υπάρχουσα κυκλοφορία όσο και στις υπάρχουσες υποδομές.

2.3 Πλεονεκτήματα και Αδυναμίες Αυτόνομης Οδήγησης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η νέα τεχνολογία των αυτόνομων οχημάτων, η οποία ήδη έχει αρχίσει να εντάσσεται σε διάφορους τομείς μεταφορών, υπόσχεται σημαντική βελτίωση στην καθημερινότητα των πολιτών. Πολλές μελέτες και αναλύσεις αντιμετωπίζουν θετικά αυτήν την εξέλιξη, καθώς προσβλέπουν στην αναβάθμιση της οδικής ασφάλειας και τη γενικότερη βελτίωση της μετακίνησης. Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη των αυτόνομων οχημάτων είναι η δυνατότητά τους να συμβάλουν στη **μείωση των τροχαίων ατυχημάτων**. Σύμφωνα με πρόσφατα στατιστικά στοιχεία, το 94% των ατυχημάτων οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος, με κύριους παράγοντες την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ (31%), την υπερβολική ταχύτητα (28%) και την απόσπαση της προσοχής του οδηγού (10%) (Smith 2016). Η αυτοματοποιημένη τεχνολογία των οχημάτων έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει αποφάσεις με μεγαλύτερη ακρίβεια και συνέπεια σε σχέση με τους φυσικούς οδηγούς (Davola 2018), γεγονός που καθιστά τις **μετακινήσεις ασφαλέστερες.** Η ασφάλεια αυτή προέρχεται κυρίως από τη μείωση του ανθρώπινου λάθους και την άμεση διόρθωση σφαλμάτων μέσω του λογισμικού των οχημάτων, τα οποία έχουν

σχεδιαστεί με αυστηρά πρότυπα ασφαλείας, όπως ο έλεγχος της ταχύτητας και η δυνατότητα επιλογής της συντομότερης διαδρομής (Smith 2016). Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψιν το μειωμένο όριο ταχύτητας, αλλά, επιπλέον, και την λειτουργία της επιλογής της συντομότερης διαδρομής, η αυτοματοποιημένη οδήγησης υπόσχεται, μεταξύ άλλων, και **μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης.**

Επιπλέον, τα αυτόνομα οχήματα προσφέρουν πλεονεκτήματα όπως η **μείωση του άγχους** κατά την οδήγηση και η **αύξηση της άνεσης των επιβατών**. Καθώς η ευθύνη της μεταφοράς μετατίθεται στο λογισμικό του οχήματος, ο οδηγός μπορεί να απολαμβάνει ένα πιο χαλαρό ταξίδι, χωρίς το άγχος της κίνησης και της αναζήτησης χώρου στάθμευσης (Βογιατζή 2020). Με τη μείωση της ζήτησης θέσεων στάθμευσης λόγω της αποδοτικότερης χρήσης των οχημάτων, προκύπτουν περαιτέρω οφέλη, όπως η βελτίωση της ποιότητας ζωής και η αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος (Daniel J. Fagnant and Kockelman 2015).

Τέλος, η αυτοματοποιημένη οδήγηση προσφέρει και **περιβαλλοντικά οφέλη**, καθώς ενσωματώνει περισσότερη ηλεκτρική τεχνολογία στα οχήματα, μειώνοντας έτσι τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, θέτοντας έτσι τα αυτόνομα οχήματα ως μια βιώσιμη λύση για το μέλλον των μεταφορών. (SELF DRIVING CAR n.d.).

ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ

Η υιοθέτηση αυτόνομων οχημάτων από τους πολίτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης συνοδεύεται από πολλαπλές προκλήσεις, οι οποίες απαιτούν συντονισμένη δράση σε επίπεδο υποδομών, νομικού πλαισίου και ηθικών προτύπων. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στις καθημερινές μετακινήσεις δεν αποτελεί απλή διαδικασία, καθώς η ραγδαία πρόοδος της τεχνητής νοημοσύνης και ειδικότερα των συστημάτων αυτοματοποιημένης οδήγησης απαιτεί αξιολόγηση των επιπτώσεων και διαχείριση των νέων προκλήσεων που προκύπτουν.

Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις είναι η **προστασία των προσωπικών δεδομένων** των επιβατών. Τα αυτόνομα οχήματα συλλέγουν και επεξεργάζονται μεγάλο όγκο πληροφοριών, γεγονός που εγείρει ανησυχίες για πιθανή διαρροή δεδομένων, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε καταστάσεις εκβιασμού, παράνομης πώλησης ή δημοσιοποίησης προσωπικών στοιχείων (Collingwood 2017).

Εξίσου σημαντική πρόκληση είναι η **ασφάλεια των συστημάτων αυτόνομης οδήγησης**, δεδομένου ότι αυτά εξαρτώνται εξ' ολοκλήρου από την τεχνολογική υποδομή τους. Η αποτελεσματική λήψη αποφάσεων σε ακραίες ή απρόβλεπτες καταστάσεις παραμένει ζήτημα προς επίλυση, καθώς το κάθε σενάριο δεν μπορεί να έχει εκ των προτέρων προγραμματιστεί με απόλυτη ακρίβεια. Σε περιπτώσεις όπου το όχημα καλείται να διαχειριστεί πρωτόγνωρες καταστάσεις, όπως η εκτροπή στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας (σενάριο του Kyle Stock) ή η

επιλογή προτεραιότητας σε ένα ατύχημα μεταξύ παιδιού και ενήλικα, η αντίδραση του αλγόριθμου ενδέχεται να είναι ανεπαρκής (Daniel J. Fagnant and Kockelman 2015).

Ένα ακόμα ζήτημα είναι το γεγονός πως αυτού του είδους τα συστήματα είναι ευάλωτα σε **κυβερνοεπιθέσεις**. Η δυνατότητα επαναπρογραμματισμού των αυτόνομων οχημάτων για κακόβουλους σκοπούς αποτελεί σημαντική απειλή, καθώς οι επιθέσεις σε τέτοια συστήματα μπορεί να διαταράξουν την ομαλή λειτουργία του εθνικού οδικού δικτύου (Daniel J. Fagnant and Kockelman 2015). Η αδυναμία προστασίας από τέτοιες επιθέσεις ενδέχεται να υπονομεύσει την εμπιστοσύνη των πολιτών στη νέα τεχνολογία.

Επίσης, ένα ακόμα άλυτο πρόβλημα είναι αυτό των **νομικών επιπτώσεων** σε περίπτωση ατυχήματος. Η απόδοση ευθύνης μεταξύ του οδηγού και του κατασκευαστή παραμένει αδιευκρίνιστη, με ενδεικτικά παραδείγματα να αποτελούν τα πρώτα θανατηφόρα ατυχήματα αυτόνομων οχημάτων. Τον Μάρτιο του 2018, ένα αυτόνομο όχημα προκάλεσε το θάνατο ενός πεζού στην Αριζόνα των Η.Π.Α., με την αστυνομία του Σαν Φρανσίσκο να επιβάλλει πρόστιμο στον επιβάτη του οχήματος**.** Ένα άλλο παράδειγμα είναι αυτό κατά το οποίο τον Μάιο του 2016, ένα αυτοκίνητο στις Η.Π.Α. με αυτόνομη λειτουργία συγκρούστηκε με φορτηγό, προκαλώντας τελικά τον θάνατο του οδηγού (Tan et al. 2020). Αυτά τα περιστατικά ανέδειξαν την ανάγκη για θέσπιση ενός νέου ειδικά διαμορφωμένου νομικού πλαισίου, που θα ρυθμίζει την **απόδοση ευθύνης σε περίπτωση ατυχήματος**, δεδομένου ότι οι περισσότερες χώρες δεν διαθέτουν ακόμα σχετική νομοθεσία (Βογιατζή 2020). Ειδικότερα, το **νομοθετικό πλαίσιο** θα πρέπει να επικεντρωθεί στην απονομή ευθύνης, λαμβάνοντας υπόψη τα πιθανά τεχνολογικά σφάλματα που μπορεί να προκύψουν κατά τη χρήση ενός αυτόνομου οχήματος. Σύμφωνα με τους (Marchant and Lindor 2012), οι αιτίες ενός ατυχήματος μπορεί να οφείλονται είτε σε ανθρώπινο λάθος, είτε σε τεχνική βλάβη του οχήματος είτε σε απρόβλεπτες εξωτερικές συνθήκες. Εξετάζοντας τα συμβατικά οχήματα, η ευθύνη αποδίδεται στον οδηγό ή στον κατασκευαστή. Στα αυτόνομα οχήματα όμως, όπου η λήψη αποφάσεων είναι αυτόματη και εξαιρετικά πολυπλοκότερη συγκριτικά με ένα συμβατικό όχημα, ο καταμερισμός ευθύνης διαφοροποιείται σημαντικά, αφού πλέον ο οδηγός δεν είναι αυτός που καλείται να πάρει αποφάσεις κατά τα διάφορα οδικά σενάρια που το όχημα θα κληθεί να αντιμετωπίσει, αλλά η ίδια η νέα τεχνολογία (Marchant and Lindor 2012)**.**

Τέλος, οι **οικονομικές επιπτώσεις** της εισαγωγής των αυτόνομων οχημάτων θα είναι έντονες. Πολλά επαγγέλματα, όπως οι οδηγοί ταξί, λεωφορείων και μηχανικοί, κινδυνεύουν να μειωθούν ή να εξαλειφθούν, όπως οδηγοί ταξί, λεωφορείων, μηχανικοί αυτοκινήτων, κ.ά. Την ίδια στιγμή θα προκύψει ζήτηση για νέες ειδικότητες, σχετικές με τη συντήρηση και ανάπτυξη τεχνολογιών αυτονομίας. Επιπλέον, το υψηλό κόστος απόκτησης και συντήρησης των αυτόνομων οχημάτων ενδέχεται να οδηγήσει σε νέα μοντέλα χρήσης και ιδιοκτησίας του οχήματος, όπως η κοινή χρήση διαδρομών και οι μεταφορές με τη λογική "pay-as-you-go" (SELF DRIVING CAR n.d.).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η σταδιακή ενσωμάτωση των αυτόνομων οχημάτων στην καθημερινή ζωή απαιτεί τη **λήψη μέτρων από την πολιτεία και τις επιχειρήσεις**, ώστε να διασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση στην εποχή της αυτοματοποιημένης οδήγησης, προστατεύοντας τόσο την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των πολιτών, όσο και την οικονομική και κοινωνική σταθερότητα. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας ανάλυσης SWOT (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats) σχετικά με την αυτοματοποίηση στην οδήγηση αναλογικά με όλα εκείνα που αναλύθηκαν στο παραπάνω κείμενο. Συγκεκριμένα, η ανάλυση SWOT αξιολογεί την κατάσταση στον τομέα της αυτοματοποίησης και προσδιορίζει τα κρίσιμα σημεία που πρέπει να αντιμετωπιστούν ή να αξιοποιηθούν για να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων. Το όνομά της, εξάλλου, προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Strengths (Πλεονεκτήματα), Weaknesses (Αδυναμίες), Opportunities (Ευκαιρίες), και Threats (Απειλές) (SELF DRIVING CAR n.d.).



Εικόνα 2.1: Ανάλυση SWOT για τα αυτόνομα οχήματα

2.4 Ευρωπαϊκή Αντιμετώπιση

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτοματοποίησης αναμένεται να φέρει σημαντικές αλλαγές στον τρόπο ζωής των Ευρωπαίων Πολιτών με την εισαγωγή νέων συνηθειών και πρακτικών στην καθημερινότητά τους. Ωστόσο, η ενσωμάτωση της αυτόνομης οδήγησης απαιτεί μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεών της. Ήδη, τα αυτοματοποιημένα και διασυνδεδεμένα οχήματα κάνουν την εμφάνισή τους στους ευρωπαϊκούς δρόμους, ενώ η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) εργάζεται για τη δημιουργία ενός κοινού κανονιστικού πλαισίου, το οποίο θα εξασφαλίσει την ασφαλή και ταυτόχρονα βιώσιμη ενσωμάτωσή τους στην κοινωνία.

Αυτή η τεχνολογική πρόοδος δημιουργεί, ωστόσο, πολλές προκλήσεις σε επίπεδο νομοθεσίας και κανονιστικών ρυθμίσεων. Παρόλο που ορισμένες χώρες, όπως η Δανία, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και η Νότια Κορέα, έχουν προχωρήσει στη διαμόρφωση σχετικού νομικού πλαισίου, συχνά η προσέγγιση εστιάζει περισσότερο σε ηθικούς κώδικες και κανόνες δεοντολογίας (Jérémy and Alain 2019). Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο έχει δημοσιεύσει συγκεκριμένες προκλήσεις όσον αφορά στην ενσωμάτωση των αυτόνομων οχημάτων στην καθημερινότητα του πολίτη και στην κατεύθυνση που σκοπεύει να πάρει ως προς την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων. Γενική κατεύθυνση της ΕΕ ως προς την θέσπιση νομοθετικού πλαισίου αποτελεί ο αποτελεσματικός συνδυασμός της προστασίας των πολιτών με την προώθηση της καινοτομίας. Σε κάθε προσπάθεια υπαγωγής της αυτοματοποίησης της οδήγησης σε συγκεκριμένους κανόνες πρέπει να αντιμετωπιστεί η πρόκληση εξισορρόπησης των επιμέρους στόχων (Kelley et al. 2010).

Μια σημαντική πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε αυτήν την κατεύθυνση είναι η ανακοίνωση που εξέδωσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στις 17 Μαΐου 2018, με τίτλο «Στο δρόμο προς την αυτοματοποιημένη κινητικότητα: Μια στρατηγική της ΕΕ για την κινητικότητα του μέλλοντος». Στόχος αυτής της πρωτοβουλίας είναι η δημιουργία μιας ενιαίας πλατφόρμας για όλα τα κράτη-μέλη της ΕΕ, με σκοπό τον συντονισμό των δοκιμών των αυτόνομων οχημάτων σε δημόσιους δρόμους, καθώς και τη συνεργασία μεταξύ των σχετικών φορέων του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα (European Comission 2021). Πιο συγκεκριμένα, σε έκθεση που συντάχθηκε και εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο το 2018, αναδείχθηκε η ανάγκη θέσπισης ενός ολοκληρωμένου νομοθετικού πλαισίου της ΕΕ για όλα τα μεταφορικά μέσα, συμπεριλαμβανομένων των θαλάσσιων και αεροπορικών μεταφορών. Η έκθεση αυτή επισημαίνει την ιδιαίτερη σημασία της προστασίας των προσωπικών δεδομένων, καθώς και την ανάγκη για σαφείς κανόνες αναφορικά με την ανάληψη ευθύνης σε περίπτωση ατυχήματος (Van de Camp 2019).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, με γνώμονα την ενίσχυση της καινοτομίας και της τεχνολογικής προόδου, επιδιώκει τη διαμόρφωση ενός νομοθετικού πλαισίου που θα προωθεί την ασφάλεια και την

κοινωνική συνοχή, ενώ παράλληλα θα δημιουργεί ένα φιλικό περιβάλλον για την ανάπτυξη και δοκιμή των αυτόνομων οχημάτων.

2.4.1 Απόδοση ευθύνης σε περίπτωση ατυχήματος

Η ραγδαία πρόοδος στην αυτοματοποίηση της οδήγησης εγείρει σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά την **απόδοση ευθύνης σε περίπτωση ατυχήματος**, λόγω των πολλών ασαφειών που προκαλεί η νέα αυτή τεχνολογία. Η αποσαφήνιση των νομικών ευθυνών είναι κρίσιμη, δεδομένου ότι η κλασική έννοια της ευθύνης, όπως αυτή εφαρμόζεται στα συμβατικά οχήματα, δεν μπορεί να εφαρμοστεί άμεσα σε οχήματα με αυξημένη ή πλήρη αυτοματοποίηση. Αρχικά, σε ένα συμβατικό όχημα, η ευθύνη ενός ατυχήματος βαραίνει εξ' ολοκλήρου τον οδηγό, εκτός αν αυτό οφείλεται σε ελάττωμα του οχήματος, όπου τότε μπορεί να αναζητηθεί ευθύνη από τον κατασκευαστή, υπό την προϋπόθεση ότι ο οδηγός δεν γνώριζε το ελάττωμα (Schroll 2015). Ένα προϊόν χαρακτηρίζεται ως ελαττωματικό εάν δεν παρέχει την αναμενόμενη ασφάλεια (Patti 2019). Στην περίπτωση αυτή, ο κατασκευαστής ή ο σχεδιαστής του οχήματος φέρει την ευθύνη.

Ωστόσο, τα ζητήματα περιπλέκονται στα αυτόνομα και υψηλής αυτοματοποίησης οχήματα, όπου η ανθρώπινη εμπλοκή είναι περιορισμένη ή ανύπαρκτη. Σε αυτή την περίπτωση, η ευθύνη ενδέχεται να αποδοθεί στον κατασκευαστή του οχήματος, στον μηχανικό του λογισμικού ή ακόμη και στον σχεδιαστή του οδικού δικτύου, εάν κριθεί ότι οι υποδομές συνέβαλαν στο ατύχημα (Marchant and Lindor 2012). Παρά ταύτα, οι κατασκευαστές συχνά προστατεύονται από την ευθύνη για άγνωστα ελαττώματα, αφού η αξιολόγηση γίνεται βάσει των επιστημονικών γνώσεων κατά την περίοδο κατασκευής και όχι βάσει μελλοντικών εξελίξεων (Patti 2019).

Η κύρια πρόκληση έγκειται στο πώς ακριβώς θα ενταχθεί η αυτοματοποίηση στο υπάρχον **νομικό πλαίσιο**. Η ασάφεια αυτή εντείνεται από το γεγονός ότι δεν έχει ακόμα προσδιοριστεί αν το λογισμικό των οχημάτων πρέπει να θεωρηθεί ως προϊόν ή υπηρεσία. Εάν το λογισμικό θεωρηθεί ως προϊόν, η ευθύνη μπορεί να αποδοθεί στον κατασκευαστή για οποιαδήποτε δυσλειτουργία, σύμφωνα με την Οδηγία 85/374/ΕΟΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Χριστοδούλου 2019). Ωστόσο, η συνεχής βελτίωση και εξέλιξη του λογισμικού, σε αντίθεση με τα παραδοσιακά υλικά αγαθά που θεωρούνται αμετάβλητα, δημιουργεί νέες προκλήσεις για την απόδοση ευθύνης (Turner 2018).

Η **οδική ασφάλεια** αποτελεί, επίσης, κομβικό σημείο συζήτησης. Τα αυτόνομα οχήματα καλούνται να συνυπάρχουν με τα συμβατικά οχήματα, τους πεζούς και τους ποδηλάτες στους ίδιους δρόμους, δημιουργώντας ανάγκη για πανευρωπαϊκή εναρμόνιση των κανόνων οδικής κυκλοφορίας και βελτίωση των υποδομών για τη διευκόλυνση αυτής της συνύπαρξης (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο 2019).

Συνολικά, οι διαφορετικές προσεγγίσεις για την απόδοση ευθύνης αναδεικνύουν την πολυπλοκότητα του ζητήματος. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τους (Kelley et al. 2010), η ευθύνη

θα πρέπει να βαρύνει τον κατασκευαστή αν το λογισμικό αποδειχθεί ελαττωματικό κατά την πώληση του προϊόντος. Με βάση το (Schroll 2015) η ευθύνη ανήκει κυρίως στον κατασκευαστή, ως το άτομο που επενδύει στην κατασκευή και προωθεί το προϊόν στην αγορά, ενώ στο (Davola 2018) επισημαίνεται ότι η εμπλοκή και άλλων φορέων στην κατασκευή δημιουργεί αμφιβολίες για το αν η ευθύνη μπορεί να καταλογιστεί αποκλειστικά στον σχεδιαστή. Στο (Vladeck 2014) υποστηρίζεται ότι όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς πρέπει να μοιράζονται την ευθύνη εξίσου, καθώς ο καταμερισμός εργασιών είναι καθοριστικός στη δημιουργία ενός τόσο σύνθετου προϊόντος.

2.4.2 Προστασία προσωπικών δεδομένων και ζητήματα ηθικής

Η εισαγωγή αυτόνομων οχημάτων εγείρει σημαντικά ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων και ηθικής. Η διαφύλαξη της ιδιωτικότητας, ένα από τα θεμελιώδη ανθρώπινα δικαιώματα, πρέπει να παραμείνει προτεραιότητα για τις σύγχρονες κοινωνίες, παράλληλα με την ασφάλεια. Παρόλο που μέχρι στιγμής δεν έχουν υιοθετηθεί συγκεκριμένα μέτρα για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων στον τομέα της αυτοματοποίησης, εκτιμάται ότι οι υπάρχουσες ρυθμίσεις θα ισχύσουν και για τα αυτόνομα οχήματα. Οι κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την τεχνητή νοημοσύνη βρίσκονται υπό διαμόρφωση και προς το παρόν ορίζουν ότι τα αυτόνομα οχήματα θα πρέπει να σέβονται την ανθρώπινη αξιοπρέπεια και την ελευθερία επιλογής (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο 2019).

Η πρόκληση της προστασίας της ιδιωτικότητας στον τομέα των αυτόνομων οχημάτων μπορεί να αναλυθεί σε τρεις επιμέρους τομείς σύμφωνα με τον (Collingwood 2017):

1. **Αυτονομία του απορρήτου (autonomy privacy interests):** Η δυνατότητα του χρήστη να λαμβάνει ελεύθερα αποφάσεις σχετικά με τη χρήση των δεδομένων του. Στα αυτόνομα οχήματα, η αυτονομία αυτή ενδέχεται να υπονομευθεί, καθώς ο έλεγχος θα ανήκει πλέον περισσότερο στην τεχνολογία του οχήματος παρά στον ίδιο τον χρήστη.
2. **Απόρρητο των πληροφοριών (information privacy interests):** Η προστασία των προσωπικών δεδομένων που συλλέγονται από το όχημα, όπως τοποθεσία και συμπεριφορές του οδηγού, είναι κρίσιμης σημασίας, καθώς τα δεδομένα αυτά θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για αθέμιτους σκοπούς.
3. **Επιτήρηση (surveillance privacy interests):** Η συνεχής παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των χρηστών από το όχημα, η οποία ενδέχεται να οδηγήσει σε περιορισμό της ιδιωτικότητας και της ελευθερίας κινήσεων (Collingwood 2017).

