



# **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

## **ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

### **ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

#### **Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Προηγμένες Τεχνολογίες Υπολογιστικών Συστημάτων**

#### **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Μελέτη για τις εφαρμογές και τη χρήση αυτόνομων οχημάτων στις  
έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ**

**Έλλη Πάνου  
Α.Μ. 22019**

**Εισηγητής: Στυλιανός Βουτσινάς**

Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν είναι: «smart cities», «autonomous vehicles», «automated vehicles», «environmental impact», «future cities», «European cities», «green cities», «Green transport corridors», «intelligent transport systems», «ITS», «GTC», «employment».

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις  
εντός της ΕΕ**

**Έλλη Πάνου**

**A.M. 22019**

**Εισηγητής: Στυλιανός Βουτσινάς**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

<b>Στυλιανός Βουτσινάς</b>	
<b>Ιωάννης Βογιατζής, Καθηγητής</b>	
<b>Σταύρος Φατούρος, Καθηγητής</b>	

**Ημερομηνία εξέτασης 26/09/2024**

**(Κενό φύλλο)**

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η .....Πάνου Έλλη..... του  
...Βασιλείου....., με αριθμό μητρώου ...22019... φοιτητής/τρια του Προγράμματος  
Μεταπτυχιακών Σπουδών ...Προηγμένες Τεχνολογίες Υπολογιστικών Συστημάτων... του  
Τμήματος ..... Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών.....της  
Σχολής.....Μηχανικών..... του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:  
«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία  
είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην  
εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων,  
είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά  
στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των  
πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή  
η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής  
ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.  
Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την  
ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο/Η Δηλών/ούσα

Πάνου Έλλη



(Κενό φύλλο)

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο. Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε ο επιβλέπων καθηγητής μου, κύριος Στυλιανός Βουτσινάς, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη στήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια ενασχόλησής μου με την παρούσα εργασία.

**(Κενό φύλλο)**



## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τη μελέτη επάνω στις εφαρμογές και τη χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αναλύονται, η τεχνολογική υποδομή, οι επιπτώσεις στην κυκλοφορία, στην ασφάλεια, στο περιβάλλον, στην οικονομία και σε άλλους τομείς. Μέσα από αυτή τη μελέτη αναδεικνύεται ο τρόπος με τον οποίο μπορούν τα αυτόματα οχήματα να συμβάλλουν στη βελτίωση, όλων των προαναφερθέντων τομέων και γενικότερα της κοινωνίας. Προβάλλονται και οι δύο πλευρές, τόσο του θετικού, αλλά και του αρνητικού αντίκτυπου που θα έχει η χρήση τέτοιων οχημάτων στις πόλεις.

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the study on the applications and use of autonomous vehicles in smart cities within the European Union. The technological infrastructure, the effects on traffic, safety, the environment, the economy and other areas are analyzed. Through this study, the way in which automatic vehicles can contribute to the improvement of all the aforementioned sectors and society in general is highlighted. Both sides are presented, both the positive and the negative impact that the use of such vehicles will have on cities.

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>13</b>
1.1. Ορισμός και σημασία των αυτόνομων οχημάτων	13
1.2. Ιστορική εξέλιξη των αυτόνομων οχημάτων, έως και σήμερα	14
1.3. Εισαγωγή στις έξυπνες πόλεις	17
1.3.1. Ορισμός	17
1.3.2. Κύρια χαρακτηριστικά	19
<b>2. Θεωρητικό Υπόβαθρο</b>	<b>22</b>
2.1. Αυτόνομα οχήματα	22
2.1.1. Επίπεδα Αυτονομίας	22
2.1.2. Τεχνολογίες που υποστηρίζουν τα αυτόνομα οχήματα	25
2.1.2.1. Σύστημα Αντίληψης - Αισθητήρες, κάμερες και ανίχνευση	25
2.1.2.2. Αλγόριθμοι και αυτοματοποιημένη οδήγηση	30
2.1.2.3. Σύστημα GPS και πλοήγηση	31
2.2. Έξυπνες πόλεις: Υποδομές και τεχνολογίες	33
2.2.1. Internet of Things (IoT)	33
2.2.2. Έξυπνη Υποδομή	34
2.2.3. Συστήματα Επικοινωνίας και συνδεσιμότητα (V2V, V2I)	40
2.2.4. Διαχείριση δεδομένων και ασφάλεια	42
<b>3. Νομικό και Ρυθμιστικό Πλαίσιο</b>	<b>43</b>
3.1. Κανονισμοί και Πολιτικές στην Ευρωπαϊκή Ένωση	43
3.1.1. Ευρωπαϊκές οδηγίες και νομοθεσία	43
3.1.2. Τοπικές και εθνικές πολιτικές	45
3.2. Ηθικά και Νομικά Ζητήματα	46
3.2.1. Προσωπικά δεδομένα και ιδιωτικότητα	46
3.2.2. Ευθύνη και ασφάλεια	47
<b>4. Κοινωνικές και Οικονομικές Επιπτώσεις</b>	<b>48</b>
4.1. Οφέλη για την Κοινωνία	48
4.1.1. Κυκλοφοριακή συμφόρηση	48
4.1.2. Βελτίωση της ασφάλειας	50
4.1.3. Πρόσβαση και κινητικότητα για όλους	52
4.2. Οικονομικές Επιπτώσεις	53
4.2.1. Κόστος και επενδύσεις	53
4.2.2. Αλλαγές στην αγορά εργασίας	54
4.2.3. Νέες αγορές και ευκαιρίες απασχόλησης	55
<b>5. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις</b>	<b>56</b>
5.1. Μείωση Εκπομπών, Βελτίωση της Ποιότητας του Αέρα και Μείωση της Κατανάλωσης της Ενέργειας	56
5.2. Αστική Ανάπλαση και Χρήση Χώρου	59
<b>6. Πρακτικές Εφαρμογές και Μελέτες Περιπτώσεων</b>	<b>61</b>
6.1. Παραδείγματα και Προγράμματα από Ευρωπαϊκές Πόλεις	61

6.1.1.	Πιλοτικά προγράμματα και επιτυχίες (Διενέργειες των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης)	62
6.1.2.	Συνεργασίες δημόσιου και ιδιωτικού τομέα	78
<b>6.2.</b>	<b>Ανάλυση Περιστατικών και Αποτελεσμάτων</b>	<b>79</b>
<b>7.</b>	<b>Προκλήσεις και Μελλοντικές Προοπτικές</b>	<b>84</b>
7.1.	Τεχνολογικές Προκλήσεις	84
7.2.	Κοινωνικές Αντιδράσεις και Αποδοχή	84
7.3.	Προοπτικές και Μελλοντικές Κατευθύνσεις	85
<b>8.</b>	<b>Συμπεράσματα και Προτάσεις</b>	<b>87</b>
8.1.	Σύνοψη Βασικών Ευρημάτων	87
8.2.	Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	88
<b>1.</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>89</b>
<b>2.</b>	<b>Παραρτήματα</b>	<b>88</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1 – Telekino (Museum, n.d.).....	14
Εικόνα 2 - RCA: Radio Controlled Car (Ραδιοελεγχόμενο αυτοκίνητο) (Jan, 2020).....	16
Εικόνα 3 - Waymo: Πρώτο αυτόνομο όχημα (Liedtke, 2016).....	16
Εικόνα 4 - Χαρακτηριστικά των Έξυπνων Πόλεων (Έξυπνες πόλεις, 2020).....	21
Εικόνα 5 - Σύγκριση ανάμεσα σε ένα συμβατικό και ένα αυτόνομο όχημα (Bharadwaj, 2022)....	25
Εικόνα 6 - Τα βασικά συστήματα του αυτόνομου οχήματος (Chintada, 2023).....	29
Εικόνα 7 - V2V - V2I - V2P (Vehicle Connectivity: Telematics and V2X Communication, n.d.).....	42
Εικόνα 8 - Οι τρεις μεγάλες επιδείξεις του CityMobil (Francesco, 2009).....	72
Εικόνα 9 - CITYMOBIL2 project: Λεωφορείο (Malhéné, n.d.).....	75
Εικόνα 10 - Λεωφορείο χωρίς οδηγό στα Τρίκαλα (econews, 2016).....	79
Εικόνα 11 - "Ατύχημα" λεωφορείου χωρίς οδηγό στα Τρίκαλα (Βλαχάκης, 2015).....	80
Εικόνα 12 - Αριστερά: Το λεωφορείο - Δεξιά: Οι στάσεις που έκανε το λεωφορείο μέσα στο πάρκο (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 5).....	81
Εικόνα 13 - Αποτελέσματα έρευνας από το πάρκο Woluwe (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 9).....	82
Εικόνα 14 - Αριστερά: Το λεωφορείο - Δεξιά: Η διαδρομή που έκανε το λεωφορείο από τις εστίες στο αμφιθέατρο (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 6).....	83
Εικόνα 15 - Αποτελέσματα έρευνας από την Πανεπιστημιούπολη (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 9).....	83

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

**THE** – Τεχνολογία Πληροφορίας και Επικοινωνιών

**ICT** – Information and Communication Technology

**AV** – Automated Vehicle

**ITS** – Intelligent Transport System

**IMU** - Inertial measurement unit

**CAN** - Controller Area Network

**GPS** - Global Positioning System

**GTC** – Green Transport Corridor

**RADAR** - RAdio Detection And Ranging

**LIDAR** - LIght Detection And Ranging

**ECU** - Engine Control Unit

**OCS** - Operational Control System

**DRSC** - Dedicated Short Range Communication

**EDR** - Endpoint Detection and Response

**OEM** - Original Equipment Manufacturer

**USP** - Unique selling proposition

**ADAS** - Advanced Driving Assistance Systems

**ISA** - Intelligent Speed Limiter

**LDWS** - Lane Departure Warning System

**ACC** - Adaptive Cruise Control

**CAV** - Connected and Autonomous Vehicles

**NREL** - National Renewable Energy Laboratory

**C-ITS** - Cooperative Intelligent Transport Systems

**CEDR** - Conference of European Directors of Roads

**ASECAP** – Association Européenne des Concessionnaires d’Autoroutes et d’ouvrages à Péage

**C2C-CC** - CAR 2 CAR Communication Consortium

**VDA** - Verband der Automobilindustrie

**STIB** - Société des Transports Intercommunaux de Bruxelles

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιδέα για την δημιουργία αυτόνομων οχημάτων υπήρχε ήδη από προηγούμενες δεκαετίες, αλλά δεν είχε βρει μέχρι προσφάτως, πρόσφορο έδαφος, ώστε να υλοποιηθεί. Τόσο τα ερωτήματα, όσο και οι προβληματισμοί πολλοί, γύρω από την ασφάλεια τέτοιων οχημάτων. Πόσο ασφαλές θα ήταν να κυκλοφορούν μέσα στις πυκνοκατοικημένες, άναρχες πόλεις οχήματα, δίχως οδηγό;

Κι όμως, η ασφάλεια ήταν ο λόγος που δημιουργήθηκε αυτή η ιδέα. Τα περισσότερα ατυχήματα οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος, όπως είναι η υπερβολική ταχύτητα, η κατανάλωση αλκοόλ ή η έλλειψη προσοχής. Μειώνοντας αυτόν τον παράγοντα, μειώνονται και τα ατυχήματα.

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος συνέβαλε στο να περάσει από τη θεωρία στην πράξη, η κατασκευή τέτοιων οχημάτων, ήταν η τεχνολογική άνοδος. Η υπολογιστική δύναμη, η αλματώδης εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης, οι βελτιωμένοι τεχνολογικά αισθητήρες, η προγραμματιστική δύναμη, όλα αυτά μαζί συνετέλεσαν σημαντικά, προς αυτή την κατεύθυνση.

Πριν την ένταξη των αυτόνομων οχημάτων στο δίκτυο οδικών μεταφορών, θα πρέπει να μελετηθούν τα εμπόδια που μπορεί να εμφανιστούν, οι τεχνικές προδιαγραφές που απαιτούνται, τα πλεονεκτήματα και το οικονομικό αντίκτυπο που μπορεί να έχει σε κάθε χώρα ή πόλη (Τσιάνου, 2020, σ. 30).

### 1.1. Ορισμός και σημασία των αυτόνομων οχημάτων

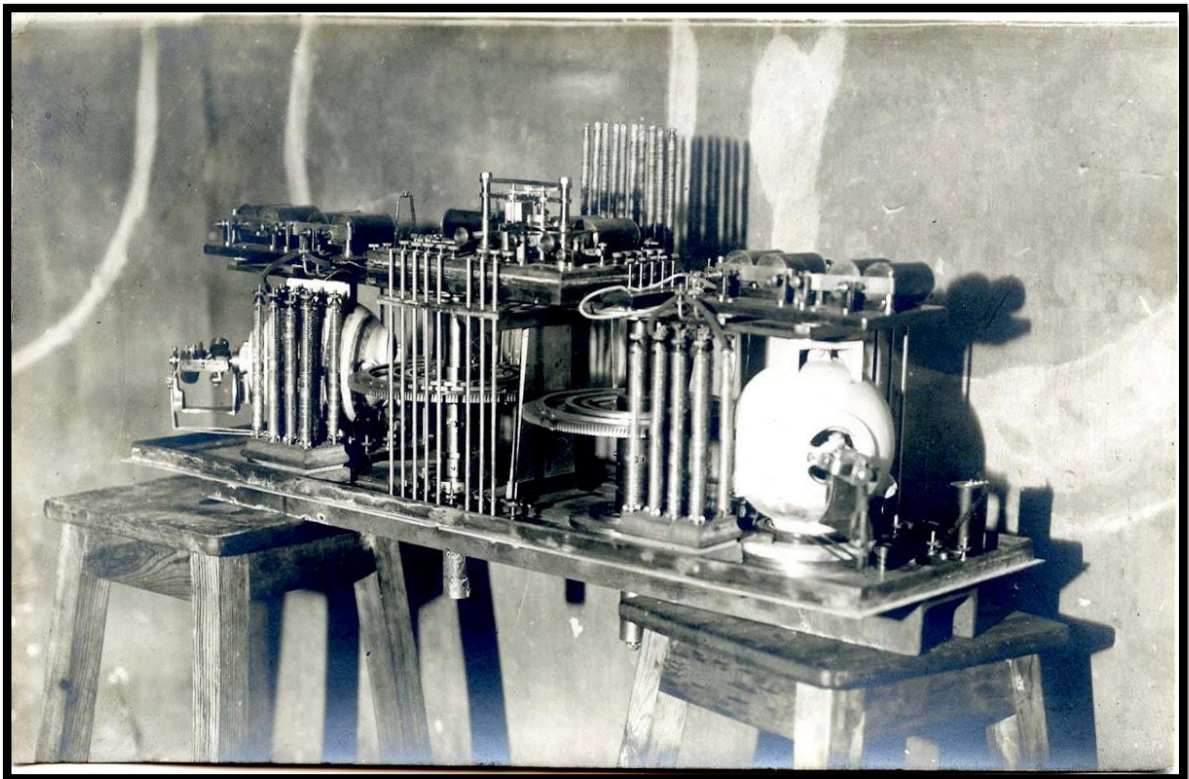
Σύμφωνα με ένα πρώτο γενικό ορισμό, ως αυτόνομο όχημα ορίζεται εκείνο, που μπορεί να καθοδηγηθεί μόνο του, χωρίς την παρέμβαση ανθρώπου. (Ilkoná & Ilka, 2017, p. 428)

Ενώ, άλλος ορισμός ορίζει ως αυτόνομα οχήματα, εκείνα τα οποία έχουν εξοπλιστεί με αισθητήρες ή κάμερες, που τους επιτρέπουν να αισθάνονται το περιβάλλον και να λειτουργούν χωρίς ανθρώπινη βοήθεια. Εκείνα τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις, όσον αφορά την ασφάλεια ως προς τη λειτουργία ελέγχου (π.χ. τιμόνι, φρένο, γκάζι), μπορούν να ανταποκριθούν χωρίς τη συμβολή κάποιου οδηγού. (Ph.D. Gibson, 2017, p. 12)

### 1.2. Ιστορική εξέλιξη των αυτόνομων οχημάτων, έως και σήμερα

Δεν είναι λίγες οι φορές που η μεγάλη οθόνη, αλλά και τα κινούμενα σχέδια παρουσίασαν στο κοινό έργα επιστημονικής φαντασίας με οχήματα που ελέγχονται από μακριά ή ακόμα που οδηγούνται αυτόματα, χωρίς την ύπαρξη οδηγού. Πίσω από αυτές τις ιδέες, υπήρχαν άνθρωποι που οραματίστηκαν αυτά τα οχήματα, μέσα σε πόλεις του μέλλοντος, εγκαταλείποντας τη μεγάλη οθόνη και παίρνοντας ζωή.

Ήταν μόλις το 1901, όταν ο Leonardo Torres-Quevedo<sup>1</sup>, βασισμένος σε παλαιότερες τεχνικές όπως του Tesla, πρότεινε μια πρωτοποριακή και καινοτόμα ιδέα, γύρω από τον απομακρυσμένο έλεγχο. Το σύστημα του αποτελούνταν από έναν πομπό που ήταν υπεύθυνος για την αποστολή κωδικοποιημένων λέξεων, μέσω ενός δυαδικού σήματος και ενός δέκτη ο οποίος δεχόταν αυτές τις «λέξεις» και έτσι δημιουργούσε άλλη κατάσταση λειτουργίας, διαφορετική από την αρχική. Αυτή του την εφεύρεση την ονόμασε «Telekino». Μία σύνθετη λέξη που προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις: tele (τήλε=μακριά) και kino (κινώ – κίνηση). Κίνηση, δηλαδή από απόσταση (Perez, 2007, pp. 187-188).



Εικόνα 1 – Telekino (Museum, n.d.)