Παρά, όμως, το γεγονός ότι αυτοματοποίηση και συνδεσιμότητα δεν είναι απαραίτητα αλληλένδετα, προβλέπεται ότι θα είναι βασικός παράγοντας της νέας τεχνολογίας οδήγησης (Επιτροπή 2018). Αναγκαίο για την ομαλή λειτουργία αυτού του είδους της οδήγησης είναι η πρόσβαση σε μια σειρά πληροφοριών, όπως για παράδειγμα καιρικές συνθήκες, τυχόντα οδικά έργα, κατάσταση κυκλοφορίας σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο (Daniel J. Fagnant and

Kockelman 2015). Αυτή η ανάγκη εγείρει ερωτήματα σχετικά με την επίτευξη του αναγκαίου επιπέδου απορρήτου και ειδικότερα κατά το σενάριο όπου ένα όχημα χρειάζεται να περάσει τα σύνορα διαφορετικών χωρών, καθώς ακόμα δεν υπάρχει ένα ενιαίο σύστημα διακυβέρνησης και κανόνων για την προστασία των προσωπικών δεδομένων (Charisi, V., Compañó, R., N., Gomez, E., Klenert, D., Lutz, and Marschinski, R., Torrecilla-Salinas 2006).

Πιο συγκεκριμένα, η ΕΕ είναι πρωτοπόρος στον παγκόσμιο διάλογο που αφορά στην ηθική της τεχνητής νοημοσύνης. Ένα σημαντικό κομμάτι που αφορά στην συγκεκριμένη νομοθεσία είναι ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Προσωπικών Δεδομένων (GDPR), ο οποίος τέθηκε σε ισχύ το 2018. Στην Ενότητα 5 του κανονισμού αναφέρονται οι διατάξεις σχετικά με την αυτοματοποιημένη (αλγοριθμική) λήψη αποφάσεων. Επίσης, τον Μάρτιο του 2018, το ανεξάρτητο συμβουλευτικό σώμα του Προέδρου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το οποίο εξειδικεύεται στην ηθική της επιστήμης και των νέων τεχνολογιών, δημοσίευσε δήλωση για την τεχνητή νοημοσύνη, την ρομποτική και την αυτοματοποίηση, η οποία μεταξύ άλλων πρότεινε «ένα σύνολο βασικών αρχών και δημοκρατικών προϋποθέσεων, βασισμένο στις θεμελιώσεις αξίες που τίθενται στις συνθήκες και τα θεμελιώδη δικαιώματα της ΕΕ» (Daly et al. 2019).

Σε ένα γενικότερο πλαίσιο, η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων των χρηστών, θα πρέπει να περιορίζεται στα απολύτως απαραίτητα της κάθε περίπτωσης. Έτσι, θα επιτευχθεί η έλλογη συγκέντρωσή τους (European Data Protection board 2020). Παρόλα αυτά, αυτή η πρόθεση έρχεται σε σύγκρουση με την ίδια τη φιλοσοφία του οχήματος και της τεχνολογίας, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η τροφοδοσία πληροφοριών, τόσο αποτελεσματικότερες θα είναι οι αποφάσεις που θα κληθεί να λάβει κάθε φορά το όχημα. Εξετάζονται, λοιπόν, συστήματα τα οποία λειτουργούν αποτελεσματικότερα μέσω μια μεγάλης πηγής δεδομένων, ενίοτε ευαίσθητου προσωπικού περιεχομένου, τα οποία χρήζουν ειδικής προστασίας (Κουσουνή-Πανταζοπούλου 2019).

Ύψιστης σημασίας αποτελεί η προστασία των προσωπικών δεδομένων από τον σχεδιασμό του οχήματος, δηλαδή η μέριμνα των κατασκευαστών για τη συλλογή όσο το δυνατόν λιγότερων και πιο απαραίτητων δεδομένων ικανών και αναγκαίων για την λήψη ορθών αποφάσεων από το όχημα (Ishii 2019). Μια τακτική που θα βοηθήσει στη μείωση διαρροής προσωπικών δεδομένων είναι η *ανωνυμία*, με την οποία θα δυσκολεύει η ταυτοποίηση των χρηστών και η *ψευδωνυμία*, με την οποία θα απαιτείται ένα «κλειδί» με το οποίο θα μπορούν να αντικατασταθούν τα ψευδώνυμα με τα πραγματικά στοιχεία του χρήστη (European Data Protection board 2021). Μια άλλη διέξοδος μπορεί να αποτελέσει η διαγραφή δευτερεύουσας σημασίας δεδομένων, ώστε να αποτραπεί η μελλοντική τους κατάχρηση, όπως επίσης και ο αλγόριθμος, ο οποίος εκ κατασκευής δεν θα επιτρέπει την περαιτέρω επεξεργασία πληροφοριών (van den Hoven van Genderen 2017). Παράλληλα, η ψηφιακή υπογραφή αποτελεί αρκετά διαδεδομένη μέθοδο εγγύησης αυθεντικότητας δεδομένων του συστήματος, αφού υπάρχει η δυνατότητα στον παραλήπτη για επιβεβαίωση της ταυτότητας του αποστολέα του μηνύματος. Παρόλα αυτά οποιαδήποτε δυσλειτουργία αυτής της διαδικασίας μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα στο δίκτυο συνολικά (Μενεγάτος 2021).

Συμπερασματικά, η προστασία των προσωπικών δεδομένων, η διασφάλιση της ιδιωτικότητας και η θεσμοθέτηση κανόνων δεοντολογίας είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχή ανάπτυξη και αποδοχή των αυτόνομων και διασυνδεδεμένων οχημάτων από τους πολίτες. Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύεται πως θα εξασφαλίσει ότι οι χρήστες αυτών των οχημάτων θα έχουν τον πλήρη έλεγχο των δεδομένων τους και ότι η χρήση αυτών θα γίνεται έλλογα, με διαφάνεια και σεβασμό προς τα θεμελιώδη δικαιώματα των πολιτών (European Comission 2021).

2.4.3 Νομοθετικά πλαίσια σε χώρες της Ευρώπης

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας καθιστά επιτακτική την αξιολόγηση των αλλαγών που θα επιφέρει στην καθημερινή ζωή των Ευρωπαίων πολιτών. Η ενσωμάτωση της αυτοματοποίησης στην οδήγηση δεν προσφέρει μόνο θετικά αποτελέσματα· αντίθετα, συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις και αβεβαιότητες, που καθιστούν αναγκαία την αντιμετώπιση των νομικών και τεχνικών ζητημάτων που ανακύπτουν. Παρά την αυξανόμενη διείσδυση των αυτόνομων λειτουργιών, η δημιουργία ενός συνεκτικού νομοθετικού πλαισίου παραμένει δυσχερής λόγω της υφιστάμενης αβεβαιότητας (Rosenberg 2017), (Turner 2018). Όποια προσέγγιση κι αν επιλεγεί, η ένταξη της νέας τεχνολογίας σε ένα σαφές νομικό καθεστώς ισορροπεί μεταξύ δύο βασικών στόχων: την προστασία των καταναλωτών και την προώθηση της καινοτομίας (Kelley et al. 2010).

Είναι γεγονός πως η υιοθέτηση ενός σαφούς νομοθετικού πλαισίου από μια χώρα δύναται να πυροδοτήσει διεθνείς εξελίξεις και αλλαγές (Turner 2018). Ένα τέτοιο πλαίσιο θα άνοιγε τον δρόμο για την ευρύτερη αποδοχή της αυτοματοποιημένης οδήγησης, καθώς θα παρείχε σαφήνεια σε θέματα όπως η απόδοση ευθυνών σε περίπτωση ατυχήματος ή η χρήση της τεχνολογίας για κακόβουλους σκοπούς.

Σε γενικότερο πλαίσιο, στις 8 Νοεμβρίου 1986 στη Βιέννη υπογράφθηκαν δύο συμβάσεις, από τριάντα έξι (36) και τριάντα (30) χώρες αντίστοιχα που σχετίζονται με την οδική κυκλοφορία και την οδική σήμανση και σηματοδότηση (Smith 2016). Σύμφωνα με την σύμβαση για την οδική κυκλοφορία ως «οδηγός» λογίζεται οποιοδήποτε φυσικό πρόσωπο με κατάλληλη φυσική και διανοητική ικανότητα, ενώ ο έλεγχος του οχήματος απαιτείται από τον ίδιο τον οδηγό (Ungern-Sternberg n.d.). Συνεπώς, σε μια γενική βάση αυτές οι απαιτήσεις αποτελούν εμπόδιο για την πλήρη ενσωμάτωση των αυτόνομων οχημάτων στο υπάρχον νομικό πλαίσιο.

Παρακάτω γίνεται αναφορά των νομοθετικών πλαισίων σε διάφορες χώρες της Ευρώπης σχετικά με την αυτοματοποίηση στην οδήγηση. Εξετάζονται οι ελλείψεις του και η δυνατότητα χρήσης, έστω και πιλοτικά αυτής της νέας τεχνολογίας.

ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα αποτελεί, ανάμεσα σε άλλες, μια χώρα που έχει ενστερνιστεί αυτή την νέα τεχνολογία. Αυτό επιβεβαιώνεται από την συμμετοχή της πόλης των Τρικάλων στο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα CityMobil2. Στο πλαίσιο αυτού το προγράμματος για το χρονικό διάστημα από την 1 Σεπτεμβρίου 2015 έως τις 29 Φεβρουαρίου 2016 πραγματοποιήθηκε πιλοτική διαδρομή αυτόνομου λεωφορείου, χωρίς οδηγό, στους δρόμους της πόλης των Τρικάλων. Κατά τη διάρκεια, όμως, του προγράμματος παρουσιάστηκε μια δυσλειτουργία, καθώς υπήρξε απόκλιση του οχήματος από την κατεύθυνσή του πιθανόν εξαιτίας προσωρινής απώλειας του σήματός του (Κασσίμη 2019). Μετά το τέλος του πιλοτικού προγράμματος εκφράστηκε η επιθυμία για διόρθωση των αστοχιών που προέκυψαν και η εκ νέου λειτουργία αυτόνομων οχημάτων (Κασσίμη 2019).

Στην Ελλάδα, οι διατάξεις του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (ΚΟΚ), καθώς και του αστικού και ποινικού δικαίου, καλύπτουν μόνο την πιλοτική χρήση αυτόνομου οχήματος και αυτό υπό προϋποθέσεις. Σύμφωνα με το Ν. 4266/2014, κάθε όχημα πρέπει να έχει οδηγό και να πληροί συγκεκριμένες προϋποθέσεις φυσικής και πνευματικής ικανότητας. Ωστόσο, προβλέπονται εξαιρέσεις για πιλοτικές δοκιμές αυτόνομων λεωφορείων χωρίς οδηγό, κατόπιν έγκρισης από το τοπικό δημοτικό συμβούλιο και την τοπική υπηρεσία τροχαίας, και υπό την προϋπόθεση ότι θα τηρούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές διαδρομής και χρονικής διάρκειας.

ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Η Γερμανία παρουσιάζει προοδευτική στάση σχετικά με την αυτοματοποιημένη οδήγηση, καθώς έχει επιτρέψει την κυκλοφορία μικρών αυτόνομων επιβατικών λεωφορείων και εμπορικών οχημάτων. Μέχρι στιγμής, στους δρόμους του Βερολίνου και του Αμβούργου χρησιμοποιούνται τηλεκατευθυνόμενα ηλεκτρικά οχήματα για περισσότερο από τρία χρόνια. Ωστόσο, επέβαινε πάντα οδηγός ασφαλείας (Οικονομικός Ταχυδρόμος 2023).

Ένα από τα άμεσα σχέδια είναι τα καθημερινά δρομολόγια από αυτοματοποιημένα εξαθέσια SUV οχήματα στις πόλεις Ντάρμσταντ και Όφενμπαχ. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα πιλοτικό πρόγραμμα δύο ετών στο οποίο συμμετέχουν οι Γερμανικοί Σιδηρόδρομοι (DB), ο Οργανισμός Συγκοινωνιών της περιφέρειας Rhein–Main (RMW) και οι επιχειρήσεις δημοτικών συγκοινωνιών του Ντάρμσταντ και του Όφενμπαχ. Σε αυτό το πρόγραμμα θα χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά εξαθέσια ρομποτικά οχήματα με ειδικές κάμερες και αισθητήρες. Όσο για τον προγραμματισμό και τον συντονισμό των μετακινήσεων υπεύθυνες θα είναι οι θυγατρικές εταιρίες των Γερμανικών Σιδηροδρόμων Loki και Clevershuttle (Newsroom 2023).

Ωστόσο, υπάρχουν κωλύματα με την νομοθεσία καθώς δεν υπάρχει το απαραίτητο ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για την αυτοματοποίηση στην οδήγηση. Το Υπουργείο Μεταφορών της Γερμανίας συγκεκριμένα αναφέρει πως το νέο νομοθετικό πλαίσιο θα πρέπει «να επιτρέψει την

τυπική λειτουργία αυτόνομων, μηχανοκίνητων οχημάτων χωρίς οδηγό σε δημόσιους δρόμους, που περιορίζονται γεωγραφικά σε ένα καθορισμένο περιβάλλον» (autotriti.gr 2020).

ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ

Η κυβερνητική πολιτική του Ηνωμένου Βασιλείου στοχεύει στην ενσωμάτωση της αυτοματοποιημένης οδήγησης στη χώρα. Ήδη από το 2015 χρηματοδοτεί πιλοτικά προγράμματα σε συγκεκριμένες πόλεις (Vehicles et al. 2015). Το 2021 έγινε η πρώτη πιλοτική διαδρομή αυτόνομου λεωφορείου στην πόλη του Κέιμπριτζ, το οποίο κυκλοφόρησε σε δημόσιους δρόμους κοντά στο Πανεπιστήμιο (Athens Transport 2021). Όμως, σύμφωνα με σχετική έρευνα που διεξήχθη στους πολίτες της Μ. Βρετανίας το 30% είναι θετικό, το 35% είναι ουδέτερο και το υπόλοιπο 35% είναι αρνητικό με αυτή τη νέα τεχνολογική εξέλιξη, γεγονός που υποδηλώνει την άμεση ανάγκη κρατικών μέτρων με σκοπό την ομαλή ενσωμάτωση των ρομποτικών οχημάτων στην καθημερινότητα των πολιτών (newsauto 2021). Ωστόσο, κι εδώ παρατηρούνται προβλήματα εξαιτίας της γενικότερης έλλειψης σχετικού νομοθετικού πλαισίου. Για τον λόγο αυτόν, έχουν δημοσιευτεί ειδικές κατευθυντήριες οδηγίες που αφορούν πιλοτικά προγράμματα, στα οποία για παράδειγμα αναφέρεται η υποχρεωτική παρουσία οδηγού εντός του οχήματος (Kay 2015).

Επίσης, η Μ. Βρετανία, στον τομέα της ασφάλισης και των αποζημιώσεων, κινείται προς τέτοια κατεύθυνση έτσι ώστε σύμφωνα με νόμο που θεσμοθέτησε το 2018 να καλεί σε υποχρεωτική ασφάλιση τα αυτόνομα οχήματα, κατά την οποία, μάλιστα, καταλαμβάνει την υποχρέωση αποζημίωσης και των τρίτων αλλά και του ασφαλισμένου, δηλαδή συνηθέστερα του οδηγού (Turner 2018). Σε περίπτωση που το όχημα δεν είναι ασφαλισμένο την ευθύνη την αναλαμβάνει ο ιδιοκτήτης (Patti 2019).

ΟΛΛΑΝΔΙΑ

Το 2016 το Future Bus πραγματοποίησε το πρώτο του δρομολόγιο σε δημόσιους δρόμους της Ολλανδίας. Μέσα στο όχημα υπήρχε εφεδρικός οδηγός, ο οποίος όμως δεν χρειαζόταν να επέμβει παρά μόνο να πιάσει το τιμόνι σε περίπτωση που υπήρχε αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας στο δρόμο, σύμφωνα με τους οδικούς κανόνες κυκλοφορίας της Ολλανδίας (Κώστας Βλαχάκης 2016a). Αυτή η μεταφορά των επιβατών αναμένεται να υιοθετηθεί ως ένα βασικό μέσο μαζικής μεταφοράς της χώρας (Κώστας Βλαχάκης 2016b).

Ταυτόχρονα, η Ολλανδία έχει στρέψει για αρκετό διάστημα την προσοχή της στην μετατροπή των εμπορικών και εφοδιαστικών οχημάτων της από συμβατικά σε αυτόνομα με στόχο μεγαλύτερα οικονομικά οφέλη για το κράτος (Η Καθημερινή 2014).

2.5 Συμπεράσματα Βιβλιογραφίας

Από την παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση φανερώνεται πως η εισαγωγή της αυτοματοποίησης στην οδήγηση υπόσχεται καλύτερη ποιότητα μεταφοράς. Ωστόσο, ταυτόχρονα εγκυμονεί προκλήσεις οι οποίες ακόμα δεν έχουν επιλυθεί, με αποτέλεσμα αυτό να δυσχεραίνει την ομαλή υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας στη ζωή του Ευρωπαίου Πολίτη. Παρά την αυξανόμενη τάση υιοθέτησης των αυτόνομων οχημάτων στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η μετάβαση σε πλήρως αυτόνομες αστικές συγκοινωνίες και ευρύτερα στην αυτόνομη μετακίνηση παραμένει σύνθετη και δύσκολη. Οι κοινωνικές ανησυχίες και η δυσπιστία των πολιτών, όπως επισημαίνουν σχετικές μελέτες, αποτελούν σημαντικό εμπόδιο, ειδικά για ευάλωτες ομάδες όπως ποδηλάτες και πεζούς (Penmetsa et al. 2019). Λαμβάνοντας υπόψιν τις πολλές τεχνολογικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές των αυτόνομων οχημάτων, **η αποδοχή και η ενσωμάτωση αυτής της τεχνολογίας φαίνεται απαιτητική**. Η δυσκολία αυτή εντείνεται λόγω της πολυπλοκότητας των κοινωνικών, ψυχολογικών και οικονομικών παραμέτρων που πρέπει να συνυπολογιστούν για τη μεγιστοποίηση των οφελών των αυτόνομων οχημάτων. Είναι κρίσιμο, ωστόσο, να κατανοηθεί ότι η στάση των πολιτών απέναντι σε αυτή την τεχνολογία θα επηρεάσει καθοριστικά το επίπεδο υιοθέτησής της.

Συνοψίζοντας, η βιβλιογραφική ανασκόπηση έδειξε ότι την τελευταία περίοδο έχει αρχίσει να μελετάται έντονα η ένταξη των αυτόνομων οχημάτων. Συγκεκριμένα, σχετικά με την ομαλή ενσωμάτωση στη ζωή του πολίτη ερευνάται η διασυνδεδεμένη κινητικότητα και τα έξυπνα μεταφορικά συστήματα μέσω των όρων **CCAM και C-ITS** με σκοπό την ασφαλή και αποδοτική μεταφορά.

Στη συνέχεια, γίνεται εκτενής αναφορά στα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες που ακόμα υπάρχουν. Συγκεκριμένα, γίνεται λόγος πως με την νέα τεχνολογία επιτυγχάνεται **ασφαλέστερη** και πιο **άνετη μεταφορά**, με αποτέλεσμα να μειώνεται το άγχος κατά την μεταφορά και να αυξάνεται ο ελεύθερος χρόνος του πολίτη. Παράλληλα, ένα ακόμα θετικό της εξέλιξης είναι το **περιβαλλοντικό αποτύπωμα** αφού υπόσχεται έλλειψη εκπομπών, όπως επίσης και ανάπτυξη της οικονομίας.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν ακόμα αρκετές προκλήσεις και αδυναμίες προς επίλυση. Για παράδειγμα, για να διαδοθεί πανευρωπαϊκά αυτός ο στόλος οχημάτων απαιτούνται αλλαγές στις **οδικές υποδομές** και καλύτερη μελέτη και αναθεώρηση του **νομοθετικού πλαισίου**, καθώς οι νομικές κυρώσεις είναι ακόμα ασαφείς. Επίσης, υπάρχει ανησυχία όσον αφορά την **ιδιωτικότητα των προσωπικών δεδομένων** και την **κακόβουλη χρήση της τεχνολογίας**.

Όλοι αυτοί οι παράγοντες που επηρεάζουν την ενσωμάτωση της αυτοματοποίησης στην κοινωνία της Ευρώπης αναλύονται στο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Μελετώντας τους φανερώνεται πως λόγω της πολυπλοκότητας του μέσου μεταφοράς και των διαφορετικών κοινωνικοδημογραφικών χαρακτηριστικών απαιτείται αρκετή εξειδίκευση και

πολλά σενάρια για να εξαχθούν συμπεράσματα και το πώς μπορεί αυτή η νέα τεχνολογία να υιοθετηθεί ομαλά και γρήγορα από όλους τους Ευρωπαίους Πολίτες.

Για να εξεταστούν, λοιπόν, πιο εκτεταμένα και συνδυαστικά οι παράγοντες που θα οδηγήσουν τον Ευρωπαίο πολίτη στη χρήση ενός πλήρως αυτοματοποιημένου οχήματος, δημιουργήθηκε ένα **ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο** το οποίο εξετάζει την αντίδραση των πολιτών απέναντι σε διάφορους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες. Οι ερωτήσεις του προέκυψαν από την σχετική βιβλιογραφική έρευνα που περιγράφηκε παραπάνω. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε πανευρωπαϊκά σε όλα τα κοινωνικά και ηλικιακά στρώματα. Στόχος του ερωτηματολογίου και της μετέπειτα επεξεργασίας του είναι να **συνδυάσει όλους τους παράγοντες** που προαναφέρθηκαν στη βιβλιογραφική ανασκόπηση δημιουργώντας διάφορα **σενάρια και συνδυασμούς**. Αυτό έχει ως σκοπό την εμβάθυνση της έρευνας σχετικά με αυτούς τους παράγοντες, πώς αυτοί επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την κρίση του Ευρωπαίου Πολίτη και σε ποιον βαθμό, καθώς και την ανάδειξη της πολυπλοκότητας της συνδυαστικής μελέτης τους. Τελικός στόχος είναι η ανάδειξη των παραγόντων που επηρεάζουν καθοριστικά την απόφαση του πολίτη για χρήση της τεχνολογίας, με τελικό σκοπό τις προτάσεις για διαχείριση της αυτοματοποίησης, έτσι ώστε να επέλθει ομαλότερη μετάβαση σε αυτή την νέα τεχνολογία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο της έρευνας περιγράφεται το μαθηματικό μοντέλο και το θεωρητικό υπόβαθρο βάσει του οποίου εξήχθησαν συμπεράσματα σχετικά με την αυτοματοποίηση στην οδήγηση. Βασική αρχή είναι το γεγονός πως η μέθοδος εκτίμησης που χρησιμοποιείται στην παρούσα έρευνα βασίζεται στις πληροφορίες που εμπεριέχονται στο δείγμα που αποκτήθηκε μέσω ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου. Αναπτύσσονται οι βασικές έννοιες και η μέθοδος της δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης (binary logistic regression) και περιγράφονται λεπτομερώς οι ιδιότητες του μοντέλου και των διαδικασιών εκτίμησης των παραμέτρων τους. Η μελέτη περιλαμβάνει δείγμα 235 απαντήσεων ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου και εξετάζει πώς επηρεάζεται η κρίση του Ευρωπαίου Πολίτη σε σχέση με την αυτοματοποίηση μελετώντας συγκεκριμένους παράγοντες, οι οποίοι κατά κύριο λόγο προέκυψαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση του προηγούμενου κεφαλαίου.