---

<sup>1</sup> Leonardo Torres-Quevedo (1852), Ισπανός πολιτικός μηχανικός, μαθηματικός και εφευρέτης

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Έτσι, τον Ιανουάριο του 1904 στο κέντρο Αεροναυτικών δοκιμών της Μαδρίτης, ξεκίνησε να κάνει δοκιμές, πειραματιζόμενος γύρω από τον έλεγχο ενός τρίκυκλου που βρισκόταν σε απόσταση 30 μέτρων, μέσω ασυρμάτου. Ήταν σε θέση να στέλνει απλές εντολές για την κίνηση του οχήματος (μπρος, πίσω, δεξιά, αριστερά). Η μεγαλύτερη επιτυχία ήρθε το 1905, όταν κατάφερε να ελέγξει, μη επανδρωμένο σκάφος σε απόσταση 250 μέτρων.

Το 1912 ο Lawrence Sperry<sup>2</sup>, εφήυρε τον πρώτο αυτόματο πιλότο, πρόδρομο των αυτόνομων οχημάτων (Yathisha, 2015-2016, p. 5). Ο τίτλος αυτόνομος πιλότος, του δόθηκε αργότερα, καθώς αρχικά παρουσιάστηκε ως γυροσκοπικός σταθεροποιητής αεροπλάνου. Για να λειτουργήσει, χρειαζόταν να βρίσκεται σε σύνδεση με μία πυξίδα, ένα δείκτη υψομέτρου και τον τεχνητό ορίζοντα. Ήταν ικανός να ελέγξει τόσα τα πτερύγια της ουράς, όσο και της ανύψωσης, μέρη που αποτελούσαν το υδραυλικό σύστημα του αεροπλάνου. Με αυτό το σύστημα το αεροπλάνο είχε τη δυνατότητα να πετάει σε μια συγκεκριμένη πορεία, σε συγκεκριμένη κατεύθυνση, σε οριζόντιο επίπεδο. Οι λειτουργίες αυτές αφαιρέσαν καθήκοντα από πιλότο, καθώς δεν απαιτούνταν η αμέριστη προσοχή του. Πάντα όμως υπό την επίβλεψή του. Το σύστημα αυτό γνώρισε τεράστια εξελικτική και τεχνολογική ανάπτυξη και τελειοποίηση τα επόμενα χρόνια.

Ο John Hays Hammond<sup>3</sup>, ήταν ακόμα ένας που συνέβαλε στη δημιουργία των αυτόνομων οχημάτων περίπου την ίδια εποχή με τον Lawrence Sperry, εισάγοντας ένα σύστημα για την σταθεροποίηση της πορείας και για τον αυτόματο πιλότο. (Hammond & S., 1957, σ. 1253)

Σε συνέχεια αυτών των τεχνολογικών επιτευγμάτων, ήρθε και ο αμερικανικός στρατός, που μέσω της ραδιοφωνικής τεχνολογίας, με τη χρήση ραδιοκυμάτων, μπορούσε να καθοδηγήσει τηλεχειριζόμενες τορπίλες, αεροσκάφη και πλοία.

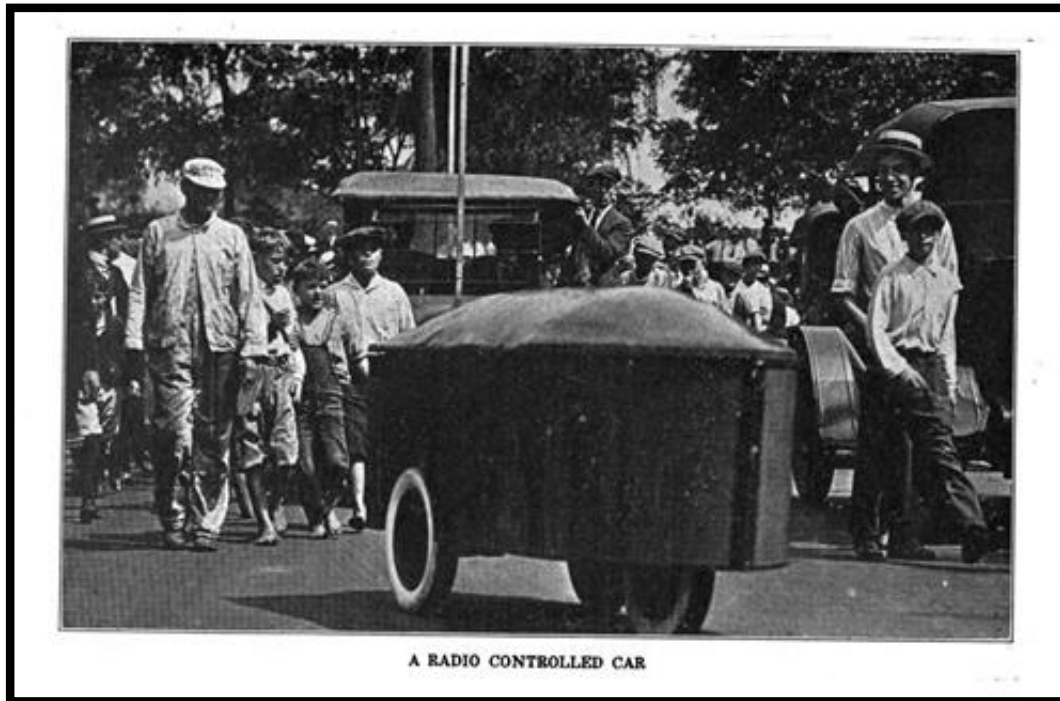
Όλα τα παραπάνω συνετέλεσαν στο να στρωθεί το έδαφος για την κατασκευή του πρώτου περίπου αυτόνομου οχήματος. Του πρώτου αυτοκινήτου που δεν χρειαζόταν ο οδηγός να βρίσκεται μέσα στο όχημα, από τους μηχανικούς της Radio Air Service, στη δοκιμαστική βάση της αεροπορικής δύναμης McCook στο Dayton (Ντέιτον) του Οχάιο τον Αύγουστο του 1921. Το όχημα αυτό είχε 2,5 μέτρα μήκος και ο έλεγχός του γινόταν μέσω ραδιοφώνου, από ένα στρατιωτικό όχημα που κινούνταν τριάντα μέτρα πιο πίσω. (Dean, 1969)

---

<sup>2</sup> Lawrence Sperry (1982), πιλότος και πρωτοπόρος της αεροπορίας

<sup>3</sup> John Hays Hammond (1855), μηχανικός ορυχείων, διπλωμάτης και φιλάνθρωπος





*Εικόνα 2 - RCA: Radio Controlled Car (Ραδιοελεγχόμενο αυτοκίνητο) (Jan, 2020)*

Η εταιρεία Waymo<sup>4</sup> το Φεβρουάριο του 2018 είναι εκείνη που κυκλοφόρησε πρώτη στην Αμερική το πρώτο αυτόνομο όχημα, δίχως οδηγό, κάνοντας περισσότερα από 5 εκατομμύρια μίλια. (Hudson, Orviska, & Hunady, 2018, p. 164)



*Εικόνα 3 - Waymo: Πρώτο αυτόνομο όχημα (Liedtke, 2016)*

---

<sup>4</sup> Waymo, αμερικανική εταιρεία που εδρεύει στην Καλιφόρνια και έχει θυγατρική την Google

### 1.3. Εισαγωγή στις έξυπνες πόλεις

#### 1.3.1. Ορισμός

Ως πόλη, ορίζεται «το σύνολο μεγάλου αριθμού οικημάτων, κτηρίων με πληθυσμό σαφώς μεγαλύτερο από αυτόν του χωριού, ο οποίος αναπτύσσει ποικίλες εμπορικές, βιομηχανικές, διοικητικές κ.λ.π. δραστηριότητες», ή «ο οικισμός με πληθυσμό άνω των 10.000 κατοίκων, οποίος είναι μεγαλύτερος από το χωριό και την κομόπολη» (Μπαμπινιώτης, 2002, σ. 1438).

Ο όρος έξυπνη πόλη έκανε την εμφάνισή του, σύμφωνα με αναφορές το 1994, ωστόσο άρχισε να αναφέρεται με όλο και μεγαλύτερη συχνότητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, από το 2010 (Dameri & Cocchia, Smart city and digital city: twenty years of terminology evolution, 2013, σ. 4). Έχει καταγραφεί πλήθος ορισμών, με σκοπό την ακριβή περιγραφή της έννοιας της έξυπνης πόλης, λόγω όμως των διαφορετικών προσεγγίσεων και διαφοροτικοτήτων, δεν έχει επικρατήσει κάποιος συγκεκριμένος ορισμός (Dameri, Smart City Implementation Creating Economic and Public Value in Innovative Urban Systems, 2017, σ. 7).

Στην ήδη πολύπλοκη φύση του ορισμού αυτού, συμβάλει επίσης η αντικατάσταση της λέξης «έξυπνη» (smart), με άλλες που έρχονται να πλαισιώσουν τη λέξη πόλη, όπως «ευφυής πόλη» (intelligent city), «ψηφιακή πόλη» (digital city), «βιώσιμη πόλη» (sustainable city), «τεχνόπολη» (technocity), «πόλη ευημερίας», (well-being city), «πράσινη πόλη» (green city) ή «εικονική πόλη» (virtual city) (Dameri, Searching for Smart City definition: a comprehensive proposal, 2013, p. 2547).