3.1 Εισαγωγή

Η πρόβλεψη της ζήτησης του μέσου μεταφοράς και του είδους του, όπως επίσης και η συμπεριφορά και η προτίμηση του χρήστη αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην ανάλυση των συστημάτων μεταφορών. Ήδη από τα τέλη του 1960 άρχισε να απασχολεί τους επιστήμονες η μοντελοποίηση της δυαδικής επιλογής στη χρήση των μέσων (M. E. Ben-Akiva and Lerman 1985). Η έρευνα στις αρχές της δεκαετίας του 1970 προσανατολίστηκε σε μοντέλα επιλογής τρόπου με περισσότερες από δύο εναλλακτικές λύσεις και σε εφαρμογές που σχετίζονταν με διάφορους παράγοντες των ταξιδιών, όπως ο προορισμός, η συχνότητα και η ιδιοκτησία του μέσου (M. E. Ben-Akiva and Lerman 1985). Οι μελέτες αυτές χρησιμοποίησαν διαφορετικούς τύπους δεδομένων και ανέπτυξαν ολοκληρωμένες προδιαγραφές του μοντέλου με κοινωνικοοικονομικές προεκτάσεις (M. E. Ben-Akiva and Lerman 1985).

Γενικά, η συμπεριφορά ενός μεγάλου πλήθους εκφρασμένη σε όρους συνολικών μεγεθών, όπως η ζήτηση και η προσφορά, έχει απασχολήσει την επιστήμη. **Μέσω της μοντελοποίησης το αποτέλεσμα των ατομικών αποφάσεων εκφράζεται ως μοντέλο συνολικής συμπεριφοράς**. Η συμπεριφορά που θα χρησιμοποιηθεί στην μοντελοποίηση είναι περιγραφική και εκφράζει τον μέσο όρο συμπεριφοράς των ανθρώπων, δηλαδή η έννοια τυποποιείται και οδηγεί σε μοντέλα με παραμέτρους και μεταβλητές που μπορούν να μετρηθούν ή να εκτιμηθούν. Δεν υπάρχει μια ενιαία, καθολικά αποδεκτή θεωρία επιλογής που να ικανοποιεί αυτές τις απαιτήσεις. Οι εναλλακτικές θεωρίες διαφέρουν κυρίως ως προς το επίπεδο λεπτομέρειας με το οποίο εξιδανικεύουν τις διαδικασίες σκέψης που παράγουν την παρατηρούμενη συμπεριφορά (M. E. Ben-Akiva and Lerman 1985).

Στη βιβλιογραφία έχουν παρατηρηθεί κι άλλες έρευνες οι οποίες με τη χρήση ερωτηματολογίου και έπειτα μοντελοποίησης εξάγουν συμπεράσματα που αφορούν τα αυτόνομα οχήματα. Για

παράδειγμα, οι (Tan et al. 2020) μέσω ερωτηματολογίων και επεξεργασίας αποτελεσμάτων με μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης εξετάζουν τους κύριους παράγοντες επιρροής της αγοράς ενός αυτόνομου οχήματος. Επίσης, ο (Χαριτάτος 2020) μέσω ερωτηματολογίων κι έπειτα μέσω μοντέλων λογιστικής παλινδρόμησης εξέτασε παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή της αυτοματοποίησης και τις υπηρεσίες κινητικότητας συγκεκριμένα για το κέντρο της Αθήνας. Τέλος, στο (Τριανταφυλλίδη 2021) μέσω πολυωνυμικού μοντέλου logit εξετάζονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την προτίμηση χρήσης κοινόχρηστων αυτόνομων οχημάτων.

3.2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.2.1 Θεωρία επιλογής εναλλακτικής

Βασικό μέρος της συγκεκριμένης έρευνας αποτελεί η ανάλυση των παραγόντων και των συνιστωσών που θα επηρεάσουν την αγορά και τη χρήση των αυτόνομων οχημάτων, όπως επίσης και ο προσδιορισμός ομάδων ανθρώπων που θα στραφούν θετικά στα αυτόνομα οχήματα. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω των απαντήσεων του ερωτηματολογίου.

Σε γενικές γραμμές, το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης επιλέγεται για την αντιμετώπιση της επιρροής της μεταβλητής X (επεξηγηματική) σε σχέση με την Y (εξηγούμενη). Μια απάντηση μπορεί να θεωρηθεί ως το αποτέλεσμα μιας διαδοχικής διαδικασίας λήψης αποφάσεων που περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα (M. E. Ben-Akiva and Lerman 1985):

1. Ορισμός του προβλήματος επιλογής
2. Δημιουργία εναλλακτικών λύσεων
3. Αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των εναλλακτικών επιλογών
4. Επιλογή
5. Εφαρμογή

Έτσι, μια συγκεκριμένη θεωρία της επιλογής είναι μια συλλογή διαδικασιών που ορίζει τα ακόλουθα στοιχεία (M. E. Ben-Akiva and Lerman 1985):

- **Αποφασίζων**: Η μονάδα λήψης αποφάσεων μπορεί να είναι ένα μεμονωμένο άτομο ή μια ομάδα ατόμων (οικογένεια, επιχείρηση, κλπ.). Σε αυτές τις περιπτώσεις αφαιρούνται οι πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις στο εσωτερικό τους και λαμβάνεται υπόψιν ως ένας μεμονωμένος «φορέας», χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι ορισμένες απαντήσεις βασίζονται στα κυρίαρχα μέλη του εκάστοτε φορέα. Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί πως

ένα άτομο μπορεί να ακολουθεί μια συνήθεια, μια διαίσθηση ή να μιμείται κάποιον που τον θεωρεί ειδικότερο. Ωστόσο, ακόμα κι αυτές οι μορφές συμπεριφοράς αναπαρίστανται σαν διαδικασία επιλογής και τελικής λήψης μιας και μοναδικής εναλλακτικής.

- **Εναλλακτικές λύσεις**: Η επιλογή γίνεται από ένα μη κενό σύνολο εναλλακτικών επιλογών. Αυτό το σύνολο περιλαμβάνει λύσεις που είναι εφικτές (σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα, τους χρηματικούς πόρους, τον χρόνο) και γνωστές (σχετίζεται με την γνώση του αποφασίζοντα στο αντικείμενο που ερωτάται) κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

- **Χαρακτηριστικά των εναλλακτικών λύσεων**: Η ελκυστικότητα μιας εναλλακτικής λύσης αξιολογείται μέσω χαρακτηριστικών τιμών. Σε αυτή την έρευνα εξετάζονται ετερογενείς εναλλακτικές, οπότε και ο αποφασίζων αξιολογεί διαφορετικά το ίδιο χαρακτηριστικό μιας εναλλακτικής.

- **Κανόνας απόφασης**: Μια επιλογή από ένα σύνολο που περιέχει δύο ή περισσότερες εναλλακτικές λύσεις απαιτεί μια απόφαση κανόνα, όπου επεξηγείται πώς ο αποφασίζων καταλήγει σε μία μοναδική επιλογή. Οι κανόνες αυτοί μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής τέσσερις κατηγορίες (Slovic, Fischhoff, and Lichtenstein 1977):

    1. **Κυριαρχία**: Μια εναλλακτική λύση είναι κυρίαρχη σε σχέση με μια άλλη αν είναι καλύτερη για τουλάχιστον ένα χαρακτηριστικό. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν οδηγεί σε μια μοναδική επιλογή, αλλά χρησιμοποιείται για να εξαλείψει κατώτερες εναλλακτικές λύσεις από ένα σύνολο επιλογών.

    2. **Ικανοποίηση:** Για κάθε χαρακτηριστικό διαμορφώνεται ένα κριτήριο ικανοποίησης του αποφασίζοντα, βάσει των προσδοκιών και των εμπειριών του. Αυτός ο κανόνας δρα μόνο συνδυαστικά με άλλους.

    3. **Λεξικογραφικοί κανόνες**: Τα χαρακτηριστικά ταξινομούνται με βάση το επίπεδο της «σπουδαιότητας», από την ελκυστικότερη εναλλακτική στην αμέσως επόμενη σημαντική μέχρι την τελική και μοναδική επιλογή (Tversky 1972).

    4. **Χρησιμότητα**: Ορίζει μια ενιαία αντικειμενική συνάρτηση που εκφράζει την ελκυστικότητα, ή αλλιώς χρησιμότητα, μιας εναλλακτικής λύσης ως προς τα χαρακτηριστικά της. Η παραδοχή βασίζεται στην έννοια των συμβιβασμών.

3.2.2 Θεωρία Χρησιμότητας

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή των αυτόνομων οχημάτων από τους πολίτες περιλαμβάνουν κυρίως **προσωπικά χαρακτηριστικά**, **κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες** και

τις **γνώσεις** τους για την νέα τεχνολογία. Μέσω αυτής της μελέτης και των ερωτηματολογίων που απαντήθηκαν, η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο να προσδιορίσει ποιοι παράγοντες θα επηρεάσουν τον πολίτη ως προς την αγορά και τη χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.

Το σενάριο της μεγιστοποίησης της χρησιμότητας υποδηλώνει πως κάθε διακριτή εναλλακτική από ένα σύνολο συνδέεται με ένα ορισμένο επίπεδο χρησιμότητας, όπου είναι το άθροισμα των διαθέσιμων επιλογών που σχετίζονται με αυτά τα χαρακτηριστικά του τυχαίου στοιχείου, συμπεριλαμβανομένης της ελλιπούς σύνθεσης των χαρακτηριστικών της κάθε επιλογής (Louviere et al. 2010). Ειδικότερα, **ο όρος «χρησιμότητα» επιλέγεται για να περιγράψει το πώς και το πόσο επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα μια επιλογή εκ των εναλλακτικών του συνόλου.** Με μαθηματικούς όρους, η χρησιμότητα της επιλογής i για κάθε άτομο q είναι το άθροισμα ενός επιλεγμένου και ενός τυχαίου στοιχείου όπως φαίνεται με την παρακάτω εξίσωση (D. Hensher, Rose, and Greene 2005) :

$$\boldsymbol{U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq}} \tag{3.1}$$

Όπου:

- i = η εναλλακτική,
- q = το άτομο,
- U_{iq} = η χρησιμότητα που προκύπτει από το άτομο q για την επιλογή i ,
- V_{iq} = το συστηματικά παραγόμενο στοιχείο της εναλλακτικής i για το πρόσωπο q
- ε_{iq} = το στοιχείο σφάλματος (τυχαία συνιστώσα που περιγράφει τις διαφορές των προτιμήσεων μεταξύ των ατόμων q (Louviere et al. 2010).

Συγκεκριμένα, το συστηματικό παραγόμενο στοιχείο της εξίσωσης (3.1) περιγράφεται ακριβέστερα ως μια γραμμική προσθετική συνάρτηση χαρακτηριστικών με τους αντίστοιχους συντελεστές στάθμισής τους (3.2) (D. A. Hensher, Rose, and Greene 2005):

$$\boldsymbol{V_{iq} = \sum_{k=1}^{K} \beta_{iq} X_{ikq}} \tag{3.2}$$

Όπου:

- i = η εναλλακτική,
- q = το άτομο,
- V_{iq} = το συστηματικά παραγόμενο στοιχείο της εναλλακτικής i για το πρόσωπο q,
- β_{iq} = εναλλακτικός παράγοντας χρησιμότητας,
- X_{ikq} = ανεξάρτητος παράγοντας, και
- k = συντελεστής που σχετίζεται με την εναλλακτική i.

Στην περίπτωση που εξετάζεται, θεωρείται πως το άτομο q θα επιλέξει την εναλλακτική i έναντι μιας άλλης εναλλακτικής j αν ισχύει (D. Hensher, Rose, and Greene 2005):

$$\boldsymbol{V_{iq} + \varepsilon_{iq} > V_{jq} + \varepsilon_{jq}} \quad (3.3)$$

ή

$$\boldsymbol{V_{iq} - V_{jq} > \varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq}} \quad (3.4)$$

δηλαδή αν η χρησιμότητα της i είναι μεγαλύτερη από αυτή της j. Συγκεκριμένα, επειδή η διαφορά του σφάλματος εξ ορισμού δεν μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια, υπολογίζεται η πιθανότητα η διαφορά $V_{iq} - V_{jq}$ να είναι μεγαλύτερη από την $\varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq}$, θεωρώντας ότι και οι δύο προαναφερθείσες κατανομές σχετίζονται με την πιθανότητα επιλογής προκαθορισμένης κατανομής.

3.2.3 Δυαδικό Μοντέλο Λογιστικής Παλινδρόμησης (Binary Logistic Regression model)

Σε περιπτώσεις όπου ο αποφασίζων έρχεται αντιμέτωπος με **δύο επιλογές** χρησιμοποιείται συνήθως η λογική του «δυαδικού μοντέλου επιλογής» (binary choice models) για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης και ταξινόμησης. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν δύο μεταβλητές: η ανεξάρτητη X και η εξαρτημένη Y. Η εξαρτημένη μεταβλητή εκφράζει την περίπτωση η έκβαση του αποτελέσματος να ισούται με την μονάδα. Για παράδειγμα, η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει την επίδραση διαφόρων παραγόντων στην απόφαση χρήσης και αγοράς ενός αυτόνομου οχήματος. **«Y=1» εκφράζει την επιθυμία αγοράς ή χρήσης ενώ «Y=0» εκφράζει τη μη χρήση.** Η πιθανότητα υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\boldsymbol{y = logit\,(P) = \ln\left(\frac{Pi}{1-Pi}\right) = \beta o + \beta i x i} \quad (3.5)$$

Όπου:

- P: αντιπροσωπεύει την πιθανότητα $Y = 1$,
- x_i: αντιπροσωπεύει κάθε επεξηγηματική μεταβλητή,
- i: αντιπροσωπεύει τον συντελεστή παλινδρόμησης του μοντέλου,
- β_0: σταθερά μοντέλου,
- β_i: παραμετρικές εκτιμήσεις ανεξάρτητων μεταβλητών ($i \in [1, n]$, όπου n το σύνολο των εξαρτημένων μεταβλητών), και
- $\ln\left(\frac{Pi}{1-Pi}\right) \in (-\infty, +\infty)$.

Η καμπύλη της λογιστικής παλινδρόμησης είναι προσεγγιστικά γραμμική στις ενδιάμεσες τιμές και λογαριθμική στις ακραίες. Με απλό μετασχηματισμό της παραπάνω σχέσης δημιουργείται η παρακάτω εξίσωση:

$$\frac{\boldsymbol{P_i}}{\boldsymbol{1-P_i}} = \boldsymbol{e^{\beta_0+\beta_i x_i}} = \boldsymbol{e^{\beta_0}} * \boldsymbol{e^{\beta_0 x_i}} \tag{3.6}$$

Η θεμελιώδης αυτή εξίσωση εκφράζει πως όταν η τιμή μιας ανεξάρτητης μεταβλητής αυξηθεί κατά μία μονάδα και ταυτόχρονα οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές τότε η πιθανότητα εκφράζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\frac{\boldsymbol{P_i}}{\boldsymbol{1-P_i}} = \boldsymbol{e^{\beta_0+\beta_i x_i+1}} = \boldsymbol{e^{\beta_0}} * \boldsymbol{e^{\beta_i x_i}} * \boldsymbol{e^{\beta_i}} \tag{3.7}$$

Επομένως, ο λόγος της πιθανότητας αυξάνεται κατά e^{β_i}. Το δείγμα που θα συλλεχθεί θα συμβολίζεται ως $\{(\mathrm{x}_1, \mathrm{y}_1),\ (\mathrm{x}_2, \mathrm{y}_2), \dots, (\mathrm{x}_\mathrm{N}, \mathrm{y}_\mathrm{N})\}$, όπου N είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων στο δείγμα. Οποιαδήποτε «λύση» του προβλήματος θα είναι συνάρτηση αυτών των δεδομένων που συλλέχθηκαν. Έστω y μια τυχαία μεταβλητή, και έστω x ένα διάνυσμα γνωστών μεταβλητών που επηρεάζουν την κατανομή y. Συμβολίζουμε αυτή την εξάρτηση ως $y \sim f(x, \theta)$, όπου f είναι η κατανομή της y, και θ είναι ένα διάνυσμα παραμέτρων.

Χρησιμοποιώντας ένα δείγμα παρατηρήσεων από τη μοντελοποιούμενη διαδικασία, στην προκειμένη περίπτωση για την έρευνα το ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε, κατασκευάζεται μια συνάρτηση των παρατηρήσεων του πληθυσμού για την εκτίμηση των άγνωστων παραμέτρων. Μια τέτοια συνάρτηση καλείται εκτιμητής. Άρα, κάθε εκτιμητής είναι μια συνάρτηση τυχαίων μεταβλητών και επομένως είναι και ο ίδιος μια τυχαία μεταβλητή (M. Ben-Akiva and R.Lerman 2018).

Η y είναι εξ ορισμού μια τυχαία μεταβλητή. Η τυχαιότητα της y είναι σημαντική, διότι συνεπάγεται ότι και οι εκτιμητές για το θ θα είναι τυχαίες μεταβλητές. Σημειώνεται ότι η δήλωση του προβλήματος εκτίμησης του μοντέλου περιλαμβάνει την υπόθεση ότι το δείγμα λαμβάνεται τυχαία από ολόκληρο τον πληθυσμό (M. Ben-Akiva and R.Lerman 2018).

Το ερώτημα που τίθεται είναι η επιλογή των εκτιμητών. Πρέπει πρώτα να οριστούν κρίσιμα κριτήρια αξιολόγησης ενός ιδανικού εκτιμητή. Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες ιδιοτήτων: οι ιδιότητες μικρού δείγματος και οι ασυμπτωτικές (ή μεγάλου δείγματος) ιδιότητες. Γενικά, αυτές διακρίνονται από το γεγονός ότι οι λεγόμενες μικρές ιδιότητες δείγματος ισχύουν για δείγμα οποιουδήποτε μεγέθους (δηλ. για οποιαδήποτε τιμή του N), ενώ οι ιδιότητες μεγάλου δείγματος ισχύουν μόνο στο όριο του άπειρου (M. Ben-Akiva and R.Lerman 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Μετά την βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών διπλωματικών εργασιών και ερευνών στο αντικείμενο της αυτοματοποίησης στην οδήγηση και την μελέτη της αντίστοιχης θεωρίας μαθηματικών μοντέλων συλλέχθηκε το απαραίτητο δείγμα απαντήσεων του ερωτηματολογίου με σκοπό την ανάλυση και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αυτοματοποίηση στην οδήγηση. Με την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων θα επιτευχθεί, τελικά, ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, δηλαδή η **εξέταση των παραγόντων που επηρεάζουν αρνητικά ή θετικά την αγορά ενός αυτοματοποιημένου οχήματος**.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται αρχικά τα κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος. Ακολουθεί η επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν μέσα από την διαδικασία, η οποία οδήγησε στην βάση δεδομένων από όπου εξήχθησαν τα τελικά συμπεράσματα, τα οποία αναλύονται σε αυτό το κεφάλαιο.

4.1 Περιγραφή Ερωτηματολογίου

Μέσω ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου εξετάζεται ο **βαθμός με τον οποίο επηρεάζεται η κρίση** του πολίτη όσον αφορά την αυτοματοποίηση με βάση ορισμένους παράγοντες. Ταυτόχρονα, μέσω των ερωτηματολογίων εξετάστηκαν κι άλλοι παράγοντες του δείγματος όπως φυλετικά, οικονομικά, ηλικιακά και **κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά**.

Η υλοποίηση του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε **διαδικτυακά** μέσω φόρμας, η οποία διαμοιράστηκε πανευρωπαϊκά. Η διαδικτυακή έρευνα διανεμήθηκε σε άτομα όλων των ηλικιών και κοινωνικών ομάδων για να εξαχθούν όσο το δυνατόν αντικειμενικότερα αποτελέσματα και για μία όσο το δυνατόν αποκλίνουσα κοινωνικοδημογραφική κατανομή. Έτσι, βγήκε ένα συνολικότερο και αντικειμενικότερο συμπέρασμα για τον βαθμό επιρροής των παραγόντων που εξετάζονται μέσω του ερωτηματολογίου και δόθηκαν πιο σφαιρικές προτάσεις για το πώς θα πρέπει να κινηθεί η πολιτεία και οι αυτοκινητοβιομηχανίες το επόμενο διάστημα ούτως ώστε να επιτευχθεί η υιοθέτηση αυτής της νέας τεχνολογίας.

Η δημιουργία του ερωτηματολογίου βασίστηκε στους παράγοντες που μελετήθηκαν νωρίτερα στη βιβλιογραφική ανασκόπηση και φάνηκε να επηρεάζουν την κρίση του πολίτη ως προς την υιοθέτηση της αυτόνομης οδήγησης. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι το δείγμα του ερωτηματολογίου καλύπτει ένα ευρύ φάσμα ανθρώπων με διάφορες ηλικιακές ομάδες και ακαδημαϊκά προσόντα, το ερωτηματολόγιο αρχίζει με μια σύντομη εισαγωγή με τον ορισμό των αυτόνομων οχημάτων. Στη συνέχεια, στην έρευνα υπάρχουν ερωτήσεις οι οποίες σχετίζονται με την άποψη του ερωτώμενου ως προς την επάρκεια των **ήδη υπαρχόντων μέσων μεταφοράς**, τον κύριο **σκοπό και τον τρόπο της καθημερινής μετακίνησής** του. Στη συνέχεια, υπάρχουν ερωτήσεις που σχετίζονται με τις **γνώσεις και την εξοικείωση πάνω στην αυτοματοποίηση** και γενικότερα με την αντιμετώπιση της νέας τεχνολογίας. Για παράδειγμα, εξετάζεται η πιθανότητα ή μη χρήσης

ενός αυτόνομου οχήματος ως οδηγός ή ως επιβάτης και αν είναι ίδια η αντιμετώπιση της οδήγησης σε αυτοκινητόδρομο ή σε κατοικημένη περιοχή. Έπειτα, εξετάζονται πέντε βασικοί παράγοντες επιρροής: το **νομοθετικό πλαίσιο**, το **κόστος**, οι **οδικές υποδομές**, η **προστασία των προσωπικών δεδομένων** και η **ασφάλεια**. Στο τέλος της έρευνας υπάρχουν ερωτήσεις σχετικά με το φύλο, την ηλικία, την οικονομική και την επαγγελματική κατάσταση του ερωτηθέντος, όπου θα εξεταστούν τα **δημογραφικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά** του δείγματος του ερωτηματολογίου. Τα σχετικά στατιστικά στοιχεία αναλύονται στο παρακάτω κεφάλαιο 4.2.

4.2 Στατιστικά στοιχεία ερωτηθέντων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο γίνεται ανάλυση των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε πανευρωπαϊκά και περιγράφονται τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης των απαντήσεων της συγκεκριμένης διαδικτυακής έρευνας. Η μεθοδολογία αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας. Βασικός στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι η παράθεση των ιδιαιτεροτήτων των ερωτηθέντων από όπου εξήχθησαν τα αποτελέσματα. Γενικά, τα ατομικά χαρακτηριστικά είναι τα φυσικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά του δείγματος. Αυτή η ανάλυση θα επηρεάσει και τα τελικά συμπεράσματα για τη χρήση των αυτόνομων οχημάτων. Τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτουν από ένα δείγμα 235 απαντήσεων από χώρες της Ευρώπης.

Η ανάλυση του δείγματος του ερωτηματολογίου παρουσιάζεται παρακάτω αναλυτικά. Τα στατιστικά αποτελέσματα του δείγματος, εξετάζοντάς τα με βάση τις ερωτήσεις που κλήθηκαν οι ερωτώμενοι να απαντήσουν, χωρίστηκαν στις εξής κατηγορίες:

- **Συμπεριφορά μεταφοράς**: Τα αποτελέσματα αναφέρονται στην επάρκεια, την ικανοποίηση, τον τρόπο και σκοπό μεταφοράς των ερωτηθέντων *(Πίνακας 4.1)*.
- **Προτίμηση αυτόνομων οχημάτων**: Τα αποτελέσματα αφορούν στην οδήγηση ενός αυτόνομου οχήματος στην πόλη ή τον αυτοκινητόδρομο και γενικότερα στη χρήση ενός αυτόνομου Μέσου Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ). Επίσης, εξετάζουν την άποψη του ερωτώμενου ως προς το κόστος του αυτόνομου οχήματος και τη διαχείριση των προσωπικών του δεδομένων *(Πίνακας 4.2)*.
- **Γνώση σχετικά με τα αυτόνομα οχήματα**: Τα στατιστικά αναφέρονται στη γνώση της συγκεκριμένης τεχνολογίας, τη χρήση ενός οχήματος, και πόσο αυτό ενδέχεται να επηρεάσει την απόφαση του ερωτώμενου *(Πίνακας 4.3)*.
- **Κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά**: Τα στατιστικά αυτά εξετάζουν τις αποκλίσεις του δείγματος σχετικά με το φύλο, το εισόδημα, την ηλικία και την επαγγελματική κατάσταση *(Πίνακας 4.4)*.

Στις περισσότερες ερωτήσεις το δείγμα καλείται να αξιολογήσει μια κατάσταση από το 1 (απολύτως δυσαρεστημένος / απολύτως όχι) έως το 5 (απολύτως ευχαριστημένος / απολύτως ναι).

Αναλυτικότερα, όσον αφορά στη συμπεριφορά μεταφοράς, από τον Πίνακα 4.1 φαίνεται πως σχεδόν το 60% του δείγματος μετακινείται για εργασία ή εκπαίδευση. Επίσης, το 71% των ερωτηθέντων επιλέγει όχημα ή ΜΜΜ για την μεταφορά του, γεγονός που φανερώνει ότι η αυτοματοποίηση επηρεάζει το δείγμα άμεσα. Επιπλέον, το 22% των ερωτηθέντων είναι δυσαρεστημένο ή σχετικά δυσαρεστημένο από την υπάρχουσα κατάσταση στα ΜΜΜ στη χώρα του (επιλογή απάντησης 1 έως 2), ενώ το 40% κρατάει ουδέτερη στάση (απάντηση 3). Όσον αφορά την γειτονιά του ερωτώμενου αυτό το ποσοστό αγγίζει το 46% (επιλογή απάντησης 1 έως 2).

Πίνακας 4.1: Συμπεριφορά μετακίνησης ερωτηθέντων

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	**ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
Ποιο είναι το **κύριο μέσο μεταφοράς** στην καθημερινότητά σας;	Ιδιωτικό όχημα ως οδηγός	31%
	Ιδιωτικό όχημα ως επιβάτης	6%
	Δημόσιες αστικές συγκοινωνίες	34%
	Μοτοσυκλέτα	4%
	Ποδήλατο	5%
	Περπάτημα	19%
	Άλλο	0%
Ποιος είναι ο **κύριος σκοπός της μεταφοράς** σας στην καθημερινή ζωή;	Εργασία	45%
	Εκπαίδευση	14%
	Ψυχαγωγία	19%
	Ταξίδι αναψυχής	4%
	Ψώνια	7%
	Οικογενειακά καθήκοντα	11%
	Άλλο	0%
Πόσο ικανοποιημένοι είστε με τα **μέσα μεταφοράς που διαθέτετε**;	1 (= απόλυτα δυσαρεστημένος)	5%
	2	17%
	3	40%
	4	29%
	5 (απόλυτα ευχαριστημένος)	9%
Θεωρείτε επαρκείς τις υπηρεσίες των **Μέσων Μαζικής Μεταφοράς στη γειτονιά σας**;	1 (=εντελώς ανεπαρκείς)	14%
	2	32%
	3	29%
	4	20%
	5 (=εντελώς επαρκείς)	6%

Σχετικά με την προτίμηση του δείγματος απέναντι στα αυτόνομα οχήματα, σύμφωνα με τον Πίνακα 4.2, η συντριπτική πλειοψηφία του δείγματος βλέπει θετικά τη χρήση ενός αυτοματοποιημένου οχήματος, με το 88% να απαντάει «Ναι» ή «Ίσως», ενώ μόλις το 12% είναι τελείως αρνητικό στη χρήση του. Όσον αφορά τη χρήση ενός αυτόνομου οχήματος στο κέντρο της πόλης είτε σε αυτοκινητόδρομο παρατηρείται περισσότερη άνεση στη χρήση σε αυτοκινητόδρομο, καθώς το 60% του δείγματος είναι σχεδόν θετικό ή θετικό (απαντήσεις 3 έως 5) στη χρήση οχήματος στο κέντρο της πόλης, ενώ το 72% του δείγματος είναι σχεδόν θετικό ή θετικό (απαντήσεις 3 έως 5) στη χρήση οχήματος σε αυτοκινητόδρομο. Επίσης, εξετάζοντας την άποψη του δείγματος σχετικά με το κόστος που θα πρέπει να έχει ένα αυτόνομο όχημα το 89% δήλωσε σίγουρο ή σχεδόν σίγουρο πως πρέπει να είναι οικονομικά προσιτό σε όλους (απαντήσεις 3 έως 5). Τέλος, σχετικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων του χρήστη το 67% δήλωσε σίγουρο ή σχεδόν σίγουρο πως επηρεάζεται από αυτόν τον παράγοντα (απαντήσεις 3 έως 5).

Πίνακας 4.2: Προτίμηση αυτόνομου οχήματος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	**ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
Θα χρησιμοποιούσατε **ΜΜΜ χωρίς οδηγό**;	Ναι	46%
	Όχι	12%
	Ίσως	42%
Εμπιστεύεστε την οδήγηση ενός αυτόνομου οχήματος στο **κέντρο της πόλης**;	1 (= απολύτως όχι)	10%
	2	30%
	3	31%
	4	23%
	5 (= απολύτως ναι)	6%
Εμπιστεύεστε την οδήγηση ενός αυτόνομου οχήματος σε έναν **αυτοκινητόδρομο**;	1 (= απολύτως όχι)	12%
	2	16%
	3	31%
	4	34%
	5 (= απολύτως ναι)	7%
Πιστεύετε ότι ένα Αυτόνομο όχημα πρέπει να είναι **οικονομικά προσιτό** σε όλους τους πολίτες;	1 (= απολύτως όχι)	6%
	2	6%
	3	18%
	4	22%
	5 (= απολύτως ναι)	49%
Τα ζητήματα **προστασίας προσωπικών δεδομένων** θα επηρεάσουν την προτίμησή σας για ένα Αυτόνομο όχημα;	1 (= απολύτως όχι)	17%
	2	17%
	3	29%
	4	24%
	5 (= απολύτως ναι)	14%

Στη συνέχεια, εξετάζοντας τη **γνώση** που έχει το δείγμα απέναντι στην νέα τεχνολογία, από τον Πίνακα 4.3 φανερώνεται πως το μεγαλύτερο ποσοστό τάσσεται προς την άγνοια. Το 44% έχει ελάχιστη ή καθόλου γνώση στο αντικείμενο (απαντήσεις 1 και 2), ενώ το 23% χει πλήρη ή σχεδόν πλήρη γνώση (απαντήσεις 4 και 5). Σε συνέχεια της ερώτησης, αυτή η **άγνοια αποτρέπει** εντελώς τον ερωτώμενο από τη χρήση ενός αυτόνομου οχήματος σε ποσοστό 29% (απαντήσεις 4 και 5). Ως προς την **επαφή** του ερωτώμενου με όχημα υψηλής αυτοματοποίησης, το δείγμα φάνηκε διχασμένο με το 55% να δηλώνει ότι δεν έχει οδηγήσει τέτοιου είδους όχημα, ενώ το 45% να έχει. Σχετικά με την **ασφάλεια** ενός αυτόνομου οχήματος συγκριτικά με ένα συμβατικό, το 23% είναι σίγουρο ή σχεδόν σίγουρο ότι τα συμβατικά οχήματα είναι ασφαλέστερα έναντι των αυτόνομων (απαντήσεις 1 και 2), ενώ αντίθετα το 34% να πιστεύει το αντίθετο (απαντήσεις 4 και 5).

Πίνακας 4.3: Γνώση ερωτηθέντων σχετικά με τα αυτόνομα οχήματα

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Βαθμολογήστε τις **γνώσεις** σας **για τα Αυτόνομα Οχήματα.**	1 (= πλήρης άγνοια)	19%
	2	25%
	3	33%
	4	17%
	5 (= πλήρης γνώση)	6%
Έχετε **οδηγήσει** ποτέ εσείς ή κάποιος συγγενής σας **αυτοκίνητο με στοιχεία αυτοματισμού**;	Ναι	45%
	Όχι	55%
Πιστεύετε πως η οδήγηση ενός **αυτόνομου οχήματος είναι ασφαλέστερη από ένα συμβατικό**;	1 (= διαφωνώ πλήρως)	6%
	2	17%
	3	44%
	4	28%
	5 (= συμφωνώ πλήρως)	6%
Η **άγνοια σας εμποδίζει να επιλέξετε ένα αυτόνομο όχημα** για τη μεταφορά σας;	1 (=απολύτως όχι)	25%
	2	17%
	3	29%
	4	20%
	5 (=απολύτως ναι)	9%
Γνωρίζατε ότι **χρησιμοποιούνται αυτοματοποιημένα ΜΜΜ στην Ευρώπη**;	Ναι	74%
	Όχι	26%

Η κοινωνικο-δημογραφική κατανομή του δείγματος παρουσιάζεται παρακάτω λεπτομερώς. Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.4 όσον αφορά τα γενετικά χαρακτηριστικά του δείγματος το ποσοστό μεταξύ ανδρών και γυναικών δεν διαφέρει, ενώ η ηλικιακή κατανομή δείχνει μια ισορροπημένη κατανομή που αντιστοιχεί σε ένα κλασικό εργατικό δυναμικό. Ωστόσο, το ποσοστό του δείγματος άνω των 65 ετών είναι χαμηλό (1%). Φανερώνεται, επίσης, πως πάνω από το 65% των ερωτηθέντων εργάζονται με πλήρη απασχόληση, ενώ το 30% είναι σπουδαστές/φοιτητές. Περίπου το 2% έχει συνταξιοδοτηθεί. Τέλος, αποτυπώνεται η οικονομική κατάσταση του δείγματος, με ποσοστό περίπου 65% να λαμβάνει μηνιαίο εισόδημα κάτω από 1500€ , ενώ μόλις το 9% να έχει μηνιαίο εισόδημα πάνω από 3500€ .

Πίνακας 4.4 : Κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά δείγματος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	**ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
Φύλο	Αρσενικό	49%
	Θηλυκό	49%
	Άλλο	1%
Ηλικία	18-25	29%
	26-35	38%
	36-45	14%
	46-55	12%
	56-65	6%
	>65	1%
Επαγγελματική Κατάσταση	Φοιτητής	30%
	Υπάλληλος	57%
	Αυτοαπασχολούμενος	9%
	Άνεργος	3%
	Συνταξιούχος	2%
Μηνιαίο εισόδημα	<1000	41%
	1000-1500	23%
	1500-2500	17%
	2500-3500	11%
	3500-5000	6%
	>5000	3%

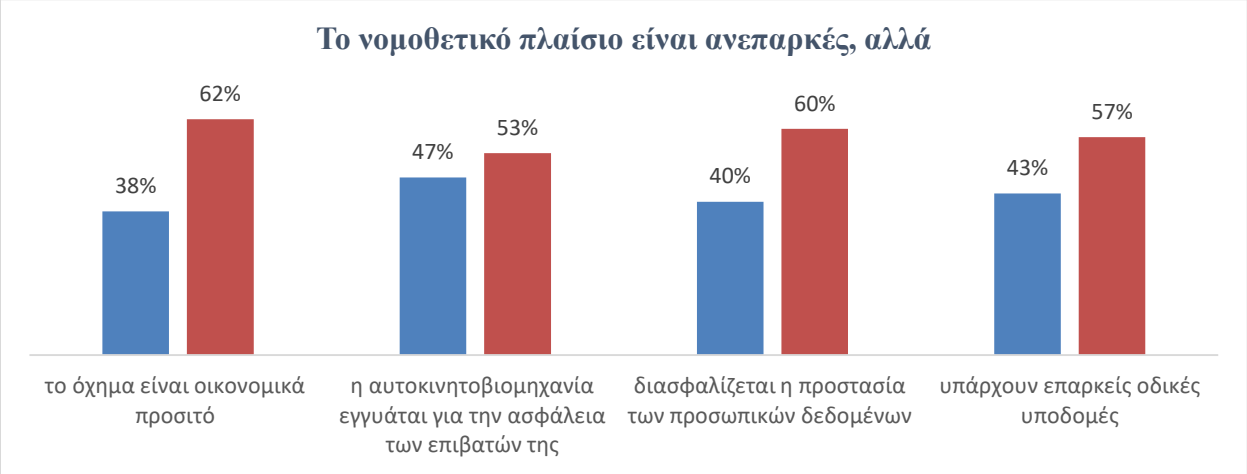
Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες αξιόλογες παρατηρήσεις σχετικά με τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου και συγκριτικά με τα χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων:

- Το 65% των ερωτηθέντων με μηνιαίο εισόδημα >3500€ έχει οδηγήσει ο ίδιος ή κάποιο κοντινό του πρόσωπο όχημα με στοιχεία αυτοματισμού.

- Το 69% των ερωτηθέντων που είναι >56 ετών βαθμολογούν τις γνώσεις τους στα αυτόνομα οχήματα από 1(=πλήρης άγνοια) έως 3(=ουδέτερη).
- Το 95% των ερωτηθέντων που έχουν βαθμολογήσει τις γνώσεις τους στα αυτόνομα οχήματα από 4 έως 5(=πλήρης γνώση) θα χρησιμοποιούσαν («ναι») ή μπορεί να χρησιμοποιούσαν («Ίσως») μέσα μεταφοράς χωρίς οδηγό.

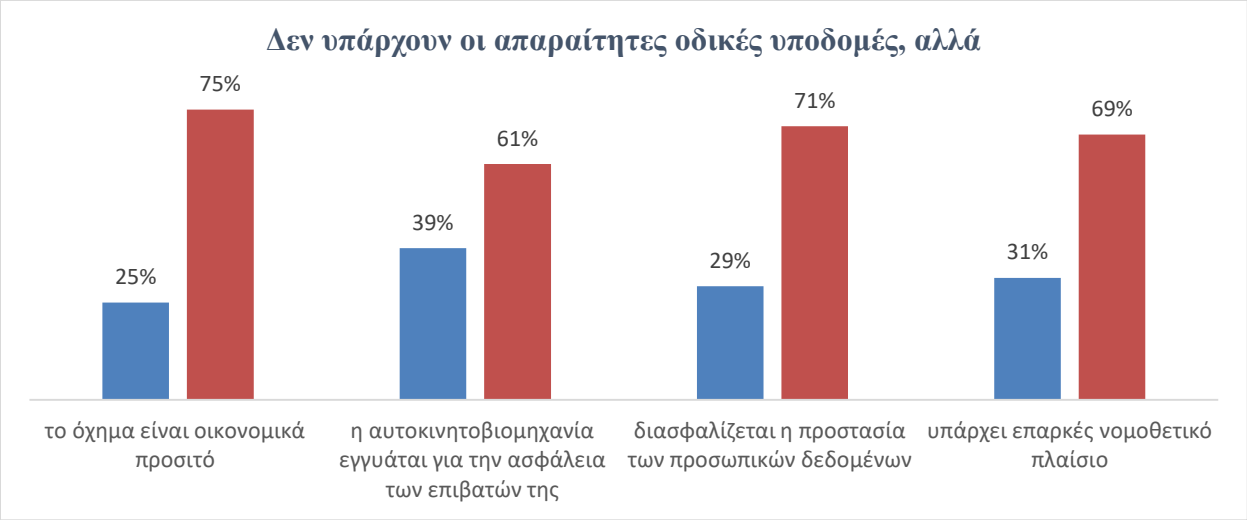
Παράλληλα, αξίζει να αναφερθεί πως στο ερωτηματολόγιο ο ερωτώμενος καλούταν να συγκρίνει μια σειρά παραγόντων στην περίπτωση που δρούσαν ταυτόχρονα και να απαντήσει αν θα επιθυμούσε κάτω από αυτές τις συγκεκριμένες συνθήκες να χρησιμοποιήσει ή όχι ένα αυτόνομο όχημα. Συγκεκριμένα, ερευνήθηκαν πέντε βασικοί παράγοντες, οι οποίοι κρίθηκαν ότι είναι και οι σημαντικότεροι βάσει της βιβλιογραφικής ανασκόπησης του Κεφαλαίου 2 της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αυτοί είναι: η **προστασία προσωπικών δεδομένων**, οι **οδικές υποδομές**, η **νομοθεσία**, το **κόστος** του οχήματος και η **ασφάλεια** των επιβατών. Σε κάθε περίπτωση εξεταζόταν η απάντηση του ερωτώμενου με έναν εκ των πέντε παραγόντων να έχει αρνητική έκβαση, ενώ όλοι οι υπόλοιποι να έχουν θετική. Στα παρακάτω διαγράμματα παρατίθενται τα στατιστικά αποτελέσματα των αποφάσεων του δείγματος με όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των προαναφερθέντων παραγόντων. Με μπλε χρώμα αναπαρίσταται η απάντηση «Ναι», ενώ με κόκκινο η απάντηση «Όχι».

Στο Διάγραμμα 4.1 φανερώνεται πως σε όλα τα σενάρια το **νομοθετικό πλαίσιο** επηρεάζει περισσότερο τον αποφασίζοντα σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους παράγοντες, με τη διαφορά συνήθως να κυμαίνεται σε ποσοστό 20%. Η μόνη περίπτωση που το νομοθετικό πλαίσιο δεν επηρεάζει σε τέτοιο βαθμό – ωστόσο πάλι υπερτερεί – είναι η περίπτωση της ασφάλειας που η απόκλιση είναι στο 6%.



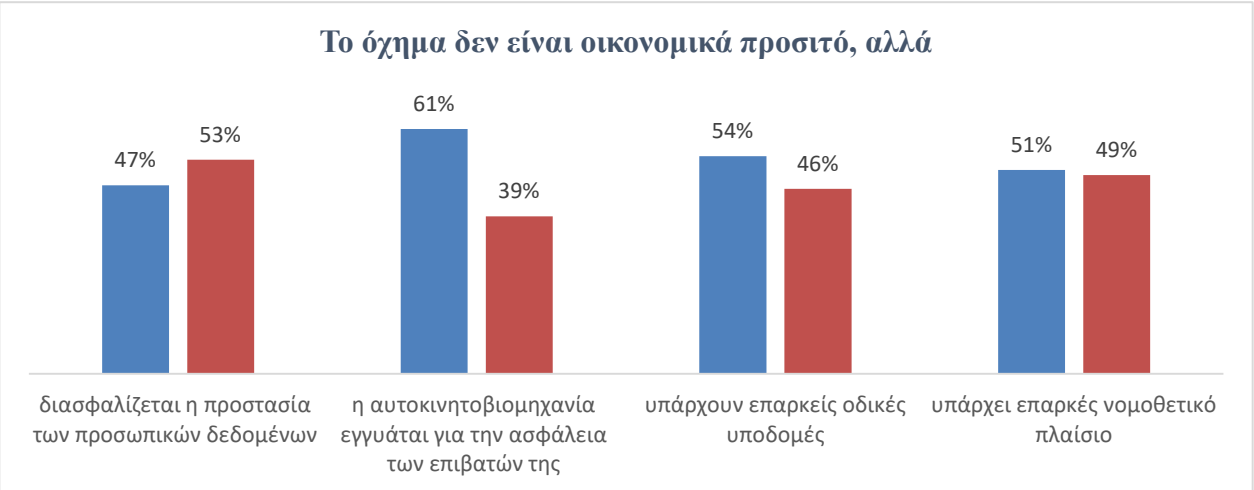
Διάγραμμα 4.1: Έλλειψη νομοθετικού πλαισίου

Στο Διάγραμμα 4.2 φανερώνεται πως οι **οδικές υποδομές** παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιλογή ενός αυτόνομου οχήματος με συντριπτικά μεγάλη διαφορά, με την διαφορά να κυμαίνεται σε ποσοστά άνω του 40% στις περισσότερες περιπτώσεις, πλην της εξέτασης της ασφάλειας όπου εκεί η διαφορά είναι λίγο πάνω από το 20%.