Ένας ακόμα παράγοντας που ενισχύει τη δυσκολία στην επικράτηση ενός ορισμού είναι, πως επειδή τα χαρακτηριστικά που κάνουν μια «απλή» πόλη, έξυπνη, δεν καλύπτουν κάθε φορά όλες τις έξυπνες πόλεις. Είναι όλες έξυπνες πόλεις, άλλα όχι όμοια έξυπνες μεταξύ τους (Dameri, Smart City Implementation Creating Economic and Public Value in Innovative Urban Systems, 2017, p. 7).

Ενώ υπάρχουν διαφορές από τη μία έξυπνη πόλη στην άλλη, το βασικό κοινό στοιχείο που έχουν όλες οι έξυπνες πόλεις, είναι η τεχνολογία (Dameri, Smart City Implementation Creating Economic and Public Value in Innovative Urban Systems, 2017, σ. 9). Η χρήση της βελτιώνει τόσο τη λειτουργία της πόλης, όσο και τις υπηρεσίες που προσφέρονται στους πολίτες (Toli & Murtagh, 2020, p. 3).

Σύμφωνα λοιπόν, με την Renata P. Dameri (2013), μια έξυπνη πόλη, είναι μια καθορισμένη γεωγραφικά περιοχή, στην οποία υψηλές τεχνολογίες όπως οι ΤΠΕ (ICT), η εφοδιαστική αλυσίδα (logistics), η παραγωγή ενέργειας και ούτω καθεξής, συνεργάζονται μεταξύ τους

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

με σκοπό να δημιουργήσουν οφέλη για τους πολίτες από πλευράς ευημερίας, ένταξης και συμμετοχής, ποιότητας του περιβάλλοντος, έξυπνης ανάπτυξης. Διέπεται δε από ένα καλά καθορισμένο σύνολο θεμάτων, ικανό να ορίζει τους κανόνες και την πολιτική, για τη διοίκηση και ανάπτυξη της πόλης» (Dameri, 2013, σ. 2549).

Ένας ακόμα ορισμός προέρχεται από τον Giffinger, et al. (2007), που λέει πως έξυπνη πόλη είναι μια αποδοτική πόλη, χτισμένη πάνω στον έξυπνο συνδυασμό των χαρισμάτων και των δραστηριοτήτων των πολιτών, που διακρίνονται από αποφασιστικότητα, ανεξαρτησία και συνείδηση (Giffinger, et al., 2007, p. 11) (Dameri & Cocchia, 2013, σ. 6). Ενώ, σύμφωνα με A. Ramaprasad et al., ως έξυπνη πόλη ορίζεται μια υψηλού επιπέδου οντολογία, στο πλαίσιο της ψηφιακής τεχνολογίας (informatics) για την δημόσια υγεία και της «Υγείας Εν κινήσει» (mobile Health – mHealth). (Ramaprasad, Sánchez-Ortiz, & Syn, 2017, p. 16)

Ο Su (2011) ορίζει ως έξυπνη πόλη το «προϊόν» της «ψηφιακής πόλης σε συνδυασμό με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – Iot). (Dameri & Cocchia, 2013, p. 6). Ενώ, ο Setis-EU (2012) ονομάζει έξυπνη πόλη, την πόλη που μπορεί να συνδυάσει τεχνολογίες, τόσο διαφορετικές μεταξύ τους, όσο η ανακύκλωση του νερού, τα προηγμένα ενεργειακά δίκτυα και η φορητή επικοινωνία, με σκοπό να μειώσει το περιβαλλοντικό αντίκτυπο και να προσφέρει στους πολίτες, μια καλύτερη ζωή. (Dameri & Cocchia, 2013, σ. 6)

Επίσης, μία πόλη χαρακτηρίζεται ως έξυπνη, όταν η επένδυση σε ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο, σε παραδοσιακές μεταφορές (transportation) και σύγχρονες (ICT) υποδομές επικοινωνίας, τροφοδοτούν τη βιωσιμότητα της οικονομικής ανάπτυξης και του υψηλού επιπέδου διαβίωσης, με έξυπνη διαχείριση των φυσικών πόρων, μέσω της διακυβέρνησης. Ορισμός που βασίζεται στους έξι βασικούς άξονες, που χαρακτηρίζουν τις έξυπνες πόλεις και αναφέρονται στην επόμενη παράγραφο. (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2013, σ. 6)

Ακόμα, σύμφωνα με τον Κομνηνό, ως έξυπνη πόλη μπορούμε να χαρακτηρίσουμε μια περιοχή (π.χ. πόλη, συνοικία, κ.α.) στην οποία το σύστημα καινοτομίας, είτε το τοπικό, είτε το περιφερειακό, μέσω της χρήσης της τεχνολογίας και της επικοινωνίας, αναβαθμίζεται και αποκτά μεγαλύτερο βάθος και εμβέλεια, ενώ υπάρχει στις λειτουργίες του μεγαλύτερη διαφάνεια και αποτελεσματικότητα. Έτσι, η πόλη διέπεται από ανταγωνιστικότητα και ευημερία, και υπερέχει σε επίπεδο καινοτομίας. (Κομνηνός, 2006)

### 1.3.2. Κύρια χαρακτηριστικά

Πώς ορίζεται όμως, η εξυπνάδα μιας πόλης; Η Dameri προκειμένου να απαντήσει σε αυτό το ερώτημα, έθεσε τέσσερα θεμελιώδη συστατικά: τη γη, τις υποδομές, τους ανθρώπους και την κυβέρνηση. (Dameri, 2017, σσ. 12-13)



Σχήμα 1 - Τα βασικά στοιχεία μιας πόλης (Dameri, 2017, σ. 13)

Το Κέντρο Περιφερειακής Επιστήμης, του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου της Βιέννης, σε έργο του για την κατάταξη 70 ευρωπαϊκών πόλεων μεσαίου μεγέθους, χρησιμοποίησε έξι βασικούς άξονες (Giffinger, et al., 2007, pp. 11,12) (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2013, σ. 6):

1. **Έξυπνη Κινητικότητα** (Smart Mobility)
2. **Έξυπνο Περιβάλλον** (Smart Environment)

3. **Έξυπνοι Άνθρωποι** (Smart People)
4. **Έξυπνη Διαβίωση** (Smart Living)
5. **Έξυπνη Διακυβέρνηση** (Smart Governance)
6. **Έξυπνη Οικονομία** (Smart Economy)

Οι άξονες αυτοί στηρίζονται στους κάτωθι, κατά αντιστοιχία παράγοντες:

1. **Μεταφορές και ΤΠΕ** (Transport and ICT)
  - ✓ Τοπική Προσβασιμότητα
  - ✓ Διεθνή Προσβασιμότητα
  - ✓ Διαθεσιμότητα υποδομών ΤΠΕ
  - ✓ Βιωσιμότητα, Καινοτομία και ασφαλή συστήματα μεταφορών
2. **Φυσικοί πόροι** (Natural resources)
  - ✓ Ελκυστικό φυσικό περιβάλλον
  - ✓ Ρύπανση
  - ✓ Προστασία του περιβάλλοντος
  - ✓ Βιώσιμη διαχείριση των πόρων
3. **Κοινωνικό και ανθρώπινο Κεφάλαιο** (Social and Human Capital)
  - ✓ Το επίπεδο των προσόντων
  - ✓ Σχέση με τη δια βίου μάθηση
  - ✓ Κοινωνικό και εθνικό πλουραλισμό
  - ✓ Δημιουργικότητα
  - ✓ Ευελιξία
  - ✓ Κοσμοπολιτισμό/ Ανοιχτό μυαλό
  - ✓ Συμμετοχή στη δημόσια ζωή
4. **Ποιότητα Ζωής** (Quality of life)
  - ✓ Πολιτιστικούς χώρους
  - ✓ Συνθήκες υγιεινής
  - ✓ Ατομική ασφάλεια
  - ✓ Στέγη
  - ✓ Εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις
  - ✓ Τουριστική ελκυστικότητα
  - ✓ Κοινωνική συνοχή
5. **Συμμετοχή της κοινωνίας** (Participation)
  - ✓ Συμμετοχή στη λήψη αποφάσεων

- ✓ Δημόσιες κοινωνικές υπηρεσίες
  - ✓ Κυβερνητική διαφάνεια
  - ✓ Πολιτική στρατηγική και προοπτικές
6. **Ανταγωνιστικότητα** (Competitiveness)
- ✓ Καινοτόμο πνεύμα
  - ✓ Επιχειρηματικότητα
  - ✓ Παραγωγικότητα
  - ✓ Ευελιξία στην αγορά εργασίας
  - ✓ Διεθνή Ενσωμάτωση
  - ✓ Ικανότητα μετασχηματισμού
  - ✓ Οικονομική εικόνα και εμπορικά σήματα



Εικόνα 4 - Χαρακτηριστικά των Έξυπνων Πόλεων (Εξυπνες πόλεις, 2020)

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο η έξυπνη πόλη, σύμφωνα με τον κ. Κομνηνό, είναι μια πολυσύνθετη έννοια και συνδυάζει μια πληθώρα αντικειμένων, που την κάνει να ξεχωρίζει για την καινοτομία της. Αποτελείται από τρία επίπεδα, τα οποία συνδέουν μεταξύ τους το φυσικό, το θεσμικό και τον ψηφιακό χώρο.