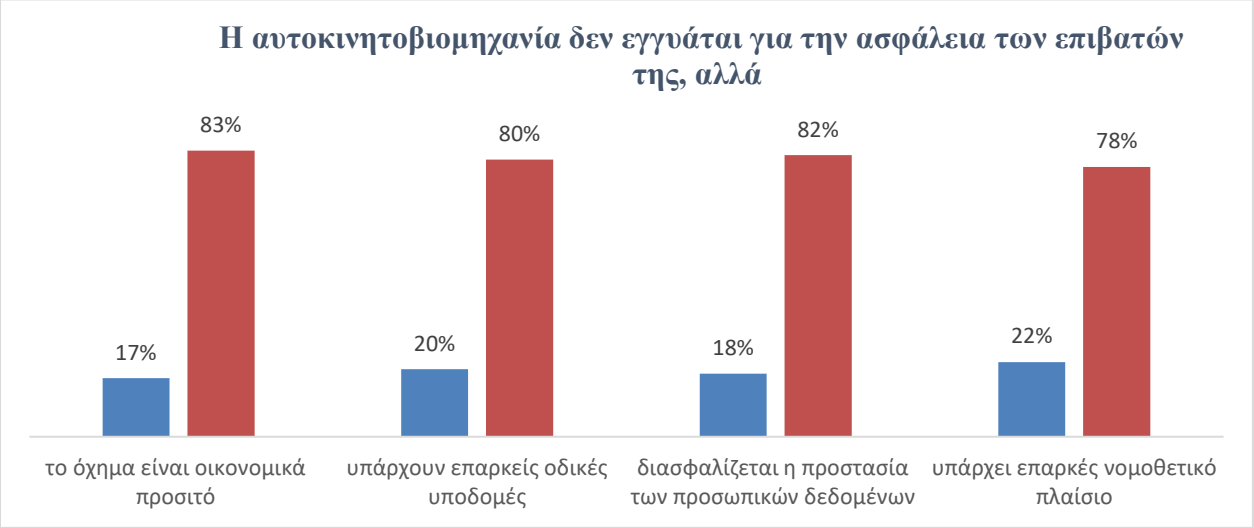
Διάγραμμα 4.2: Έλλειψη οδικών υποδομών

Από το Διάγραμμα 4.3 φαίνεται πως υπάρχουν διακυμάνσεις εξετάζοντας το **κόστος** του αυτόνομου οχήματος. Συγκεκριμένα, ο ερωτώμενος θεωρεί πιο σημαντικό από το κόστος του οχήματος την ασφάλεια και τις οδικές υποδομές. Ενώ θεωρεί το ίδιο σημαντικό με το κόστος το νομοθετικό πλαίσιο και λιγότερο σημαντικό την ιδιωτικότητα. Αξίζει να σημειωθεί πως ενώ σε αυτές τις ερωτήσεις ο ερωτώμενος θεωρεί τα υπόλοιπα σενάρια πιο σημαντικά, όταν προηγουμένως ερωτήθηκε αν θεωρεί πως ένα όχημα πρέπει να είναι οικονομικά προσιτό το 89% δήλωσε σίγουρο ή σχεδόν σίγουρο πως πρέπει να είναι (απαντήσεις 3 έως 5).



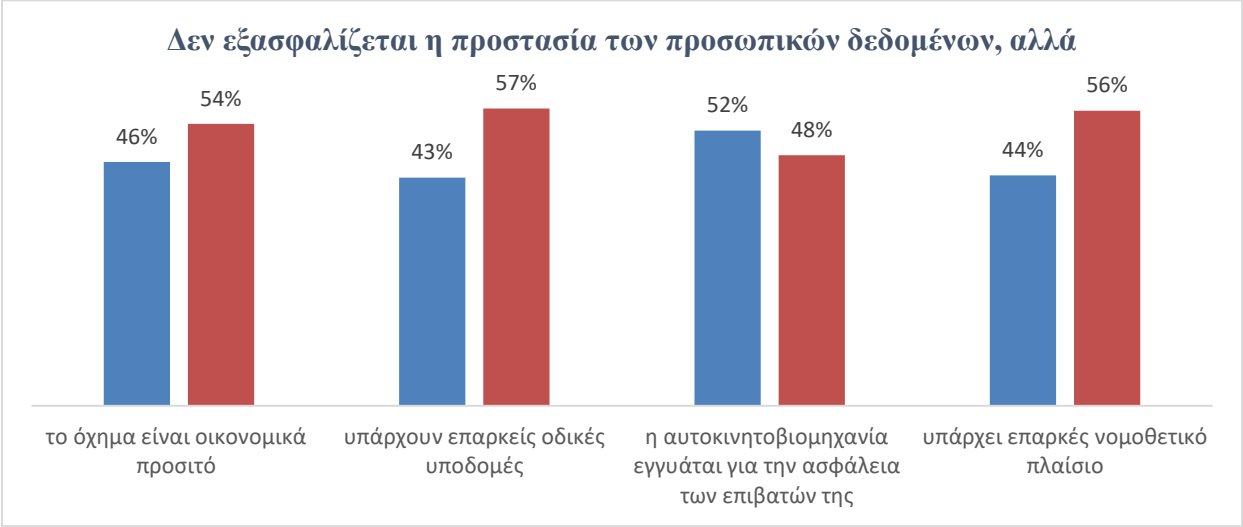
Διάγραμμα 4.3: Αυξημένο κόστος οχήματος

Από το Διάγραμμα 4.4 φαίνεται πως ο ερωτώμενος θεωρεί ως τον πιο σημαντικό παράγοντα την ασφάλεια του επιβάτη. Σε όλα τα σενάρια που του δόθηκαν η διαφορά είναι συντριπτική.



Διάγραμμα 4.4: Έλλειψη ασφάλειας επιβάτη

Τέλος, στο Διάγραμμα 4.5 εντοπίζεται πως στα περισσότερα σενάρια υπερτερεί η προστασία προσωπικών δεδομένων αλλά οι διαφορές είναι πολύ μικρές, της τάξης του 5-10%. Το δείγμα μπορεί να θεωρηθεί διχασμένο.



Διάγραμμα 4.5: Έλλειψη προστασίας προσωπικών δεδομένων

Συμπερασματικά, βάσει των στατιστικών αναλύσεων των σεναρίων των πέντε παραγόντων εξάγεται το συμπέρασμα ότι το βασικό κριτήριο για την κρίση του αποφασίζοντα είναι η

ασφάλεια του επιβάτη. Σε όλες τις περιπτώσεις η διαφορά ξεπερνούσε το 50% και στην περίπτωση σύγκρισής του με την διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων η διαφορά έφτασε το 66%. Επίσης, εξίσου σημαντικός παράγοντας μπορεί να χαρακτηριστεί και η **επάρκεια των οδικών υποδομών** με τη διαφορά μεταξύ «ναι» και «όχι» να φτάνει στο 40%.

Επίσης, το **νομοθετικό πλαίσιο** σε κάθε σενάριο υπερτερούσε έναντι των υπολοίπων παραγόντων, ωστόσο οι διαφοροποιήσεις δεν ήταν σε τόσο υψηλά επίπεδα όσο με τους προηγούμενους δύο παράγοντες.

Από την άλλη πλευρά, το δείγμα φάνηκε διχασμένο εξετάζοντας τους παράγοντες του **κόστους** του οχήματος και της προστασίας των προσωπικών δεδομένων του επιβάτη. Συγκεκριμένα, σχετικά με το κόστος του οχήματος, ο ερωτώμενος δεν θα αγόραζε ένα υψηλού κόστους όχημα ακόμα κι αν διασφαλιζόταν η προστασία των προσωπικών του δεδομένων. Αντίθετα, θα το αγόραζε παρά το υψηλό του κόστος αν η αυτοκινητοβιομηχανία εξασφάλιζε την ασφάλειά του (διαφορά 22%) και αν υπήρχαν κατάλληλες οδικές υποδομές (διαφορά 8%), λογικό συμπέρασμα εξετάζοντας τους προηγούμενους παράγοντες.

Τέλος, σχετικά με την **προστασία των προσωπικών δεδομένων** το δείγμα σε όλες τις περιπτώσεις φάνηκε διχασμένο. Στις περιπτώσεις που η διαφορά μεταξύ των θετικών και αρνητικών απαντήσεων ξεπέρασε το 10% ήταν το σενάριο της επάρκειας νομοθετικού πλαισίου όπου η πλειοψηφία θεωρεί σημαντικότερη την νομοθεσία από τα προσωπικά δεδομένα (διαφορά 12%) και το σενάριο των οδικών υποδομών, όπου η πλειοψηφία θεωρεί σημαντικότερες τις οδικές υποδομές έναντι των προσωπικών δεδομένων (διαφορά 14%).

4.3 Εφαρμογή Μοντέλου

Βασικός σκοπός της διαδικτυακής έρευνας είναι μέσω μοντελοποίησης να **αναλυθούν και να αξιολογηθούν οι παράγοντες που επιδρούν στην απόφαση του Ευρωπαίου πολίτη για αγορά ή χρήση ενός αυτόνομου οχήματος**. Για την εφαρμογή του μοντέλου και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκε στις απαντήσεις που συλλέχθηκαν από τα ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια η μεθοδολογία που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3. Παρακάτω γίνεται περιγραφή του μοντέλου και ανάλυση των αποτελεσμάτων του.

Αφού οι συμμετέχοντες απάντησαν στο ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, συλλέχθηκαν τα απαιτούμενα στοιχεία, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στη μοντελοποίηση. Με βάση τα δεδομένα του ερωτηματολογίου εξετάζονται μεταβλητές από τα προσωπικά δεδομένα και τις συνήθειες μετακίνησης του ερωτώμενου, καθώς και από τις γνώσεις που έχει σχετικά με τα αυτόνομα οχήματα, με σκοπό να δημιουργηθεί ένα δυαδικό λογιστικό μοντέλο. Στο συγκεκριμένο

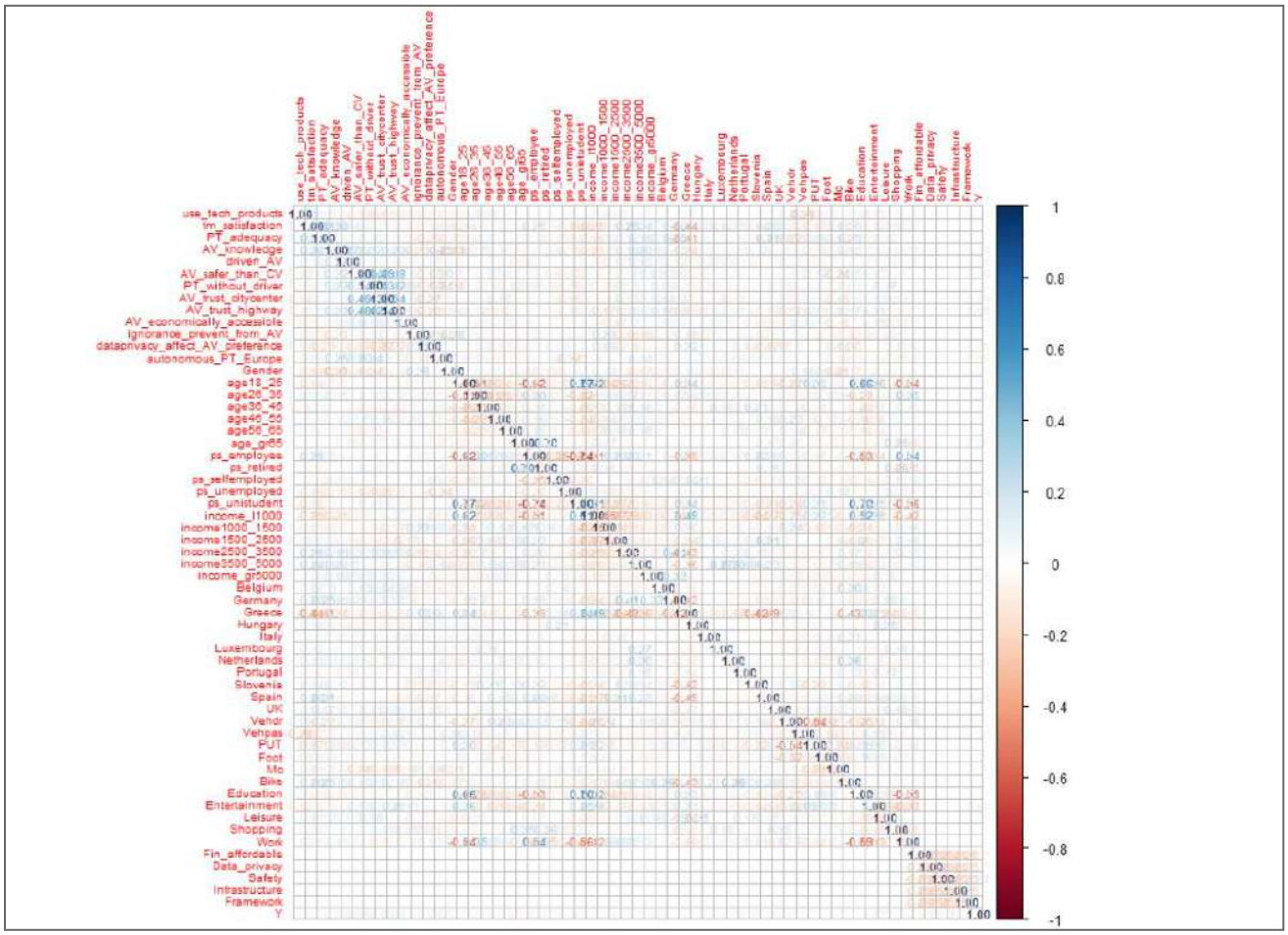
ερωτηματολόγιο κάθε απάντηση είναι ενός συγκεκριμένου ατόμου, το οποίο καλείται να αντιμετωπίσει διαφορετικές καταστάσεις επιλογής και κάθε εναλλακτική επιλογή είναι διακριτή.

Βάσει της μεθοδολογίας που αναλύθηκε προηγουμένως στο Κεφάλαιο 3, η εξηγούμενη μεταβλητή είναι το «αν ο ερωτώμενος θα χρησιμοποιήσει αυτόνομο όχημα ή όχι», με «Y=1» να σημαίνει ότι θα χρησιμοποιήσει και με «Y=0» να υποδηλώνει άρνηση χρήσης. Για να μελετηθεί η επιρροή των παραγόντων που εξετάστηκαν υπολογίστηκε η **συνάρτηση χρησιμότητας**. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την ηλεκτρονική έρευνα μετατράπηκαν σε μακροσκελή μορφή έτσι ώστε να καταστεί δυνατός ο υπολογισμός των συναρτήσεων χρησιμότητας μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R (*Εικόνα 4.1*).

PUT	Foot	Mc	Bike	Education	Entertainment	Leisure	Shopping	Work	Fin_affordable	Data_privacy	Safety	Infrastructure	Framework	Y
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0

Εικόνα 4.1: Long data (στιγμιότυπο κώδικα)

Στη συνέχεια, έγινε συσχέτιση (correlation) μεταξύ όλων των μεταβλητών που εξετάστηκαν για την διεξαγωγή των συμπερασμάτων. Η συσχέτιση είναι η μέθοδος με την οποία εξετάζεται η σχέση διαφόρων μεταβλητών μεταξύ τους. Παίρνει τιμές από -1 έως +1, με τις τιμές που βρίσκονται κοντά στο μηδέν να υποδηλώνουν μηδενική ή πολύ χαμηλή συσχέτιση. Στη συγκεκριμένη μελέτη, παρατηρείται πως όλες οι μεταβλητές έχουν μηδενική ή πολύ ασθενή συσχέτιση μεταξύ τους. Οι μόνοι συνδυασμοί που έχουν σχετικά μεγαλύτερη συσχέτιση, είναι αυτός του συνδυασμού ηλικία 18-25 (age18_25) και φοιτητής (ps_unistudent), το οποίο έχει συσχέτιση 0,77 και του συνδυασμού μετακίνηση για εκπαίδευση (Education) και φοιτητής (ps_unistudent), με συσχέτιση 0,70.



Εικόνα 4.2: Πίνακας Συσχέτισης εξεταζόμενων μεταβλητών (correlation matrix)

Μετά από δοκιμές αρκετών σεναρίων και συνδυασμών παραγόντων όσον αφορά τους εξεταζόμενους παράγοντες και τον τύπο των συντελεστών, επιλέχθηκε η παρακάτω συνάρτηση χρησιμότητας στη γενική μαθηματική της μορφή, η οποία φανερώνει τους παράγοντες και πόσο αυτοί επηρεάζουν την κρίση του Ευρωπαίου Πολίτη ως προς την υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας των αυτοματοποιημένων οχημάτων:

$$Logit\ (P) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$$
$$= \beta_0 + \beta_{AV_{knowledge}} * AV_{knowledge} + \beta_{driven_{AV}} * driven_{AV} + \beta_{AV_{safer_{than_{CV}}}} * AV_{safer_{than_{CV}}} + \beta_{AV_{trust_{highway}}} * AV_{trust_{highway}} + \beta_{dataprivacy_{affect_{AV_{preference}}}} * dataprivacy_{affect_{AV_{preference}}} + \beta_{autonomous_{PT_{Europe}}} * autonomous_{PT_{Europe}} + \beta_{Gender} * Gender + \beta_{age36\_45} * age36\_45 + \beta_{income_{gr5000}} * income_{gr5000} + \beta_{age_{gr65}} * age_{gr65} + \beta_{Mc} * Mc + \beta_{Entertainment} * Entertainment + \beta_{Vehdr} * Vehdr + \beta_{Safety} * Safety + \beta_{Infrastructure} * Infrastructure + \beta_{Framework} * Framework$$

Όπου:

p: η πιθανότητα να χρησιμοποιήσει κάποιος αυτόνομο όχημα

β_0: σταθερός όρος της συνάρτησης χρησιμότητας

β_i: συντελεστής μεταβλητής i (παράμετροι β)

$AV_{knowledge}$: από 1 για πλήρη άγνοια έως 5 για πλήρη γνώση των αυτόνομων οχημάτων

$driven_{AV}$: αν ο ερωτώμενος ή κάποιο συγγενικό του πρόσωπο έχει οδηγήσει ποτέ ένα αυτοκίνητο με στοιχεία αυτοματοποίησης (δυαδικό)

$AV_{safer_{than_{CV}}}$: από 1 αν διαφωνεί εντελώς έως 5 αν συμφωνεί απόλυτα ότι η οδήγηση ενός Αυτόνομου Οχήματος είναι ασφαλέστερη από ένα Συμβατικό Όχημα

$AV_{trust_{highway}}$: από 1 για απόλυτη άρνηση έως 5 για απόλυτη αποδοχή στο να εμπιστεύεται κανείς ένα αυτόνομο να οδηγήσει σε αυτοκινητόδρομο

$dataprivacy_{affect_{AV_{preference}}}$: από 1 για απόλυτη άρνηση έως 5 για απόλυτη αποδοχή ότι τα θέματα προστασίας δεδομένων επηρεάζουν τις προτιμήσεις για τα αυτόνομα οχήματα

$autonomous_{PT_{Europe}}$: αν ο ερωτώμενος γνωρίζει ότι οι Αυτόνομες Μορφές Δημόσιας Συγκοινωνίας (PT) χρησιμοποιούνται ήδη στην Ευρώπη (δυαδικό)

$Gender$: 1 για γυναίκα, -1 για άντρα και 0 για άλλες/ποικίλες ταυτότητες φύλου

$age36\_45$: 1 αν η ηλικία του ερωτώμενου είναι μεταξύ 36-45 ετών

$income_{gr5000}$: 1 αν το μηνιαίο εισόδημα του ερωτώμενου είναι μεγαλύτερο από 5000€

age_{gr65} : 1 αν η ηλικία του ερωτώμενου είναι μεγαλύτερη από 65 ετών

Mc: 1 αν ο ερωτώμενος χρησιμοποιεί Μοτοσικλέτα ως κύριο μέσο μετακίνησης στην καθημερινή του ζωή (δυαδικό)

$Entertainment$: 1 αν ο κύριος σκοπός του ταξιδιού του ερωτώμενου για μετακίνηση στην καθημερινότητά του είναι η ψυχαγωγία (δυαδικό)

$Vehdr$: 1 αν ο ερωτώμενος οδηγεί όχημα ως κύριο μέσο μετακίνησης στην καθημερινή του ζωή (δυαδικό)

$Safety$: 1 αν ο ερωτώμενος θα προτιμούσε ένα αυτόνομο όχημα όταν η ασφάλεια των επιβατών εγγυάται από τη βιομηχανία αυτοκινήτων (δυαδικό)

$Infrastructure$: 1 αν ο ερωτώμενος θα προτιμούσε ένα αυτόνομο όχημα λαμβάνοντας υπόψη την επαρκή υποδομή οδών (δυαδικό)

$Framework$: 1 αν ο ερωτώμενος θα προτιμούσε ένα αυτόνομο όχημα λαμβάνοντας υπόψη το κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο (δυαδικό)

Στον πίνακα 4.5 και στην εικόνα 4.3 παρουσιάζονται οι συντελεστές των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν στην τελική συνάρτηση χρησιμότητας του μοντέλου. Αναλυτικά, ο κώδικας του μοντέλου σε γλώσσα προγραμματισμού R παρατίθεται ως παράρτημα στο τέλος της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Τα αποτελέσματα της συνάρτησης χρησιμότητας μελετήθηκαν ως προς τους συντελεστές με τα πρόσημά τους και το επίπεδο σημαντικότητας. Συγκεκριμένα:

- **Συντελεστής β:** Ο συντελεστής του μοντέλου διακριτής επιλογής (στην προκειμένη περίπτωση μοντέλο δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης - Binary Logit Model) αντιπροσωπεύει την επίδρασή του στο σύνολο της χρησιμότητας. Σχετικά με το πρόσημο του συντελεστή, το αρνητικό υποδηλώνει πως η αύξηση του συγκεκριμένου παράγοντα επιδρά στη μείωση της χρησιμότητας, ενώ το θετικό πρόσημο αντίθετα επιφέρει την αύξησή της. Οι συντελεστές των μοντέλων με δυαδική κωδικοποίηση έχουν την δυνατότητα να συγκριθούν άμεσα μεταξύ τους.