Το επίπεδο βάσης, σχετίζεται με τα συστήματα καινοτομίας (φυσικός χώρος). Εδώ βρίσκονται δραστηριότητες έντασης-γνώσεων της πόλης, που είναι οργανωμένες σε συστάδες (clusters) ή συνοικίες. Το επίπεδο καινοτομίας αφορά τη συνεργασία μέσα στη συστάδα, το ατομικό επίπεδο δημιουργικότητας και την εξειδίκευση.

Το μεσαίο επίπεδο, σχετίζεται με τους θεσμικούς μηχανισμούς κοινωνικής συνεργασίας ως προς τη μάθηση και την καινοτομία (θεσμικός χώρος). Αφορά, τη συλλογική ευφυΐα του

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ πληθυσμού της εκάστοτε πόλης, όπως αυτή προκύπτει μέσα από τους θεσμούς κοινωνικής συνεργασίας.

Και τέλος, το τρίτο επίπεδο αφορά τα ψηφιακά εργαλεία και τις εφαρμογές υποστήριξης της καινοτομίας (ψηφιακός χώρος), που συντελούν στη δημιουργία ενός εικονικού περιβάλλοντος της πληροφορία και των γνώσεων. Ουσιαστικά αναφέρεται στο δημόσιο σύστημα ψηφιακής επικοινωνίας, το οποίο σχετίζεται με τα ψηφιακά δίκτυα και τις υπηρεσίες, τις εφαρμογές τεχνητής ευφυΐας, τους ψηφιακούς χώρους και τα εργαλεία επίλυσης προβλημάτων, την επικοινωνία σε εικονικό περιβάλλον και το δημόσιο ψηφιακό περιεχόμενο, που βρίσκεται στη διάθεση των πολιτών. (Κομνηνός, 2006, σσ. 2-4)

Η έξυπνη πόλη λοιπόν, ουσιαστικά αναφέρεται σε έναν οργανισμό, είτε αυτός είναι πόλη, είτε συνοικία, είτε κοινότητα, είτε περιφέρεια ο οποίος έχει:

- αναπτυγμένες δραστηριότητες έντασης γνώσεων, σύμφωνα με τις οποίες μπορεί να μεταβληθεί, να προσαρμοστεί ή να εξελιχθεί
- θεσμούς και εδραιωμένες ρουτίνες κοινωνικής συνεργασίας, με σκοπό την απόκτηση, προσαρμογή και ανάπτυξη γνώσεων και τεχνογνωσίας
- ανεπτυγμένο σύστημα επικοινωνίας και διαχείρισης των γνώσεων, που επιτρέπει τη συγκέντρωση πληροφοριών από το περιβάλλον, με σκοπό την επεξεργασία, τη μάθηση και την προσαρμογή της δράσης
- αποδείξει τις ικανότητές τους στην καινοτομία, τη διαχείριση και την επίλυση προβλημάτων, που αντιμετωπίζει για πρώτη φορά καθώς και οι τρεις αποτελούν σημαντικό μέτρο για κάθε μορφή ευφυΐας (Κομνηνός, 2006, σ. 5)

## 2. Θεωρητικό Υπόβαθρο

### 2.1. Αυτόνομα οχήματα

#### 2.1.1.Επίπεδα Αυτονομίας

Αυτόνομο ή αυτοματοποιημένο; Αυτοί οι δύο ορισμοί, αν και εκ πρώτης όψεως φαίνονται παραπλήσιοι, αναφέρονται σε διαφορετικές περιπτώσεις. Σύμφωνα με μελετητές, η **αυτονομία** συνδέεται με την ανεξαρτησία και την ικανότητά των υπολογιστών να αντιλαμβάνονται τη «συμπεριφορά τους» και να την προσαρμόζουν ανάλογα με τις αλλαγές του περιβάλλοντος. Ωστόσο με την πάροδο του χρόνου, το άκουσμα αυτού του όρου, παραπέμπει σε οχήματα (AVs), που μπορούν να ενεργήσουν και να πάρουν αποφάσεις,

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

χωρίς την παρουσία ανθρώπου-οδηγού. Το **αυτοματοποιημένο** αναφέρεται σε ένα σύστημα όπου ο ανθρώπινος παράγοντας έχει αντικατασταθεί, από μηχανήματα.

Σκοπός της αυτοματοποιημένης οδήγησης είναι η παροχή αυξημένης ασφάλειας και η ομαλή και αδιάκοπη κυκλοφορία του οχήματος (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, p. 3). Μιας και τα αυτόνομα οχήματα είναι οχήματα, που από τους κατασκευαστές τους είναι προγραμματισμένα να ενεργούν σύμφωνα με το τι ορίζει ο ιδιοκτήτης τους, χωρίς την ύπαρξη οδηγού (οχήματα χωρίς οδηγό) ή που δεν χρειάζονται οδηγό και οδηγούνται μόνα τους (αυτοοδηγούμενα), κανένας από τους δύο όρους δεν καλύπτει την τεχνολογία που υπάρχει πίσω από αυτά κι έτσι ο όρος AVs συμπεριλαμβάνει και τις δύο έννοιες. (Kasap, 2022, pp. 2-3)

Δεν είναι όμως όλα τα αυτόματα αυτοκίνητα όμοια μεταξύ τους. Διακρίνονται στα διαφορετικά επίπεδα αυτοματοποίησης που υπάρχουν. Η SAE International<sup>5</sup> παρουσίασε σε αναφορά της, τα έξι επίπεδα αυτοματισμού οδήγησης, προκειμένου να κατατάξει σε κατηγορίες τα αυτόνομα οχήματα. Από το καθόλου αυτοματοποιημένο, έως το πλήρως αυτοματοποιημένο. Τα επίπεδα 0 έως 2, ως βασικός υπεύθυνος της οδήγησης έχουν τον ανθρώπινο οδηγό. Σε περίπτωση σφάλματος, πρέπει να αντιδράσει μέσα σε ένα δευτερόλεπτο, χωρίς αποσπαστεί από οτιδήποτε άλλο. Ένας συνδυασμός συστημάτων υποβοήθησης οδηγού, που αποτελεί λύση υψηλού τεχνολογικού επιπέδου, αποτελούν το προσαρμοστικό cruise control (ACC)<sup>6</sup> και η προειδοποίηση αναχώρησης από τη λωρίδα (LDWS)<sup>7</sup>. Στα επίπεδα 3 έως 5, η οδηγητική διαδικασία και η λήψη αποφάσεων, είναι πιο περίπλοκα ζητήματα κι υιοθετούνται από το όχημα σταδιακά. Στο 3<sup>ο</sup> επίπεδο, το όχημα έχει τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του, έτσι αυξάνεται και ο χρόνος αντίδρασης του ανθρώπινου οδηγού, σε περίπτωση που το όχημα του ζητήσει να παρέμβει. Σε αυτό το επίπεδο ο άνθρωπος, μπορεί να ασχολείται και με άλλες δραστηριότητες. Στα επίπεδα 4 και 5, ο χρόνος αντίδρασης του ανθρώπου φτάνει μέχρι και κάποια λεπτά, καθώς η ανθρώπινη παρέμβαση δεν είναι απαραίτητη. Η κατηγοριοποίηση αυτή, παρατίθεται στο πίνακα που ακολουθεί. (Πικονά & Πικα, 2017, p. 429), (Ph.D. Gibson, 2017) (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, pp. 2-3)

---

<sup>5</sup> SAE International (Society of Automotive Engineers) = Παγκόσμια Ένωση Μηχανικών

<sup>6</sup> ACC = Το Adaptive Cruise Control, είναι σε θέση να προσαρμόζει αυτόματα τόσο την ταχύτητα κίνησης όσο και την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα στο πλαίσιο των προεπιλεγμένων ρυθμίσεων.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την ταχύτητα των 25 km/h και πάνω (Adaptive Cruise Control (ACC), n.d.)

<sup>7</sup> LDWS = Σύστημα προειδοποίησης αλλαγής λωρίδας, με ηχητικές προειδοποιήσεις ή και επέμβαση στο τιμόνι, σε περίπτωση που ο οδηγός αλλάζει λωρίδα χωρίς φλας (Καραγιαννόπουλος, 2024)



Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Επίπεδα SAE	Όνομα	Ελεύθερος ορισμός	Εκτέλεση Διεύθυνσης και Επιτάχυνσης/Επιβράδυνσης	Παρακολούθηση Οδηγικού Περιβάλλοντος	Εναλλακτικές επιδόσεις της δυναμικής εργασίας	Αυτοτότητα συστήματος (Λειτουργίες οδήγησης)
<b>Ο ανθρώπινος οδηγός παρακολουθεί το περιβάλλον οδήγησης</b>						
0	Χωρίς αυτοματισμ	Η πλήρης απασχόληση από τον ανθρώπινο οδηγό, σε όλες τις πτυχές της δυναμικής οδήγησης, ακόμα και όταν ενισχυθεί από συστήματα προειδοποίησης ή παρέμβασης.	Ανθρώπινος οδηγός	Ανθρώπινος οδηγός	Ανθρώπινος οδηγός	Μη διαθέσιμο
1	Υποστήριξη οδηγού	Η οδήγηση από ένα σύστημα υποβοήθησης οδηγού, είτε διεύθυνσης, είτε επιτάχυνσης/επιβράδυνσης, χρησιμοποιώντας πληροφορίες για το περιβάλλον οδήγησης και με την προσδοκία ότι ο ανθρώπινος οδηγός, θα εκτελεί όλες τις υπόλοιπες πτυχές της δυναμικής οδήγησης.	Ανθρώπινος οδηγός και σύστημα	Ανθρώπινος οδηγός	Ανθρώπινος οδηγός	Ορισμένες λειτουργίες οδήγησης
2	Μερικός Αυτοματισμός	Η οδήγηση από ένα ή περισσότερα συστήματα υποβοήθησης οδηγού, τόσο του συστήματος διεύθυνσης, όσο και του επιτάχυνσης/επιβράδυνσης χρησιμοποιώντας πληροφορίες για το περιβάλλον οδήγησης και με την προσδοκία ότι ο ανθρώπινος οδηγός, θα εκτελεί όλες τις υπόλοιπες πτυχές της δυναμικής οδήγησης.	Σύστημα	Ανθρώπινος οδηγός	Ανθρώπινος οδηγός	Ορισμένες λειτουργίες οδήγησης
<b>Το αυτοματοποιημένο σύστημα οδήγησης («σύστημα») παρακολουθεί το περιβάλλον οδήγησης</b>						
3	Αυτοματισμός υπό όρους	Η οδήγηση από ένα αυτοματοποιημένο σύστημα οδήγησης όλων των πτυχών της δυναμικής λειτουργίας οδήγησης, με την προσδοκία ότι ο ανθρώπινος οδηγός θα ανταποκριθεί κατάλληλα σε ένα αίτημα παρέμβασης.	Σύστημα	Σύστημα	Ανθρώπινος οδηγός	Ορισμένες λειτουργίες οδήγησης
4	Υψηλός αυτοματισμός	Η οδήγηση από ένα αυτοματοποιημένο σύστημα οδήγησης όλων των πτυχών της δυναμικής λειτουργίας οδήγησης, ακόμα κι αν ο ανθρώπινος οδηγός δεν ανταποκριθεί κατάλληλα σε ένα αίτημα παρέμβασης.	Σύστημα	Σύστημα	Σύστημα	Ορισμένες λειτουργίες οδήγησης
5	Πλήρης Αυτοματισμός	Η πλήρης απασχόληση από ένα αυτοματοποιημένο σύστημα οδήγησης, όλων των πτυχών της δυναμικής οδήγησης, κάτω από οποιαδήποτε οδική ή περιβαλλοντική συνθήκη που μπορεί να διαχειριστεί ένας ανθρώπινος οδηγός.	Σύστημα	Σύστημα	Σύστημα	Όλες οι λειτουργίες οδήγησης

Πίνακας 1 - Επίπεδα Αυτοματοποίησης των Αυτόνομων Οχημάτων σύμφωνα με S.A.E. (Copyright © 2014 SAE International).

### 2.1.2. Τεχνολογίες που υποστηρίζουν τα αυτόνομα οχήματα

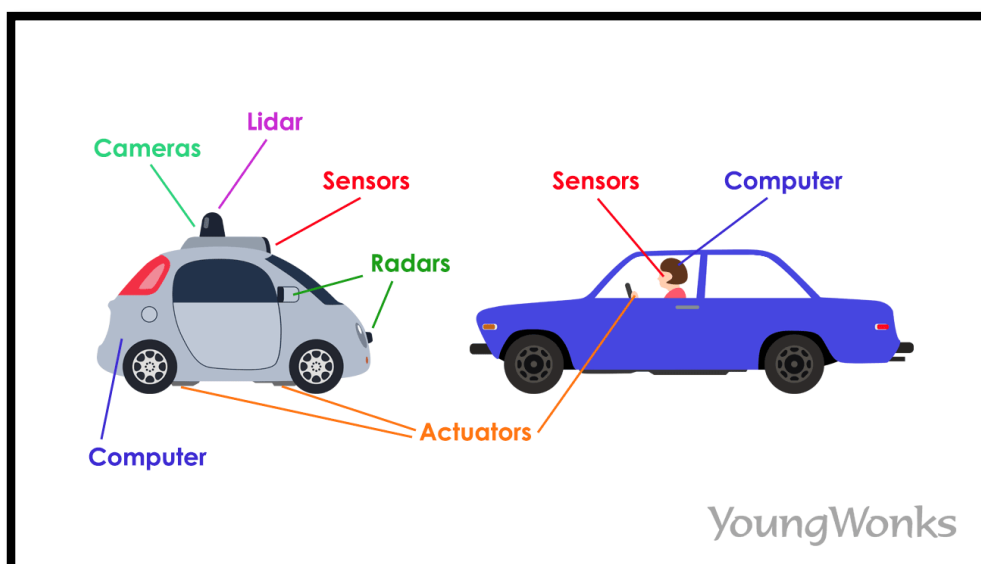
Σκοπός των αυτόνομων οχημάτων είναι η μεταφορά των επιβατών με ασφάλεια, χωρίς την παρουσία ανθρώπινου παράγοντα, στη θέση του οδηγού. Η λειτουργία του αυτόνομου οχήματος μοντελοποιείται από τρία βασικά συστήματα (Faied, Daimi, & Bayan, 2019, p. 53):

- Αντίληψης (Perception System)
  - Υποσύστημα Περιβαλλοντικής Αντίληψης
  - Υποσύστημα Εντοπισμού
- Σχεδιασμού (Planning System)
- Ελέγχου (Control System)

#### 2.1.2.1. Σύστημα Αντίληψης - Αισθητήρες, κάμερες και ανίχνευση

##### A. Σύστημα Αντίληψης

Ο ρόλος του οδηγού σε ένα όχημα, εκτός από το να το οδηγεί – να είναι δηλαδή υπεύθυνος για τον χειρισμό του – πρέπει και να ελέγχει και να παρατηρεί γύρω του, ώστε να αντιδρά κατάλληλα, ενόψει εμποδίου, παραβάσεων, σημάτων κυκλοφορίας και άλλων περιπτώσεων. Τα αυτόνομα οχήματα, ελλείψει οδηγού, πρέπει επίσης να αντιλαμβάνονται τι συμβαίνει γύρω τους, ώστε να αντιδρούν, έγκαιρα. Για αυτό το λόγο, πρέπει να είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες και κάμερες. Θα μπορούσε να ειπωθεί πως αυτά τα όργανα είναι οι «αισθήσεις» ενός αυτόνομου οχήματος.



Εικόνα 5 - Σύγκριση ανάμεσα σε ένα συμβατικό και ένα αυτόνομο όχημα (Bharadwaj, 2022)

Οι αισθητήρες αυτοκινήτων, διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. Αυτοανίχνευσης (self-sensing)
  2. Εντοπισμού (localization)
  3. Ανίχνευσης περιβάλλοντος (surrounding-sensing)
- Η αυτοανίχνευση γίνεται με αισθητήρες που χρησιμοποιούνται με σκοπό να αντιλαμβάνονται την τρέχουσα κατάσταση του οχήματος, την ταχύτητά του, την επιτάχυνση, τη δύναμη, το φορτίο των τροχών, την τάση της μπαταρίας, αλλά και την περιστροφή εκτροπής και τη γωνία διεύθυνσης του οχήματος. Οι μετρήσεις που δίνουν, προέρχονται από προ-εγκατεστημένους χιλιομετρικές (οδόμετρα), γυροσκόπια, κωδικοποιητές, αδρανειακές μονάδες μέτρησης IMUs<sup>8</sup> ή CANs<sup>9</sup>.
- Ο εντοπισμός (υποσύστημα εντοπισμού - Location Subsystem) γίνεται με εξωτερικούς αισθητήρες όπως GPS, dead-reckoning από IMU, που καθορίζουν τη θέση του οχήματος.
- Για την ανίχνευση του περιβάλλοντος (υποσύστημα περιβαλλοντικής αντίληψης - Environmental Perception Subsystem) χρησιμοποιούνται εξωτερικοί αισθητήρες, που αντιλαμβάνονται τα σημάδια στους δρόμους, την κλίση του δρόμου, τις αποστάσεις, την ένταση της φωτεινότητας, τα σήματα κυκλοφορίας, τις καιρικές συνθήκες, την κατάσταση πιθανών εμποδίων ή άλλων οχημάτων (π.χ. ταχύτητα, επιτάχυνση, θέση) ή ακόμα και την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο οδηγός (π.χ. κατάσταση υπνηλίας, κόπωσης) Τέτοιοι εξωτερικοί αισθητήρες είναι οι κάμερες, τα Radar<sup>10</sup>, τα LiDar<sup>11</sup> και οι αισθητήρες υπερήχων (Brummelen, O'Brien, Gruyer, & Najjaran, 2018, p. 392) (Ignatious, Sayed, & Khan, 2022, p. 737) (Faied, Daimi, & Bayan, 2019, p. 53).