- **Επίπεδο σημαντικότητας P[|Z|>z]:** Είναι μια παράμετρος στατιστικού ελέγχου μέσω της οποίας εξετάζονται τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου Wald-test για το αν μία παράμετρος είναι ίση με το μηδέν (P[|Z|>z]). Στη συγκεκριμένη έρευνα, εξετάζεται αν η επίδραση κάθε χαρακτηριστικού στην εξίσωση χρησιμότητας που μελετάται αντιστοιχεί σε μηδέν. Ο όρος αυτός, συνεπώς, εξετάζει το κατά πόσο μια μεταβλητή είναι σχετική με το μοντέλο διακριτής επιλογής του εξεταζόμενου μοντέλου. Το εύρος τιμών του κυμαίνεται από το 0 έως το 1, δηλαδή για παράδειγμα αν μία από τις εξεταζόμενες τιμές είναι 0,001 αυτό υποδηλώνει πως ο συγκεκριμένος συντελεστής μπορεί να γίνει αποδεκτός με βεβαιότητα 99% και σφάλμα 0,1%. Στην παρακάτω εικόνα

(Εικόνα 4.3) όπου απεικονίζεται στιγμιότυπο από τα αποτελέσματα της επεξεργασίας του κώδικα, οι αστερίσκοι (*) υποδεικνύουν το επίπεδο σημαντικότητας. Όπως φαίνεται και στο υπόμνημα, οι τρεις αστερίσκοι (***) υποδηλώνουν ότι ο εξεταζόμενος παράγοντας είναι πολύ σημαντικός, ενώ όσο μειώνονται οι αστερίσκοι τόσο μειώνονται και τα επίπεδα σημαντικότητας κάθε εξεταζόμενου παράγοντα.

Πίνακας 4.5 Συντελεστές συνάρτησης χρησιμότητας

Μεταβλητή	**Επεξήγηση Μεταβλητής**	**Συντελεστής β**	**Επίπεδο σημαντικότητας P[|Z|>z]**
βο	Σταθερός όρος συνάρτησης	-1,55660	< 2e-16
AV_knowledge	Βαθμολογήστε τις γνώσεις σας για τα αυτόνομα οχήματα	0.10604	0.000778
driven_AV	Έχετε οδηγήσει ποτέ εσείς ή κάποιος συγγενής σας αυτοκίνητο με στοιχεία αυτοματισμού;	0.15894	0.015460
AV_safer_than_CV	Η οδήγηση ενός αυτόνομου οχήματος είναι ασφαλέστερη από ένα συμβατικό;	0.15079	0.000122
AV_trust_highway	Εμπιστεύεστε ένα Αυτόνομο Όχημα για οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο;	0.11799	0.000463
dataprivacy_affect_AV_preference	Τα ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων θα επηρεάσουν την προτίμησή σας για ένα Αυτόνομο Όχημα;	-0.10526	3.98e-05
autonomous_PT_Europe	Γνωρίζατε ότι Αυτόνομα Δημόσια Μέσα Μεταφοράς χρησιμοποιούνται ήδη σήμερα σε Ευρωπαϊκές χώρες;	-0.47101	2.87e-10
Gender	Ποιο είναι το φύλο σας;	0.17121	6.40e-07
age36_45	Η ηλικία σας είναι από 36 έως 45 ετών;	0.24139	0.008787
income_gr5000	Το μηνιαίο εισόδημά σας είναι άνω των 5000€	0.48547	0.007053
age_gr65	Η ηλικία σας είναι άνω των 65 ετών;	-1.92218	0.001584
Mc	Το κύριο μέσο μεταφοράς σας είναι η μοτοσυκλέτα;	0.50109	9.36e-05
Entertainment	Ο κύριος σκοπός μεταφοράς σας είναι η ψυχαγωγία;	0.28729	3.61e-05
Vehdr	Το κύριο μέσο μεταφοράς σας είναι το αυτοκίνητο ως οδηγός;	0.21770	0.000945
Safety	Η αυτοκινητοβιομηχανία εγγυάται για	0.75010	< 2e-16

	την ασφάλεια των επιβατών		
Infrastructure	Υπάρχουν επαρκείς οδικές υποδομές	0.32849	0.000106
Framework	Το νομοθετικό πλαίσιο είναι επαρκές	0.19644	0.021618

```
Coefficients:
                                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)                    -1.55660    0.17560  -8.864  < 2e-16 ***
AV_knowledge                    0.10604    0.03155   3.361 0.000778 ***
driven_AV                       0.15894    0.06564   2.421 0.015460 *
AV_safer_than_CV                0.15079    0.03924   3.843 0.000122 ***
AV_trust_highway                0.11799    0.03370   3.501 0.000463 ***
dataprivacy_affect_AV_preference -0.10526    0.02562  -4.109 3.98e-05 ***
autonomous_PT_Europe            -0.47101    0.07470  -6.306 2.87e-10 ***
Gender                          0.17121    0.03439   4.979 6.40e-07 ***
age36_45                        0.24139    0.09212   2.620 0.008787 **
income_gr5000                   0.48547    0.18018   2.694 0.007053 **
age_gr65                       -1.92218    0.60852  -3.159 0.001584 **
Mc                              0.50109    0.12827   3.907 9.36e-05 ***
Entertainment                   0.28729    0.06954   4.131 3.61e-05 ***
Vehdr                           0.21770    0.06584   3.306 0.000945 ***
Safety                          0.75010    0.08380   8.951  < 2e-16 ***
Infrastructure                  0.32849    0.08476   3.875 0.000106 ***
Framework                       0.19644    0.08552   2.297 0.021618 *
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 6259.5  on 4699  degrees of freedom
Residual deviance: 5961.9  on 4683  degrees of freedom
AIC: 5995.9
```

Εικόνα 4.3: Αποτελέσματα μοντέλου (φωτογραφία κώδικα)

Από τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρείται πως όλα τα τελικώς επιλεγμένα χαρακτηριστικά ως προς την επιλογή ενός αυτόνομου οχήματος είναι στατιστικώς σημαντικά με επίπεδο εμπιστοσύνης 99%. Παράλληλα, αναλύοντας το πρόσημο της κάθε παραμέτρου παρατηρείται πως όλα έχουν την αναμενόμενη συμπεριφορά και εξάρτηση. Παρακάτω ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των αποτελεσμάτων.

Αναλυτικότερα, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα ο παράγοντας που είναι πιο καθοριστικός στην τελική στάση που θα κρατήσει ο Ευρωπαίος Πολίτης απέναντι στην οδική αυτοματοποίηση είναι η **ασφάλεια** των επιβατών. Όπως παρατηρείται στην μοντελοποίηση, ο παράγοντας της ασφάλειας επιδρά σε μεγάλο βαθμό στην χρησιμότητα και δρα θετικά σε περίπτωση που εξασφαλίζεται στους επιβάτες. Αυτό επιβεβαιώνει και τα στατιστικά αποτελέσματα που αναλύθηκαν προηγουμένως στο υποκεφάλαιο 4.2. Παράλληλα, εξετάζοντας κάποιους από τους

βασικότερους παράγοντες του ερωτηματολογίου, και της βιβλιογραφίας γενικότερα, επιβεβαιώνεται πως όσον αφορά την **προστασία προσωπικών δεδομένων**, αν δεν είναι διασφαλισμένη από το κράτος και τις αυτοκινητοβιομηχανίες ο αποφασίζοντας δεν θα επιλέξει να κάνει χρήση του οχήματος. Επίσης, όσον αφορά το **νομοθετικό πλαίσιο**, ο αποφασίζων τάσσεται υπέρ της νέας τεχνολογίας αν οι αρμόδιοι φορείς έχουν μεριμνήσει σχετικά έτσι ώστε να μην υπάρχουν κενά και ανακρίβειες. Τέλος, όσον αφορά τις **οδικές υποδομές** ο ερωτώμενος επηρεάζεται θετικά αν έχουν γίνει τα απαραίτητα έργα υποδομής, τα οποία θα εξασφαλίζουν την ασφάλεια των επιβατών.

Εξετάζοντας την οικονομική κατάσταση του ερωτώμενου, τα άτομα με **μηνιαίο εισόδημα** άνω των 5000€ είναι πιθανότερο να προβούν σε μια επένδυση αγοράς αυτόνομου οχήματος, συγκριτικά με εκείνους που έχουν χαμηλότερα εισοδηματικά κριτήρια.

Παράλληλα, από τα αποτελέσματα φαίνεται πως η **γενικότερη ευνοϊκή στάση στην νέα τεχνολογία και η προηγούμενη γνώση για τα αυτόνομα οχήματα** έχει σημαντικό αντίκτυπο στην απόφαση για αγορά ή χρήση ενός αυτόνομου οχήματος. Συγκεκριμένα, όσοι δήλωσαν ότι έχουν γνώσεις σχετικά με τα αυτόνομα οχήματα, έχουν οδηγήσει όχημα υψηλής αυτοματοποίησης ή τα εμπιστεύονται συγκριτικά με τα συμβατικά οχήματα, δρουν θετικά και με μεγάλο επίπεδο σημαντικότητας στην θετική απόφαση. Για παράδειγμα, όσοι απάντησαν πως είχαν άγνοια πως στην Ευρώπη ήδη γίνεται χρήση αυτόνομων ΜΜΜ επίδρασαν αρνητικά στην χρήση ενός αυτόνομου οχήματος.

Τέλος, εξετάζοντας τα **κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά** του δείγματος φαίνεται πως η ηλικία 36-45 εξετάζει θετικά το σενάριο αγοράς ή χρήσης αυτόνομου οχήματος, σε αντίθεση με τα άτομα άνω των 65 ετών. Επίσης, εξετάζοντας τις **συνήθειες μετακίνησης** του δείγματος, εκείνοι που στην καθημερινότητά τους έχουν ως βασικό μέσο μεταφοράς τη μοτοσυκλέτα ή το αυτοκίνητο ως οδηγοί, τάσσονται θετικά στην νέα τεχνολογία. Εξίσου τάσσονται υπέρ κι εκείνοι που ο βασικός λόγος μετακίνησής τους είναι η **ψυχαγωγία**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η νέα τεχνολογία της αυτοματοποίησης έχει απασχολήσει πολύ τόσο τις αυτοκινητοβιομηχανίες όσο και τις κυβερνήσεις. Μία από τις βασικότερες προκλήσεις που έχουν να αντιμετωπίσουν είναι η ομαλή ενσωμάτωσή τους στην καθημερινότητα των πολιτών. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ΕΕ έχει δώσει κατευθυντήριες γραμμές έτσι ώστε η υιοθέτηση της αυτοματοποίησης στην οδήγηση να γίνει όσο το δυνατόν γρηγορότερα και ομαλότερα. Από την παρούσα έρευνα φαίνεται πως η χρήση πλήρως αυτοματοποιημένων οχημάτων θα οδηγήσει σε μεγάλες αλλαγές και προκλήσεις στον τομέα των μεταφορών. Στόχος, λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν **η διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν την κρίση του Ευρωπαίου πολίτη ως προς την υιοθέτηση της αυτοματοποίησης στην οδήγηση**.

5.1 Συγκεντρωτικά Συμπεράσματα

Μέσω ηλεκτρονικής πλατφόρμας δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο απευθύνθηκε πανευρωπαϊκά σε όλες τις ηλικιακές και τις κοινωνικές ομάδες, με σκοπό τη συλλογή και την επεξεργασία δεδομένων σχετικά με το πώς αντιμετωπίζεται η αυτοματοποίηση στην οδήγηση. Οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν, επεξεργάστηκαν σε ειδική βάση δεδομένων για την πραγματοποίηση στατιστικής ανάλυσης. Μετά τη μελέτη του **θεωρητικού υπόβαθρου και τη συλλογή των στοιχείων** ακολούθησε η **επεξεργασία** και η **μοντελοποίηση** των απαντήσεων μέσω της **μεθόδου δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης (binary logistic regression).** Τα τελικά μαθηματικά μοντέλα προέκυψαν από ένα δείγμα **235 απαντήσεων**, πληρώντας επαρκώς τα κριτήρια ποιότητας αφού καλύπτουν την πλειοψηφία των κοινωνικο-δημογραφικών και οικονομικών χαρακτηριστικών των ερωτηθέντων. Μετά την παρουσίαση τόσο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης όσο και της ανάλυσης των ερωτηματολογίων και της μοντελοποίησης των απαντήσεών του, είναι πλέον εφικτό να αναλυθούν τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας σχετικά με το πώς επηρεάζεται ο πολίτης μπροστά σε αυτή τη νέα τεχνολογία.

Αρχικά, αναλύοντας τόσο τα στατιστικά χαρακτηριστικά των απαντήσεων όσο και την επεξεργασία και μοντελοποίηση μέσω δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης, φανερώνεται πως ο παράγοντας που παίζει τον καθοριστικότερο ρόλο στην στάση που θα κρατήσει ο Ευρωπαίος πολίτης απέναντι σε αυτήν την νέα τεχνολογία είναι η **ασφάλεια των επιβατών**. Εξίσου σημαντική επιρροή ασκούν οι κατάλληλες **οδικές υποδομές**, το επαρκές **νομοθετικό πλαίσιο** και η **προστασία των προσωπικών δεδομένων.** Παράλληλα, εξετάζοντας τα κοινωνικο-δημογραφικά και οικονομικά χαρακτηριστικά του δείγματος φανερώθηκε πως ένα υψηλό **μηνιαίο εισόδημα** επιδρά θετικά στην αντιμετώπιση της νέας τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, οι εργαζόμενοι με υψηλό μηνιαίο εισόδημα (άνω των 5000€) βλέπουν θετικότερα την αυτοματοποίηση συγκριτικά εκείνους που αμείβονται μηνιαίως με χαμηλότερο μισθό και

εργάζονται ως υπάλληλοι. Επίσης, φαίνεται πως εκείνοι που κρατούν γενικά **ευνοϊκή στάση στην αυτοματοποίηση και έχουν γνώσεις σχετικά με αυτή την νέα τεχνολογία** τάσσονται υπέρ στην υιοθέτηση των αυτόνομων οχημάτων. Τέλος, εξετάζοντας τις **συνήθειες μετακίνησης**, εκείνοι που έχουν ως βασικό λόγο μεταφοράς την ψυχαγωγία, όπως κι εκείνοι που χρησιμοποιούν ως βασικό μέσο μεταφοράς τους την μοτοσυκλέτα ή το αυτοκίνητο ως οδηγοί βλέπουν θετικά την αυτοματοποίηση.

5.2 Προτάσεις Διαχείρισης Αυτοματοποίησης των μεταφορών

Με βάση τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση και την μοντελοποίηση των αποτελεσμάτων στην παρούσα διπλωματική εργασία, διαμορφώνονται οι εξής προτάσεις προς βελτίωση στον τομέα των μεταφορών όσον αφορά την αυτοματοποίηση στην οδήγηση:

- **Κατοχύρωση της ασφάλειας των επιβατών:** Η εγγύηση της προστασίας του πολίτη αποτελεί θεμελιώδη προτεραιότητα στην αυτοματοποίηση της οδήγησης, τόσο για τους επιβάτες όσο και για τους πεζούς. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες πρέπει να εξετάσουν την ανάπτυξη εξειδικευμένων συστημάτων ανίχνευσης κινδύνων (κάμερες, ειδικούς αισθητήρες, ανάπτυξη σχετικών αλγορίθμων) έτσι ώστε να εξασφαλίσουν την άμεση αντίδραση του οχήματος σε κάθε επικίνδυνο σενάριο. Με αυτόν τον τρόπο, θα επιτευχθεί η μείωση των ατυχημάτων.

- **Λήψη μέτρων σχετικά με την διατήρηση ιδιωτικότητας:** Όπως διαπιστώνεται από τα αποτελέσματα της ανάλυσης των απαντήσεων του ερωτηματολογίου, ο πολίτης θεωρεί πολύ σημαντική την εξασφάλιση της προστασίας των προσωπικών του δεδομένων για να χρησιμοποιήσει ένα αυτόνομο όχημα. Έτσι, οι αυτοκινητοβιομηχανίες και οι κυβερνήσεις πρέπει να εξασφαλίσουν την ιδιωτικότητα του επιβάτη, εφαρμόζοντας αυστηρές προδιαγραφές ασφαλείας, παρά την εκ φύσεως δυσκολία που έχει αυτός ο τρόπος μετακίνησης, διασφαλίζοντας έτσι την αξιοπιστία των αυτοματοποιημένων λειτουργιών του οχήματος.

- **Βελτίωση οδικών υποδομών:** Για να υποδεχτεί η κάθε χώρα τα νέα αυτόνομα οχήματα χρειάζεται κατάλληλη κατασκευή, επαρκής συντήρηση και αναδιαμόρφωση των οδικών υποδομών.

- **Κατάλληλη τροποποίηση νομοθετικού πλαισίου:** Όπως φανερώθηκε από την σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση η πλειοψηφία των χωρών της ΕΕ δεν έχουν αναθεωρήσει τη νομοθεσία τους σχετικά με την αυτοματοποίηση στην οδήγηση, με αποτέλεσμα να υπάρχει σύγχυση στην απόδοση ευθύνης σε περίπτωση ατυχήματος, αλλά και γενικότερα

στην χρήση τους σε ένα ευρύτερο πλαίσιο. Βάσει της νομοθεσίας των περισσότερων χωρών μέχρι στιγμής η χρήση ενός πλήρως αυτοματοποιημένου οχήματος επιτρέπεται μόνο για περιορισμένη ή πιλοτική χρήση. Εξετάζοντας τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, ένα επαρκές νομοθετικό πλαίσιο παίζει καθοριστικό ρόλο για την θετική στάση στην αυτοματοποίηση.

- **Λήψη οικονομικών μέτρων κατά την αγορά ενός αυτοματοποιημένου οχήματος:** Η απόφαση αγοράς ενός αυτόνομου οχήματος συνδέεται άμεσα με το εισόδημα του καταναλωτή και γενικότερα με την οικονομική του κατάσταση, καθώς ένα πλήρως αυτοματοποιημένο όχημα τείνει να είναι ακριβότερο συγκριτικά με ένα συμβατικό. Έτσι, ενώ ο πολίτης υψηλού εισοδήματος βλέπει θετικά την επένδυση σε ένα αυτόνομο όχημα, ταυτόχρονα ο πολίτης μεσαίου και χαμηλού εισοδήματος δεν έχει τη δυνατότητα τέτοιου είδους αγοράς. Σε αυτό το πλαίσιο, από την μία πλευρά, χρειάζεται οι κυβερνήσεις να πάρουν μέτρα έτσι ώστε να διατηρηθεί ένα οικονομικό μέτρο κατά την αγορά ενός σύγχρονου οχήματος με χρηματοδοτήσεις ή κρατικές επιδοτήσεις, και από την άλλη, οι αυτοκινητοβιομηχανίες να στραφούν στην ανάπτυξη οικονομικότερων μοντέλων αυτόνομων οχημάτων, με στόχο την ευρύτερη διάδοση της τεχνολογίας.

- **Ενημέρωση των πολιτών σχετικά με την νέα τεχνολογία:** Σύμφωνα με τις απαντήσεις των ερωτηματολογίων πλήθος πολιτών, κυρίως μεγαλύτερων ηλικιών, δεν έχουν πλήρη γνώση πάνω σε αυτή την νέα τεχνολογία. Επίσης, φαίνεται πως εκείνοι που είχαν γνώσεις σχετικά με το αντικείμενο τάσσονταν ευκολότερα υπέρ της νέας τεχνολογίας.

5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η ανάγκη βελτίωσης του τομέα των μεταφορών και της Ευρωπαϊκής Πολιτείας σχετικά με την νέα τεχνολογία της αυτοματοποίησης στην οδήγηση κρίνεται απαραίτητη. Λαμβάνοντας υπόψιν τα συμπεράσματα που διεξήχθησαν από την παρούσα διπλωματική εργασία μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και της επεξεργασίας των ερωτηματολογίων, παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες προτάσεις, οι οποίες κρίνονται χρήσιμες για περεταίρω έρευνα:

- Διεξαγωγή ερωτηματολογίων με **μεγαλύτερο δείγμα συμμετεχόντων**. Στην παρούσα έρευνα κατάφερε να καλυφθεί η πλειοψηφία των κοινωνικο-δημογραφικών χαρακτηριστικών που θα μπορούσε να έχει ένα δείγμα ερωτηματολογίου. Ωστόσο, όσο αυξάνεται ο αριθμός των απαντήσεων τόσο αυξάνεται και η αξιοπιστία του αποτελέσματος.

- Εξέταση των παραγόντων επιρροής **σε περισσότερες χώρες τόσο σε πανευρωπαϊκό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο**. Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στο πώς επηρεάζεται

ο Ευρωπαίος πολίτης. Δεν έγινε κάποια ιδιαίτερη αναφορά στο πώς αντιμετωπίζεται αυτή η νέα τεχνολογία σε άλλα κράτη εκτός Ευρώπης. Σε επόμενο στάδιο, η εξέταση ενός παγκόσμιου δείγματος, η μελέτη βιβλιογραφικής ανασκόπησης και από άλλες Ηπείρους και η μεταξύ τους σύγκριση θα οδηγούσε σε σφαιρικότερα αποτελέσματα.