---

<sup>8</sup> IMU: Σύστημα μέτρησης που αποτελείται από αισθητήρες γωνιακού ρυθμού και επιταχυνσιόμετρα. Μετράει και αναφέρει τη συγκεκριμένη δύναμη ενός σώματος, τον προσανατολισμό του και τον γωνιακό ρυθμό, μέσω γυροσκοπίων, επιταχυνσιόμετρων και μαγνητόμετρων (Wikipedia, n.d.) (Milanes, Naranjo, Gonzalez, Alonso, & De Pedro, 2008, p. 627)

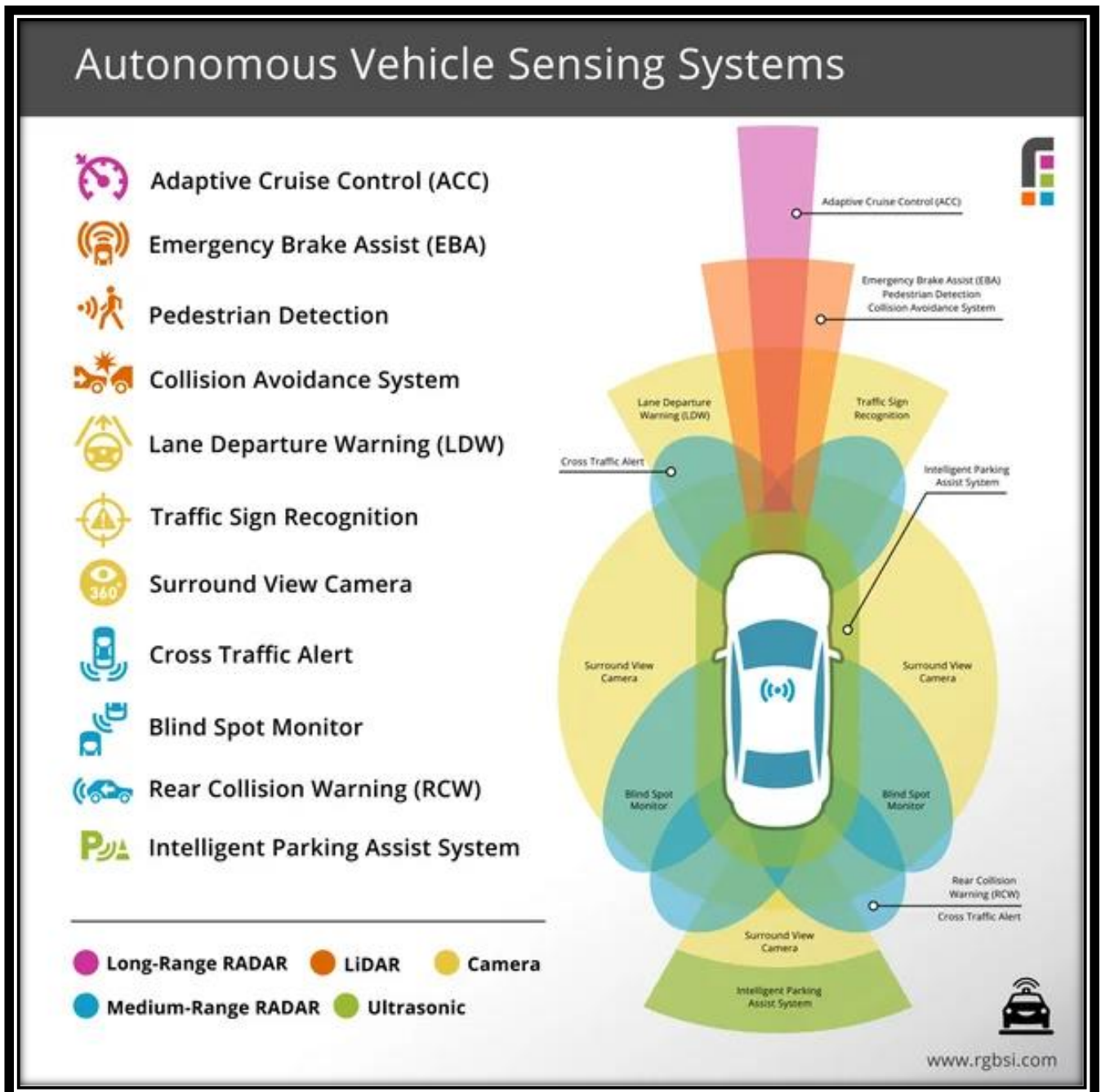
<sup>9</sup> CAN: Πρωτόκολλο διαδικτύου, σχεδιασμένο για την αποτελεσματική επικοινωνία, ανάμεσα σε ηλεκτρονικές συσκευές ελέγχου (Wikipedia, CAN bus, n.d.)

<sup>10</sup> Radar: Ραδιοεντοπιστής. Σύντμηση των λέξεων **RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging = Ανίχνευση με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και μέτρηση αποστάσεως (Wikipedia, Ραντάρ, n.d.)

<sup>11</sup> LiDAR: τεχνική βασισμένη στην εκπομπή παλμικής ακτινοβολίας λέιζερ στην ατμόσφαιρα και καταγραφή της οπισθοσκεδαζόμενης ακτινοβολίας. Προέρχεται από σύντμηση των λέξεων **L**ight **D**etection **A**nd **R**anging (Wikipedia, LiDAR, n.d.)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Οι αισθητήρες, πέρα από την παραπάνω κατηγοριοποίηση, μπορούν να διαχωριστούν σε παθητικούς και δυναμικούς ή ενεργητικούς. Στους παθητικούς συγκαταλέγονται οι κάμερες παρακολούθησης/όρασης (vision cameras), που λαμβάνουν ενέργεια από το περιβάλλον και επιστρέφουν αποτελέσματα. Οι δυναμικοί αισθητήρες στους οποίους συγκαταλέγονται οι LiDAR και οι Radar, κάνουν την αντίθετη διαδικασία σε σχέση με τους, παθητικούς. Εκπέμπουν ενέργεια στο περιβάλλον, ανιχνεύουν την απόκριση του περιβάλλοντος σε αυτήν και επιστρέφουν αποτελέσματα.



Εικόνα 7 - Αυτόνομο σύστημα ανίχνευσης οχήματος (What is Sensor Fusion for Autonomous Driving Systems? – Part 2, n.d.)

Ένας ακόμα διαχωρισμός των αισθητήρων σε τρεις πάλι κατηγορίες, είναι σύμφωνα με το εύρος μετάδοσης που βασίζεται στην ασύρματη τεχνολογία (Ignatious, Sayed, & Khan, 2022, p. 737):

- Μικρής εμβέλειας
- Μεσαίας εμβέλειας
- Μεγάλης εμβέλειας

Στη συνέχεια θα αναλυθούν λίγο περισσότερο οι τρεις βασικοί τύποι εξωτερικών αισθητήρων που πρέπει να έχουν τα αυτόματα οχήματα, όσον αφορά την αντιληπτικότητα σε σχέση με το περιβάλλον.

- Κάμερες: Οι κάμερες είναι σε θέση να παράγουν ευκρινείς εικόνες, ανιχνεύοντας φώτα, που εκπέμπονται από το περιβάλλον, σε μια φωτοευαίσθητη επιφάνεια, χρησιμοποιώντας ένα φακό, που βρίσκεται τοποθετημένος μπροστά από τον αισθητήρα και σε συνδυασμό με το κατάλληλο λογισμικό, να αναγνωρίσουν τόσο κινούμενα, όσο και ακίνητα εμπόδια, που βρίσκονται στο οπτικό τους πεδίο, παράγοντας φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης.
- LiDAR: Το LiDAR πρωτοαναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1960, για τη χαρτογράφηση του αεροναυτικού και αεροδιαστημικού εδάφους. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 άρχισαν να κατασκευάζονται για εμπορική χρήση, από κατασκευαστές σαρωτών λέιζερ. Είναι μια τεχνική μακρινής ανίχνευσης, που η λειτουργία της βασίζεται στην αρχή της παραγωγής παλμών φωτός υπέρυθρων ή λέιζερ που αντανακλούν σε αντικείμενα-στόχους. Ανιχνεύοντας αυτές τις αντανακλάσεις και μετρώντας το χρόνο ανάμεσα στην εκπομπή και τη λήψη του παλμού φωτός, μπορεί να εκτιμήσει την απόσταση. Οι αισθητήρες LiDAR παράγουν δεδομένα, με τη μορφή μιας σειράς σημείων, δεδομένα νέφους σημείων (PCD), σε 1D, 2D και 3D περιοχές, αλλά και πληροφορίες για την ένταση κάποιου αντικειμένου. Το PCD περιλαμβάνει συντεταγμένες (x,y,z) και πληροφορίες για την ένταση των εμποδίων, για 3D αισθητήρες.
- Radars: Αναπτύχθηκαν πριν τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Στηρίχθηκαν στην ιδέα της εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, μέσα σε μια περιοχή ενδιαφέροντος και λαμβάνει διάσπαρτα κύματα ή αντανακλάσεις από στόχους, για την επεξεργασία σήματος και τον προσδιορισμό πληροφοριών σχετικές με το εύρος.

Μέσω του φαινομένου Doppler<sup>12</sup>, μπορεί να καθορίσει τη σχετική ταχύτητα και τη θέση των εμποδίων που έχει αναγνωρίσει. Όταν ο στόχος κινείται προς την κατεύθυνση του ραντάρ, η συχνότητα του ανιχνευμένου σήματος, αυξάνεται. Επομένως, προκύπτουν πιο μικρά κύματα (Ignatious, Sayed, & Khan, 2022, p. 738).