- Εξέταση κι **άλλων παραγόντων** που εν δυνάμει μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση του αποφασίζοντα. Για παράδειγμα, μπορεί να εξεταστεί η αντιμετώπιση πάνω σε συγκεκριμένους αυτοματισμούς του οχήματος, όπως το Brake Assist (Υποβοήθηση Πέδησης) και τα ADAS Systems (Advanced Driver Assistance Systems). Παράλληλα, θα μπορούσε να αξιολογηθεί η άνεση του επιβαίνοντα ή η εμπιστοσύνη που έχει ο πολίτης σε ένα αυτόνομο όχημα κατά την οδήγηση σε ακραίες καιρικές συνθήκες (βροχή, χιόνι).

- Επέκταση των **κοινωνικο-δημογραφικών στοιχείων** του δείγματος ώστε να συμπεριληφθούν δεδομένα σχετικά με την ιδιοκτησία οχήματος σε νοικοκυριά, την απόσταση ταξιδιού και τον τρόπο ενός μακρινού ταξιδιού για μια πιο ολοκληρωμένη ανάλυση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Athens Transport. 2021. “Στους Δρόμους Τα Πρώτα Λεωφορεία Χωρίς Οδηγό Στο Ηνωμένο Βασίλειο.” https://www.athenstransport.com/2021/06/autonoma-leoforeia-agglia.

autotriti.gr. 2020. “Νομοθεσία Ορόσημο η Οποία Αναμένεται Να Επιτρέψει Την Κυκλοφορία Οχημάτων Με Τεχνολογία Αυτόνομης Οδήγησης 4ου Επιπέδου Προετοιμάζει Αυτοβούλως η Γερμανία.” https://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/Nomo-gia-ta-aytonoma-4oy-epipedoy-etoimazei-h-Germania_205566.asp.

Ben-Akiva, Moshe E., and Steven R. Lerman. 1985. *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. ed. Marvin Manheim. MIT Press.

Ben-Akiva, Moshe, and Steven R.Lerman. 2018. *Discrete Choice Analysis Theory and Application to Travel Demand*. The MIT Press.

Burns, Lawrence D., and Christopher Shulgan. 2018. *Autonomy: The Quest to Build the Driverless Car—And How It Will Reshape Our World*. Ecco.

Van de Camp, Wim. 2019. 2089 *DRAFT REPORT on Autonomous Driving in European Transport*.

CAR 2 CAR Communication Consortium. “C-ITS: Cooperative Intelligent Transport Systems and Services.” https://www.car-2-car.org/about-c-its.

“CCAM Partnership.” *EUROPEAN PARTHNERSHIP*. https://www.ccam.eu/what-is-ccam/ccam-partnership/.

Charisi, V., Compañó, R., Duch Brown, M. N., Gomez, E., Klenert, D., Lutz, and C. Marschinski, R., Torrecilla-Salinas. 2006. *What Future for European Jobs?* http://ideas.repec.org/p/ner/lselon/http--eprints.lse.ac.uk-4573-.html.

Collingwood, L. 2017. “Privacy Implications and Liability Issues of Autonomous Vehicles.” 87(1,2).

Daly, Angela et al. 2019. SSRN Electronic Journal *Artificial Intelligence, Governance and Ethics: Global Perspectives*.

Daniel J. Fagnant, and Kara Kockelman. 2015. “PREPARING A NATION FOR AUTONOMOUS VEHICLES: OPPORTUNITIES, BARRIERS AND POLICY RECOMMENDATIONS FOR CAPITALIZING ON SELF-DRIVEN VEHICLES.” *Transportation Research Part A* 77: 167–81.

Davola, Antonio. 2018. “A Model for Tort Liability in a World of Driverless Cars: Establishing a Framework for the Upcoming Technology.” *SSRN Electronic Journal* 54(3).

Dr. Lance B. Eliot. 2017. *Self-Driving Cars: “The Mother of All AI Projects”: Practical Advances in Artificial Intelligence (AI)*. LBE Press Publishing.

European Comission. 2021. *FINAL REPORT OF THE SINGLE PLATFORM FOR OPEN ROAD TESTING AND PRE-DEPLOYMENT OF COOPERATIVE, CONNECTED AND AUTOMATED AND AUTONOMOUS MOBILITY PLATFORM (CCAM Platform)*.

European Commission. 2016. “An EU Strategy on Cooperative, Connected and Automated Mobility.” (November 2016): 2016–18. http://ec.europa.eu/transport/themes/its/index_en.htm.

———. 2021. “Cooperative, Connected and Automated Mobility (CCAM).” https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/smart-mobility/cooperative-connected-and-automated-mobility-ccam_en.

European Data Protection board. 2020. “Κατευθυντήριες Γραμμές 01 / 2020 Σχετικά Με Την Επεξεργασία Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα Στο Πλαίσιο Των Συνδεδεμένων Οχημάτων Και Των Εφαρμογών Που Σχετίζονται Με Την Κινητικότητα.” : 1–41.

———. 2021. “Κατευθυντήριες Γραμμές 01/2020 Σχετικά Με Την Επεξεργασία Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα Στο Πλαίσιο Των Συνδεδεμένων Οχημάτων Και Των Εφαρμογών Που Σχετίζονται Με Την Κινητικότητα.” https://edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines/guidelines-012020-processing-personal-data-context_el.

Hensher, David A., John M. Rose, and William H. Greene. 2005. Applied Choice Analysis: A Primer *Applied Choice Analysis: A Primer*.

Hensher, David, John Rose, and William Greene. 2005. “Applied Choice Analysis.”

van den Hoven van Genderen, R. 2017. “Privacy and Data Protection in the Age of Pervasive Technologies in AI and Robotics.” *European Data Protection Law Review* 3(3): 338–52.

Ishii, Kaori. 2019. “Comparative Legal Study on Privacy and Personal Data Protection for Robots Equipped with Artificial Intelligence: Looking at Functional and Technological Aspects.” *AI and Society* 34(3): 509–33.

Jérémy, Bensoussan, and Bensoussan Alain. 2019. *Droit Des Robots*. 2nd ed. ed. Bruylant. Lexing - Technologies avancées & Droit.

Kay, Duncan. 2015. “The Pathway to Driverless Cars.” *The Pathway to Driverless Cars* (February 2015): 1–39.

Kelley, Richard, Enrique Schaerer, Micaela Gomez, and Monica Nicolescu. 2010. “Liability in Robotics: An International Perspective on Robots as Animals.” *Advanced Robotics* 24(13): 1861–71.

Louviere, Jordan J., David A. Hensher, Joffre D. Swait, and Wiktor Adamowicz. 2010. Stated Choice Methods *Combining Sources of Preference Data*.

Marchant, Gary E, and Rachel A Lindor. 2012. “The Coming Collision Between Autonomous Vehicles and the Liability System.” *Number 4 Article* 52(4): 12–17. http://digitalcommons.law.scu.edu/lawreview%0Ahttps://digitalcommons.law.scu.edu/lawreview/vol52/iss4/6/%0Ahttp://digitalcommons.law.scu.edu/lawreview.

National Cyber Security Center. 2016. “Denial of Service (DoS) Guidance.” https://www.ncsc.gov.uk/collection/denial-service-dos-guidance-collection.

National Highway Traffic Safety Administration. 2013. *Preliminary Statement of Policy Concerning*

Automated Vehicles.

newsauto. 2021. “Μόλις Το 12% Στη Βρετανία Εμπιστεύεται Τα Αυτόνομα Οχήματα.” https://www.newsauto.gr/news/molis-to-12-sti-vretania-empistevete-ta-aftonoma-ochimata/.

Newsroom. 2023. “Στη Γερμανία Τα Πρώτα Δρομολόγια Μεταφοράς Επιβατών Με Αυτόνομα Οχήματα.” https://www.ieidiseis.gr/auto-moto/186387/sti-germania-ta-prota-dromologia-metaforas-epivaton-me-aftonoma-oximata.

Patti, F.P. 2019. “THE EUROPEAN ROAD TO AUTONOMOUS VEHICLES.” *New York University Law Review* 95(2): 498–579.

Penmetsa, Praveena et al. 2019. “Perceptions and Expectations of Autonomous Vehicles – A Snapshot of Vulnerable Road User Opinion.” *Technological Forecasting and Social Change* 143(February): 9–13.

Raposo, Alonso et al. 2018. European Union *An Analysis of Possible Socio-Economic Effects of a Cooperative, Connected and Automated Mobility (CCAM) in Europe*. https://ec.europa.eu/jrc.

Rosenberg, Adam. 2017. “Strict Liability: Imagining a Legal Framework for Autonomous Vehicles.” *Tulane Journal of Technology & Intellectual Property* 20: 205–24.

Schroll, Carrie. 2015. “Splitting the Bill: Creating a National Car Insurance Fund to Pay for Accidents in Autonomous Vehicles.” *Northwestern University Law Review* 3(109): 803–33.

SELF DRIVING CAR. “Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats to Autonomous Motor Vehicles.” https://selfdrivingcarproject.wordpress.com/swot/ (May 15, 2023a).

———. “SWOT.” https://selfdrivingcarproject.wordpress.com/swot/.

Shekhar, S., and Liu Duen-Ren. 1997. “CCAM: A Connectivity-Clustered Access Method for Networks and Network Computations.” *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 9: 102–19.

Slovic, P., B. Fischhoff, and S. Lichtenstein. 1977. “Behavioral Decision Theory.” *Annual Review of Psychology*: 1–39.

Smith, Bryant Walker. 2016. “Automated Driving and Product Liability.” *Detroit College of Law at Michigan State University Law Review* 2017(1): 1.

Tan, Limin, Changxi Ma, Xuecai Xu, and Jin Xu. 2020. “Choice Behavior of Autonomous Vehicles Based on Logistic Models.” *Sustainability (Switzerland)* 12(1): 1–16.

Turner, Jacob. 2018. “Robot Rules: Regulating Artificial Intelligence.” *Robot Rules: Regulating Artificial Intelligence*: 1–377.

Tversky, A. 1972. “Elimination by Aspects: A Theory of Choice.” *Psychological Review*: 281–99.

Ungern-Sternberg. “Autonomous Driving: Regulatory Challenges Raised by Atificial Decision-Making and Tragic Choices.” 14(1): 1–13.

Vehicles, Centre for Connected and Autonomous, Innovation and Technology Department for Science,

Innovate UK Department for Transport, and Energy & Industrial Strategy Department for Business. 2015. “Driverless Vehicles: Connected and Autonomous Technologies.” https://www.gov.uk/government/collections/driverless-vehicles-connected-and-autonomous-technologies.

Vladeck, David C. 2014. “Machines without Principals: Liability Rules and Artificial Intelligence.” *Washington Law Review* 89(1): 117–50.

Βογιατζή, Α. 2020. “Αυτόνομα Οχήματα: Η Εμφάνιση, Εξέλιξη Και Νομική Ρύθμισή Τους.” 1(2).

Επιτροπή, Ευρωπαϊκή. 2018. “ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ.” 3(2): 91–102.

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. 2019. “Αυτόνομα Αυτοκίνητα Στην ΕΕ: Από Επιστημονική Φαντασία...Σε Απτή Πραγματικότητα.” https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/economy/20190110STO23102/autonoma-autokinita-stin-ee-apo-epistimoniki-fantasia-se-apti-pragmatikotita (April 25, 2023).

Η Καθημερινή. 2014. “Στην Ολλανδία Θα Πρωτοκυκλοφορήσουν Φορτηγά Με «αυτόματο Πιλότο».” *Η Καθημερινή*. https://www.kathimerini.gr/life/technology/774939/stin-ollandia-tha-protokykloforisoyn-fortiga-me-aytomato-piloto/.

Κασσίμη, Αλεξάνδρα. 2019. “Λεωφορείο Χωρίς Οδηγό Ξανά Στα Τρίκαλα.” https://www.kathimerini.gr/society/1038143/leoforeio-choris-odigo-xana-sta-trikala/.

Κουσουνή-Πανταζοπούλου. 2019. “Νομικές Διαστάσεις Της Τεχνητής Νοημοσύνης (Παρόν Και Μέλλον). Ελληνική Δικαιοσύνη.” In , 312–20.

Κώστας Βλαχάκης. 2016a. “Mercedes-Benz Future Bus Με CityPilot: Ξεκίνησε Τις Διαδρομές Στο Άμστερνταμ.” *Autonomous.gr*. https://www.autonomous.gr/mercedes-benz-future-bus-with-citypilot-autonomous-amsterdam-8323/.

———. 2016b. “WEpods: Η Δημόσια Συγκοινωνία Γίνεται Αυτόνομη.” https://www.autonomous.gr/wepods-self-driving-public-shuttle-3672/.

Μενεγάτος, Ανδρέας. 2021. “Ζητήματα Ασφάλειας Και Ιδιωτικότητας Σε Περιβάλλοντα Έξυπνων Μεταφορών.” Πανεπιστήμιο Πειραιώς Σχολή Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών.

Οικονομικός Ταχυδρόμος. 2023. “Γερμανία: Στους Δρόμους Τα Πρώτα Αυτοκίνητα Χωρίς Οδηγό.” https://www.ot.gr/2023/02/07/texnologia/germania-stous-dromous-ta-prota-aytokinita-xoris-odigo/.

Τριανταφυλλίδη, Ειρήνη. 2021. “ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΩΝ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.” ΝΤΥΑ.

Χαριτάτος, Πάρις. 2020. “Παράγοντες Επιρροής Της Αποδοχής Αυτόνομων Οχημάτων Και Υπηρεσιών Κινητικότητας Με Βάση Την Ζήτηση.”

Χριστοδούλου, Κωνσταντίνος. 2019. “Νομικά Ζητήματα Από Την Τεχνητή Νοημοσύνη.” : 329.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΛΩΣΣΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ R (με την τελική επιλογή παραγόντων)

```
##Rename column names

names(survey_data)[3:19] <- c("use_tech_products", "tm_satisfaction", "PT_adequacy",

                      "transport_mode1", "transport_mode2", "trip_purpose1", "trip_purpose2",

                      "AV_knowledge", "driven_AV", "AV_safer_than_CV", "PT_without_driver",

                      "AV_trust_citycenter", "AV_trust_highway", "AV_economically_accessible",

                      "ignorance_prevent_from_AV", "dataprivacy_affect_AV_preference",
"autonomous_PT_Europe")



###questions of the stated preference

new_names <- c("no_price_but_dataprivacy", "no_price_but_safety", "no_price_but_infrastructure",
"no_price_but_framework",

          "no_framework_but_price", "no_framework_but_safety", "no_framework_but_dataprivacy",
"no_framework_but_infrastructure",

          "no_infrastructure_but_price", "no_infrastructure_but_safety",
"no_infrastructure_but_dataprivacy", "no_infrastructure_but_framework",

          "no_safety_but_price", "no_safety_but_infrastructure", "no_safety_but_dataprivacy",
"no_safety_but_framework",

          "no_dataprivacy_but_price", "no_dataprivacy_but_infrastructure", "no_dataprivacy_but_safety",
"no_dataprivacy_but_framework")

names(survey_data)[20:39] <- new_names



###socio-demographic questions

new_names <- c("Gender", "Age", "Profession", "Income", "Country")

names(survey_data)[40:44] <- new_names
```

```
##Remove second column of timestamp
survey_data <- subset(survey_data, select = -Timestamp)

##Replace Yes with 1 and No with 0
survey_data$use_tech_products <- ifelse(survey_data$use_tech_products == "Yes", 1, 0)
survey_data$driven_AV <- ifelse(survey_data$driven_AV == "Yes", 1, 0)

survey_data$autonomous_PT_Europe <- ifelse(survey_data$autonomous_PT_Europe == "Yes", 1, 0)

survey_data$no_price_but_dataprivacy <- ifelse(survey_data$no_price_but_dataprivacy == "Yes", 1, 0)
survey_data$no_price_but_safety <- ifelse(survey_data$no_price_but_safety == "Yes", 1, 0)
survey_data$no_price_but_infrastructure <- ifelse(survey_data$no_price_but_infrastructure == "Yes", 1, 0)
survey_data$no_price_but_framework <- ifelse(survey_data$no_price_but_framework == "Yes", 1, 0)

survey_data$no_framework_but_price <- ifelse(survey_data$no_framework_but_price == "Yes", 1, 0)
survey_data$no_framework_but_safety <- ifelse(survey_data$no_framework_but_safety == "Yes", 1, 0)
survey_data$no_framework_but_dataprivacy <- ifelse(survey_data$no_framework_but_dataprivacy == "Yes", 1, 0)
survey_data$no_framework_but_infrastructure <- ifelse(survey_data$no_framework_but_infrastructure == "Yes", 1, 0)

survey_data$no_infrastructure_but_price <- ifelse(survey_data$no_infrastructure_but_price == "Yes", 1, 0)
survey_data$no_infrastructure_but_safety <- ifelse(survey_data$no_infrastructure_but_safety == "Yes", 1, 0)
```

```
survey_data$no_infrastructure_but_dataprivacy <-
ifelse(survey_data$no_infrastructure_but_dataprivacy == "Yes", 1, 0)

survey_data$no_infrastructure_but_framework <- ifelse(survey_data$no_infrastructure_but_framework
== "Yes", 1, 0)



survey_data$no_safety_but_price <- ifelse(survey_data$no_safety_but_price == "Yes", 1, 0)

survey_data$no_safety_but_infrastructure <- ifelse(survey_data$no_safety_but_infrastructure == "Yes",
1, 0)

survey_data$no_safety_but_dataprivacy <- ifelse(survey_data$no_safety_but_dataprivacy == "Yes", 1, 0)

survey_data$no_safety_but_framework <- ifelse(survey_data$no_safety_but_framework == "Yes", 1, 0)



survey_data$no_dataprivacy_but_price <- ifelse(survey_data$no_dataprivacy_but_price == "Yes", 1, 0)

survey_data$no_dataprivacy_but_infrastructure <-
ifelse(survey_data$no_dataprivacy_but_infrastructure == "Yes", 1, 0)

survey_data$no_dataprivacy_but_safety <- ifelse(survey_data$no_dataprivacy_but_safety == "Yes", 1, 0)

survey_data$no_dataprivacy_but_framework <- ifelse(survey_data$no_dataprivacy_but_framework ==
"Yes", 1, 0)



## split variables with multiple answers into multiple columns with values 0 or 1

### Transport mode selection 1

survey_data <- survey_data %>%

  mutate(tm1_Vehdr = as.integer(transport_mode1 == "Vehicle as driver"),

         tm1_Vehpas = as.integer(transport_mode1 == "Vehicle as passenger"),

         tm1_PUT = as.integer(transport_mode1 == "Public urban transport"),

         tm1_foot = as.integer(transport_mode1 == "On foot"),

         tm1_Mc = as.integer(transport_mode1 == "Motorcycle"),

         tm1_Bike = as.integer(transport_mode1 == "Bicycle"))
```

```
### Transport mode selection 2
survey_data <- survey_data %>%
  mutate(tm2_Vehdr = as.integer(transport_mode2 == "Vehicle as driver"),
         tm2_Vehpas = as.integer(transport_mode2 == "Vehicle as passenger"),
         tm2_PUT = as.integer(transport_mode2 == "Public urban transport"),
         tm2_foot = as.integer(transport_mode2 == "On foot"),
         tm2_Mc = as.integer(transport_mode2 == "Motorcycle"),
         tm2_Bike = as.integer(transport_mode2 == "Bicycle"))
### Trip purpose selection 1
survey_data <- survey_data %>%
  mutate(tp1_Ed = as.integer(trip_purpose1 == "Education"),
         tp1_Ent = as.integer(trip_purpose1 == "Entertainment"),
         tp1_Leis = as.integer(trip_purpose1 == "Leisure trip"),
         tp1_Shop = as.integer(trip_purpose1 == "Shopping"),
         tp1_Work = as.integer(trip_purpose1 == "Work"))
### Trip purpose selection 2
survey_data <- survey_data %>%
  mutate(tp2_Ed = as.integer(trip_purpose2 == "Education"),
         tp2_Ent = as.integer(trip_purpose2 == "Entertainment"),
         tp2_Leis = as.integer(trip_purpose2 == "Leisure trip"),
         tp2_Shop = as.integer(trip_purpose2 == "Shopping"),
         tp2_Work = as.integer(trip_purpose2 == "Work"))


##remove the respective columns that are not needed anymore
survey_data <- subset(survey_data, select = -c(transport_mode1, transport_mode2, trip_purpose1,
trip_purpose2))
```

```
##replace PT_without_driver variable's values with -1 for No, 0 for Maybe and 1 for Yes

survey_data$PT_without_driver <- as.numeric(gsub("Yes", 1, gsub("No", -1, gsub("Maybe", 0,
survey_data$PT_without_driver))))


##replace Gender variable's values with -1 for  Male, 0 for Diverse and 1 for Female

survey_data$Gender <- as.numeric(gsub("Female", 1, gsub("Male", -1, gsub("Diverse", 0,
survey_data$Gender))))


## split variables with multiple answers into multiple columns with values 0 or 1

### Age variable groups

survey_data <- survey_data %>%

  mutate(age18_25 = as.integer(Age == "18-25"),

         age26_35 = as.integer(Age == "26-35"),

         age36_45 = as.integer(Age == "36-45"),

         age46_55 = as.integer(Age == "46-55"),

         age56_65 = as.integer(Age == "56-65"),

         age_gr65 = as.integer(Age == ">65"))

survey_data = subset(survey_data, select = -c(Age))

### Professional status

survey_data <- survey_data %>%

  mutate(ps_employee = as.integer(Profession == "Employee"),

         ps_retired = as.integer(Profession == "Retired"),

         ps_selfemployed = as.integer(Profession == "Self-employed"),

         ps_unemployed = as.integer(Profession == "Unemployed"),

         ps_unistudent = as.integer(Profession == "University student"))
```

```
survey_data = subset(survey_data, select = -c(Profession))

### Income

survey_data <- survey_data %>%

  mutate(income_l1000 = as.integer(Income == "< 1000 €"),

         income1000_1500 = as.integer(Income == "1000 - 1500 €"),

         income1500_2500 = as.integer(Income == "1500 - 2500 €"),

         income2500_3500 = as.integer(Income == "2500 - 3500 €"),

         income3500_5000 = as.integer(Income == "3500 - 5000 €"),

         income_gr5000 = as.integer(Income == "> 5000 €"))

survey_data = subset(survey_data, select = -c(Income))

### Country

survey_data <- survey_data %>%

  mutate(Belgium = as.integer(Country == "Belgium"),

         Germany = as.integer(Country == "Germany"),

         Greece = as.integer(Country == "Greece"),

         Hungary = as.integer(Country == "Hungary"),

         Italy = as.integer(Country == "Italy"),

         Luxembourg = as.integer(Country == "Luxembourg"),

         Netherlands = as.integer(Country == "Netherlands"),

         Portugal = as.integer(Country == "Portugal"),

         Slovenia = as.integer(Country == "Slovenia"),

         Spain = as.integer(Country == "Spain"),

         UK = as.integer(Country == "United Kingdom"))

survey_data = subset(survey_data, select = -c(Country))
```

```
## For transport mode and Trip purpose variables, create binary variables based on the mode or the purpose and not of the different selections

survey_data$Vehdr <- as.numeric(survey_data$tm1_Vehdr | survey_data$tm2_Vehdr)

survey_data$Vehpas <- as.numeric(survey_data$tm1_Vehpas | survey_data$tm2_Vehpas)

survey_data$PUT <- as.numeric(survey_data$tm1_PUT | survey_data$tm2_PUT)

survey_data$Foot <- as.numeric(survey_data$tm1_foot | survey_data$tm2_foot)

survey_data$Mc <- as.numeric(survey_data$tm1_Mc | survey_data$tm2_Mc)

survey_data$Bike <- as.numeric(survey_data$tm1_Bike | survey_data$tm2_Bike)


survey_data$Education <- as.numeric(survey_data$tp1_Ed | survey_data$tp2_Ed)

survey_data$Entertainment <- as.numeric(survey_data$tp1_Ent | survey_data$tp2_Ent)

survey_data$Leisure <- as.numeric(survey_data$tp1_Leis | survey_data$tp2_Leis)

survey_data$Shopping <- as.numeric(survey_data$tp1_Shop | survey_data$tp2_Shop)

survey_data$Work <- as.numeric(survey_data$tp1_Work | survey_data$tp2_Work)


##remove the respective columns that are not needed anymore

survey_data <- subset(survey_data, select = -c(tm1_Vehdr, tm1_Vehpas, tm1_PUT, tm1_foot, tm1_Mc, tm1_Bike))

survey_data <- subset(survey_data, select = -c(tm2_Vehdr, tm2_Vehpas, tm2_PUT, tm2_foot, tm2_Mc, tm2_Bike))

survey_data <- subset(survey_data, select = -c(tp1_Ed, tp1_Ent, tp1_Leis, tp1_Shop, tp1_Work))

survey_data <- subset(survey_data, select = -c(tp2_Ed, tp2_Ent, tp2_Leis, tp2_Shop, tp2_Work))


# Reshape the data from wide to long format

long_data <- pivot_longer(survey_data,

                          cols = starts_with("no_price_but") |

                            starts_with("no_framework_but") |
```

```
                    starts_with("no_infrastructure_but") |
                    starts_with("no_safety_but") |
                    starts_with("no_dataprivacy_but"),
                  names_to = "Variable",
                  values_to = "Value")

# Create new variables based on the original variables
long_data <- long_data %>%
  mutate(Fin_affordable = ifelse(str_detect(Variable, "no_price"), 0, ifelse(str_detect(Variable, "but_price"), 1, NA)),
         Data_privacy = ifelse(str_detect(Variable, "no_dataprivacy"), 0, ifelse(str_detect(Variable, "but_dataprivacy"), 1, NA)),
         Safety = ifelse(str_detect(Variable, "no_safety"), 0, ifelse(str_detect(Variable, "but_safety"), 1, NA)),
         Infrastructure = ifelse(str_detect(Variable, "no_infrastructure"), 0, ifelse(str_detect(Variable, "but_infrastructure"), 1, NA)),
         Framework = ifelse(str_detect(Variable, "no_framework"), 0, ifelse(str_detect(Variable, "but_framework"), 1, NA)),
         Y = ifelse(Value == 1, 1, 0))  # New variable based on original data

# Left join with survey_data to include id variable
long_data <- left_join(long_data, select(survey_data, id), by = "id")

# Drop unnecessary columns
long_data <- select(long_data, -c(Variable, Value))

# CORRELATION MATRICES
##create a correlation matrix for all variables of the new long dataset
```

```
Cor5 <- cor(subset(long_data, select = c("use_tech_products", "tm_satisfaction",
"PT_adequacy","AV_knowledge",            "driven_AV", "AV_safer_than_CV",

                          "PT_without_driver", "AV_trust_citycenter", "AV_trust_highway",
"AV_economically_accessible",

                          "ignorance_prevent_from_AV", "dataprivacy_affect_AV_preference",
"autonomous_PT_Europe",

                          "Gender", "age18_25", "age26_35", "age36_45", "age46_55",
"age56_65","age_gr65",

                          "ps_employee", "ps_retired", "ps_selfemployed", "ps_unemployed",
"ps_unistudent",

                          "income_l1000", "income1000_1500", "income1500_2500", "income2500_3500",
"income3500_5000", "income_gr5000",

                          "Belgium", "Germany", "Greece", "Hungary", "Italy", "Luxembourg", "Netherlands",
"Portugal", "Slovenia", "Spain", "UK",

                          "Vehdr", "Vehpas", "PUT", "Foot", "Mc", "Bike",

                          "Education", "Entertainment", "Leisure", "Shopping", "Work",

                          "Fin_affordable", "Data_privacy", "Safety", "Infrastructure", "Framework", "Y")))

corrplot(cor5, method = "number", addCoef.col = 0.4, tl.cex = 0.5, cl.cex = 0.6, number.cex = 0.5) #, main
= 'Correlation between independent variables'

# BINARY LOGISTIC REGRESSION

str(long_data)

# Fit a binary logistic regression model

binary_lm711 <- glm(Y ~    + AV_knowledge + driven_AV + AV_safer_than_CV  + AV_trust_highway  +
dataprivacy_affect_AV_preference

              + autonomous_PT_Europe + Gender   + age36_45    + income_gr5000   + age_gr65

                + Mc  + Entertainment      +Vehdr

              +Safety+ Infrastructure + Framework, data = long_data, family = "binomial")

# Print the model summary

summary(binary_lm711)
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε εν μέρει από το ερευνητικό και καινοτομικό πρόγραμμα Horizon Europe της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στο πλαίσιο του έργου CONDUCTOR (Συμφωνία Χρηματοδότησης αριθ. 101077049).

CONDUCTOR: https://conductor-project.eu/

Οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση και βελτίωση των στρατηγικών στον τομέα των έξυπνων μεταφορών.

Έρευνα για Αυτόνομα Οχήματα - Μοντέλα Διακυβέρνησης και Κανονισμοί

* Υποδεικνύει απαιτούμενη ερώτηση



Σχετικά με το έργο

Αυτή η έρευνα πραγματοποιείται στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου CONDUCTOR, που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα Έρευνας και Καινοτομίας Horizon Europe της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Project 101077049).

Ο κύριος στόχος του έργου CONDUCTOR είναι να **σχεδιάσει, να ενσωματώσει και να επιδείξει προηγμένη, υψηλού επιπέδου διαχείριση της κυκλοφορίας και του στόλου που θα επιτρέψει την αποτελεσματική και βέλτιστη παγκοσμίως μεταφορά επιβατών και εμπορευμάτων, διασφαλίζοντας παράλληλα απρόσκοπτη διασύνδεση των μεταφορικών μέσων και διαλειτουργικότητα**. Χρησιμοποιώντας καινοτόμες μεθόδους δυναμικής εξισορρόπησης και διαχείρισης οχημάτων (αυτοματοποιημένων και συμβατικών) βάσει προτεραιοτήτων, το CONDUCTOR θα βασιστεί σε λύσεις διαχείρισης στόλου και κυκλοφορίας τελευταίας τεχνολογίας στο οικοσύστημα CCAM (Συνεργατική, Συνδεδεμένη και Αυτοματοποιημένη Κινητικότητα) και θα αναπτύξει μοντέλα και εργαλεία προσομοίωσης επόμενης γενιάς που θα μπορούν να ενεργοποιηθούν από μηχανική μάθηση και συγχώνευση δεδομένων, ενισχύοντας τις δυνατότητες των αρχών μεταφορών και των φορέων εκμετάλλευσης, επιτρέποντάς τους να γίνουν «αγωγοί» μελλοντικών δικτύων κινητικότητας. **Το CONDUCTOR θα αναβαθμίσει τις υπάρχουσες τεχνολογίες για να τοποθετήσει αυτόνομα οχήματα στο κέντρο των μελλοντικών πόλεων, επιτρέποντας αυξημένη ασφάλεια και ευέλικτο, ευαίσθητο, κεντρικό έλεγχο ικανό να διεξάγει την κυκλοφορία και να διαχειριστεί τους στόλους οχημάτων σε υψηλό επίπεδο**. Αυτές οι καινοτομίες θα οδηγήσουν σε λιγότερη αστική κυκλοφορία και κυκλοφοριακή συμφόρηση, μειωμένη ρύπανση και υψηλότερη ποιότητα ζωής. Οι καινοτομίες του έργου θα ενσωματωθούν σε μια κοινή ανοιχτή πλατφόρμα και θα επικυρωθούν σε τρεις πιλοτικές εφαρμογές (UC), δοκιμάζοντας τη διαλειτουργικότητα των συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας και την ενοποίηση διαφορετικών μέσων μεταφοράς τόσο για ανθρώπους όσο και για αγαθά. Η περίπτωση UC1 ενσωματώνει τη διαχείριση της κυκλοφορίας με τη διατροπικότητα, η UC2 δοκιμάζει τη μεταφορά απόκρισης ζήτησης, και η UC3 την αστική εφοδιαστική αλυσίδα. Σε κάθε πιλοτική εφαρμογή, οι προσομοιώσεις θα επικυρώνονται μέσω πραγματικών δεδομένων.

Σχετικά με την έρευνα

Αυτή είναι μια έρευνα σχετικά με τα εμπόδια που σχετίζονται με την αποδοχή συνδεδεμένων και αυτόνομων οχημάτων. Η έρευνα διενεργείται από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ) και αποτελεί μέρος του έργου CONDUCTOR EU.

Η έρευνα περιλαμβάνει 25 ερωτήσεις και θα χρειαστούν περίπου 10 λεπτά για να ολοκληρωθεί.

Σχετικά με τη συμμετοχή σας

Η ακόλουθη έρευνα είναι δημόσια και αποστέλλεται σε συγκεκριμένους αποδέκτες που προσδιορίζονται ως πιθανοί ενδιαφερόμενοι χρήστες Συνδεδεμένων και Αυτόνομων Οχημάτων (CAVs). Παρακαλούμε, μη διστάσετε να διανείμετε αυτήν την έρευνα στους συναδέλφους σας. Η συμμετοχή σας σε αυτή τη μελέτη είναι πλήρως εθελοντική και όλα τα δεδομένα που θα συλλεχθούν θα είναι ανώνυμα και θα αντιμετωπιστούν εμπιστευτικά.
Τα αποτελέσματα της έρευνας που προκύπτουν από αυτήν την εργασία θα περιλαμβάνουν μόνο συγκεντρωμένα δεδομένα, χωρίς τη δυνατότητα για οποιονδήποτε να προσδιορίσει μεμονωμένες απαντήσεις. Η έρευνα δεν απαιτεί από εσάς να παρέχετε πληροφορίες που θα μπορούσαν να σας ταυτοποιήσουν προσωπικά (π.χ. όνομα, διεύθυνση, email) εκτός από τη χώρα διαμονής σας. Εάν, κατά την ολοκλήρωση της έρευνας, θέλετε να αποσυρθείτε, κλείστε απλώς το πρόγραμμα περιήγησης χωρίς να υποβάλετε τις απαντήσεις σας.

Προχωρώντας σε αυτήν την έρευνα, επιβεβαιώνετε ότι είστε τουλάχιστον 18 ετών, έχετε διαβάσει και κατανοήσει τις παραπάνω πληροφορίες, συμφωνείτε να συμμετάσχετε σε αυτήν την ερευνητική μελέτη και συμφωνείτε ότι οι απαντήσεις σας θα συμπεριληφθούν στην ανάλυσή μας και σε τυχόν ερευνητικές δημοσιεύσεις που προκύπτουν από αυτήν.

Εάν έχετε οποιεσδήποτε ερωτήσεις ή θέλετε να μάθετε για τα αποτελέσματα της έρευνας ή/και τη χρήση τους στο έργο CONDUCTOR, επικοινωνήστε με τον Εμμανουήλ Νισύριο, Επιστημονικό Ερευνητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, στο emnisyrios@mail.ntua.gr.

Σας ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας σε αυτή την έρευνα.
Η ομάδα έργου CONDUCTOR

Ορισμός Αυτόνομου Οχήματος

Σύμφωνα με τον Δρ. Lance B. Eliot (2017), ένα όχημα ονομάζεται αυτόνομο όταν μπορεί να οδηγηθεί αυτόματα χωρίς την ανάγκη οδηγού. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ικανότητας ανάλυσης των δεδομένων που λαμβάνει από το περιβάλλον, με αποτέλεσμα την πρόβλεψη ή/και τη λήψη αποφάσεων.

1. **1. Χρησιμοποιείτε τεχνολογικά προϊόντα στη καθημερινότητα σας;** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ◯ Ναι
- ◯ Όχι

2. **2. Πόσο ικανοποιημένοι είστε με τα μέσα μεταφοράς που διαθέτετε; Βαθμολογείστε από 1 (απόλυτα δυσαρεστημένος) έως 5 (απόλυτα ικανοποιημένος).** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

	1	2	3	4	5	
Από	◯	◯	◯	◯	◯	Απόλυτα ικανοποιημένος

3. **3. Θεωρείτε επαρκείς τις υπηρεσίες των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς στη γειτονιά σας; Βαθμολογήστε από 1 (εντελώς ανεπαρκής) έως 5 (εντελώς επαρκής).** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

	1	2	3	4	5	
Εντε	◯	◯	◯	◯	◯	Εντελώς επαρκής

4. **4. Ποιος είναι το κύριο μέσο μεταφοράς στην καθημερινότητά σας; Επιλέξτε το πολύ 2 επιλογές.** *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- [ ] Ιδιωτικό όχημα ως οδηγός
- [ ] Ιδιωτικό όχημα ως επιβάτης
- [ ] Δημόσιες Αστικές Συγκοινωνίες
- [ ] Μοτοσυκλέτα
- [ ] Ποδήλατο
- [ ] Περπάτημα
- [ ] Άλλο: _____

5. **5. Ποιος είναι ο κύριος σκοπός του ταξιδιού της μεταφοράς σας στην καθημερινή ζωή; Επιλέξτε το πολύ 2 επιλογές.** *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- [ ] Δουλειά
- [ ] Εκπαίδευση
- [ ] Ψυχαγωγία
- [ ] Ταξίδι αναψυχής
- [ ] Ψώνια
- [ ] Οικογενειακά καθήκοντα
- [ ] Άλλο: _____

Ορισμός Αυτόνομου Οχήματος

Σύμφωνα με τον Δρ. Lance B. Eliot (2017), ένα όχημα ονομάζεται αυτόνομο όταν μπορεί να οδηγηθεί αυτόματα χωρίς την ανάγκη οδηγού. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ικανότητας ανάλυσης των δεδομένων που λαμβάνει από το περιβάλλον, με αποτέλεσμα την πρόβλεψη ή/και τη λήψη αποφάσεων.

6. **6. Βαθμολογήστε τις γνώσεις σας για τα Αυτόνομα Οχήματα από 1 (πλήρης άγνοια) έως 5 (άριστη γνώση).** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

	1	2	3	4	5	
Πλή	◯	◯	◯	◯	◯	Άριστη γνώση

7. **7. Έχετε οδηγήσει ποτέ εσείς ή κάποιος συγγενής σας αυτοκίνητο με στοιχεία αυτοματισμού;** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ◯ Ναι
- ◯ Όχι

8. **8. Η οδήγηση ενός Αυτόνομου Οχήματος είναι <u>ασφαλέστερη</u> από ένα συμβατικό. Βαθμολογήστε από 1 (διαφωνώ πλήρως) έως 5 (συμφωνώ απόλυτα).** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

	1	2	3	4	5	
Διαφ	◯	◯	◯	◯	◯	Συμφωνώ απόλυτα

9. **9. Θα χρησιμοποιούσατε Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (Λεωφορείο, Μετρό, Τραμ κ.λπ.) <u>χωρίς</u> οδηγό;** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ◯ Ναι
- ◯ Όχι
- ◯ Ίσως

10. **10. Εμπιστεύεστε ένα Αυτόνομο Όχημα για οδήγηση στο <u>κέντρο της πόλης</u>; Βαθμολογήστε από 1 (απολύτως όχι) έως 5 (απολύτως ναι).** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

	1	2	3	4	5	
Απο	◯	◯	◯	◯	◯	Απολύτως ναι

11. **11. Εμπιστεύεστε ένα Αυτόνομο Όχημα για οδήγηση σε <u>αυτοκινητόδρομο</u>; Βαθμολογήστε από 1 (απολύτως όχι) έως 5 (απολύτως ναι).** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

	1	2	3	4	5	
Απο	◯	◯	◯	◯	◯	Απολύτως ναι

12. **12. Πιστεύετε ότι ένα Αυτόνομο Όχημα πρέπει να είναι <u>οικονομικά προσιτό</u> σε όλους τους πολίτες; Βαθμολογήστε από 1 (απολύτως όχι) έως 5 (απολύτως ναι).** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

	1	2	3	4	5	
Απο	◯	◯	◯	◯	◯	Απολύτως ναι

13. **13. Η <u>άγνοια</u> σας εμποδίζει να επιλέξετε ένα Αυτόνομο Όχημα για τη μεταφορά σας; Βαθμολογήστε από 1 (απολύτως όχι) έως 5 (απολύτως ναι).** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

	1	2	3	4	5	
Απο	◯	◯	◯	◯	◯	Απολύτως ναι

14. **14. Τα <u>ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων</u> θα επηρεάσουν την προτίμησή σας για ένα Αυτόνομο Όχημα; Βαθμολογήστε από 1 (απολύτως όχι) έως 5 (απολύτως ναι).** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

	1	2	3	4	5	
Απο	◯	◯	◯	◯	◯	Απολύτως ναι

15. **15. Γνωρίζατε ότι Αυτόνομα Δημόσια Μέσα Μεταφοράς χρησιμοποιούνται <u>ήδη σήμερα</u> σε Ευρωπαϊκές χώρες;** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ◯ Ναι
- ◯ Όχι

Ορισμός Αυτόνομου Οχήματος

Σύμφωνα με τον Δρ. Lance B. Eliot (2017), ένα όχημα ονομάζεται αυτόνομο όταν μπορεί να οδηγηθεί αυτόματα χωρίς την ανάγκη οδηγού. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ικανότητας ανάλυσης των δεδομένων που λαμβάνει από το περιβάλλον, με αποτέλεσμα την πρόβλεψη ή/και τη λήψη αποφάσεων.

Θα προτιμούσατε ένα Αυτόνομο Όχημα εάν:

16. **16. Το όχημα δεν είναι <u>οικονομικά προσιτό</u>, αλλά** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	Ναι	Όχι
διασφαλίζεται η προστασία των προσωπικών δεδομένων	◯	◯
η αυτοκινητοβιομηχανία εγγυάται για την ασφάλεια των επιβατών της	◯	◯
υπάρχει επαρκής οδική υποδομή	◯	◯
υπάρχει επαρκές νομοθετικό πλαίσιο	◯	◯

17. **17. Το νομοθετικό πλαίσιο είναι <u>ανεπαρκές</u>, αλλά** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	Ναι	Όχι
το όχημα είναι οικονομικά προσιτό	◯	◯
η αυτοκινητοβιομηχανία εγγυάται για την ασφάλεια των επιβατών της	◯	◯
διασφαλίζεται η προστασία των προσωπικών δεδομένων	◯	◯
υπάρχει επαρκής οδική υποδομή	◯	◯

18. **18. Δεν υπάρχει οδική υποδομή, αλλά** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	Ναι	Όχι
το όχημα είναι οικονομικά προσιτό	◯	◯
η αυτοκινητοβιομηχανία εγγυάται για την ασφάλεια των επιβατών της	◯	◯
διασφαλίζεται η προστασία των προσωπικών δεδομένων	◯	◯
υπάρχει επαρκές νομοθετικό πλαίσιο	◯	◯

19. **19. Η αυτοκινητοβιομηχανία δεν εγγυάται για την ασφάλεια των επιβατών της, αλλά** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	Ναι	Όχι
το όχημα είναι οικονομικά προσιτό	◯	◯
υπάρχει επαρκής οδική υποδομή	◯	◯
διασφαλίζεται η προστασία των προσωπικών δεδομένων	◯	◯
υπάρχει επαρκές νομοθετικό πλαίσιο	◯	◯

20. **20. Δεν διασφαλίζεται η προστασία των προσωπικών δεδομένων, αλλά** *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	Ναι	Όχι
το όχημα είναι οικονομικά προσπό	◯	◯
υπάρχει επαρκής οδική υποδομή	◯	◯
η αυτοκινητοβιομηχανία εγγυάται για την ασφάλεια των επιβατών της	◯	◯
υπάρχει επαρκές νομοθετικό πλαίσιο	◯	◯

Κοινωνικο-δημογραφικές Πληροφορίες

21. **21. Ποιο είναι το φύλο σας;** *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Αρσενικό
- ☐ Θηλυκό
- ☐ Ποικίλο/Διάφορο

22. **22. Ποια είναι η ηλικία σας?** *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ 18-25
- ☐ 26-35
- ☐ 36-45
- ☐ 46-55
- ☐ 56-65
- ☐ >65

23. **23. Ποια είναι η τρέχουσα επαγγελματική σας κατάσταση;** *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Φοιτητής
- ☐ Υπάλληλος
- ☐ Αυτοαπασχολούμενος
- ☐ Άνεργος
- ☐ Συνταξιούχος
- ☐ Άλλο: _____

24. **24. Ποιο είναι το μηνιαίο εισόδημά σας;** *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- [ ] < 1000 €
- [ ] 1000 - 1500 €
- [ ] 1500 - 2500 €
- [ ] 2500 - 3500 €
- [ ] 3500 - 5000 €
- [ ] > 5000 €

25. **25. Ποια είναι η χώρα διαμονής σας;** *

_____

Αυτό το περιεχόμενο δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει εγκριθεί από την Google.

Google Φόρμες