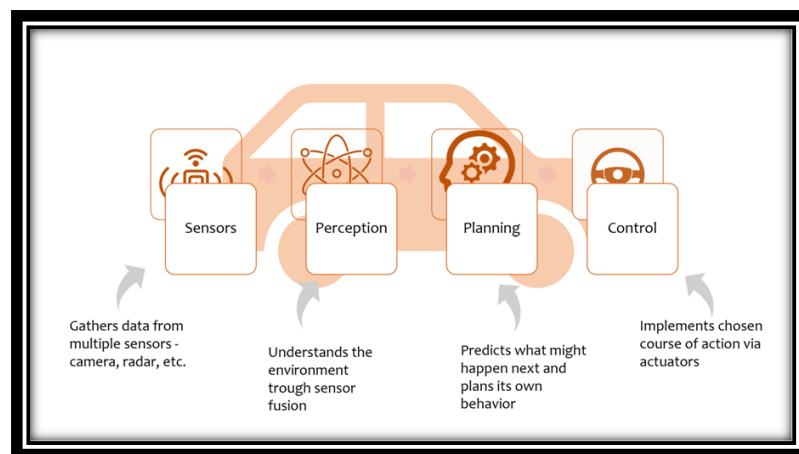
## Β. Σύστημα Σχεδιασμού

Το σύστημα σχεδιασμού είναι εκείνο που συνδέει και αναλύει τα δεδομένα από τα δύο υποσυστήματα και το περιβάλλον, μέσω της τεχνητής νοημοσύνης και προσομοιάζει στον τρόπο επεξεργασίας που κάνουν οι άνθρωποι και χωρίζεται σε τρία στάδια:

- Σχεδιασμός αποστολής (Mission Planning) – Κάνει αναζήτηση, μέσω της συνδεσιμότητας του οδικού δικτύου και ολοκληρώνεται.
- Σχεδιασμός συμπεριφοράς (Behavioural Planning) – Ασχολείται με τη συμπεριφορά που παρουσιάζει ένα αυτόνομο όχημα σε σχέση με την οδική σήμανση και τις συνθήκες κυκλοφορίας.
- Σχεδιασμός κίνησης (Motion Planning) – Μελετάει την τοπική θέση και λαμβάνει αποφάσεις για την οδήγηση του οχήματος, μέσω της τεχνητής νοημοσύνης.

## Γ. Σύστημα Ελέγχου

Το σύστημα ελέγχου λαμβάνει αποφάσεις που προέρχονται από το σύστημα σχεδιασμού (planning system) και τις υλοποιεί μέσα από πολλές Ηλεκτρονικές Μονάδες Ελέγχου (ECUs) (Faied, Daimi, & Bayan, 2019, p. 53).



Εικόνα 6 - Τα βασικά συστήματα του αυτόνομου οχήματος (Chintada, 2023)

<sup>12</sup> Το φαινόμενο Doppler, περιγράφει πώς η σχετική κίνηση ανάμεσα σε μια πηγή που παράγει κύματα και των στόχων της, προκαλεί διακυμάνσεις ή μετατοπίσεις στη συχνότητα του κύματος (Ignatious, Sayed, & Khan, 2022, p. 738)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

#### 2.1.2.2. Αλγόριθμοι και αυτοματοποιημένη οδήγηση

Οι άνθρωποι μαθαίνουν, κάνοντας προσωπική προσπάθεια και στηριζόμενοι στην εμπειρία. Οι μηχανές από την άλλη πλευρά, εξαρτώνται από τα δεδομένα που θα λάβουν. Η μηχανική μάθηση ή αλλιώς Machine Learning είναι μια περίπτωση τεχνητής νοημοσύνης, που επιτρέπει στους υπολογιστές να «σκέφτονται» και να «μαθαίνουν» μόνοι τους. Ο στόχος είναι να μπορούν οι υπολογιστές να πετυχαίνουν τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια, σε ότι ενέργεια κάνουν, μαθαίνοντας από τα δεδομένα.

Το 1959 ο Arthur Samuel ορίζει ως μηχανική μάθηση τον τομέα της επιστήμης που παρέχει στους υπολογιστές τη δυνατότητα μάθησης, χωρίς να είναι ρητά προγραμματισμένοι.

Πιο πρόσφατα, ο Tom Mitchell έδωσε έναν διαφορετικό ορισμό: «Ένα πρόγραμμα υπολογιστή λέγεται πως μαθαίνει από την εμπειρία  $E$  σε σχέση με κάποια εργασία  $T$  και κάποιο μέτρο απόδοσης  $P$ , εάν η απόδοσή του στο  $T$ , όπως μετριέται με το  $P$ , βελτιώνεται με την εμπειρία  $E$ .

Η μηχανική μάθηση είναι ένα πεδίο που αφορά πολλές επιστήμες και καλύπτει ένα ευρύ φάσμα τομέων και εφαρμογών, όπως είναι και αυτό της πρόβλεψης της κυκλοφορίας ή των αυτοοδηγούμενων οχημάτων. (Alzubi, Nayyar, & Kumar, 2018, pp. 1-2) (Mahesh, 2020, p. 381).

Τα αυτόνομα οχήματα στηρίζονται σε σημαντικό βαθμό σε Αλγόριθμους Βαθιάς Μάθησης (Deep Learning Algorithms), ώστε να μπορούν να έχουν τον έλεγχο του οχήματος ή ακόμα και να αναγνωρίζουν αντικείμενα. Χρησιμοποιούν τους αλγόριθμους αυτούς για παράδειγμα, για να αναγνωρίζουν τα σήματα ή να ταξινομούν σαν εικόνες τις πινακίδες κυκλοφορίας που έλαβαν από τις κάμερες που διαθέτουν και κάνουν τον απαραίτητο έλεγχο, μέσα από το έξυπνο σύστημα που διαθέτουν (Jiang, Li, Liu, Luo, & Lu, 2020, p. 4439).

Οι αλγόριθμοι αντίληψης (perception algorithms) χωρίζονται στις εξής κατηγορίες: της διαμεσολαβημένης αντίληψης, όπου οι αλγόριθμοι αναπτύσσουν λεπτομερείς χάρτες σύμφωνα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται και μπορούν να αναλύσουν και να αντιληφθούν τι απόσταση έχουν από πεζούς, δέντρα, άλλα οχήματα, οδικά σήματα, πεζοδρόμια, κ.α., της αντανακλαστικής συμπεριφοράς, όπου εδώ οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη για να χαρτογραφήσουν τα δεδομένα που δέχονται από τους αισθητήρες τους για το πως είναι για παράδειγμα ο περιβάλλοντας χώρος γύρω τους, μέσω μιας εικόνας από μια κάμερα του οχήματος, ώστε να ενημερωθεί το σύστημα και να

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

κάνει τους απαραίτητους ελιγμούς και της άμεσης αντίληψης, όπου εδώ οι αλγόριθμοι συνδυάζουν τις δύο παραπάνω κατηγορίες (Brummelen, O'Brien, Gruyer, & Najjaran, 2018, p. 395).

Οι αλγόριθμοι ενισχυτικής μάθησης (Reinforcement Learning - RL) μπορούν να μάθουν με τον τρόπο δοκιμής και σφάλματος (trial-and-error), χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση ή επίβλεψη. Όμως, χρειάζονται μια καλά καθορισμένη συνάρτηση ανταμοιβής, ώστε να λαμβάνει τα σήματα ανταμοιβής, καθ' όλη τη διάρκεια εκμάθησης. Οι αλγόριθμοι ενισχυτικής μάθησης βρίσκουν εφαρμογή και στην αυτόνομη οδήγηση και ενώ υπάρχουν διάφορες τεχνικές, η αποδοτικότερη και εκείνη με τις μικρότερες κλίμακες συστήματος, είναι η end-to-end (από άκρο σε άκρο). Υπάρχει καλύτερη απόδοση, καθώς αυτοβελτιώνονται τα εσωτερικά εξαρτήματα, χωρίς το ενδιάμεσο στάδιο της ανθρώπινης επιλογή και υπάρχει η δυνατότητα μικρότερων δικτύων, καθώς το σύστημα μαθαίνει να αντιμετωπίζει τα προβλήματα που του παρουσιάζονται με τα λιγότερα δυνατά βήματα επεξεργασίας (Ye, Zhang, Wang, & Chan, 2021, p. 1073).

Ακόμα όμως και αυτοί οι προηγμένοι αλγόριθμοι, είναι ευάλωτοι σε επιθέσεις. Επιθέσεις που γίνονται στο GPS με σκοπό τη λανθασμένη πλοήγηση του οχήματος, οδηγώντας το σε λάθος κατεύθυνση, μετατοπίζοντας λίγο τη θέση του GPS, επιθέσεις στις κάμερες του οχήματος. Η έλλειψη κλειδιού στο σύστημα εισόδου το κάνει ευάλωτο σε επιθέσεις παρεμβολής, επανάληψης και αναμετάδοσης, ενώ και τα πρωτόκολλα παρουσιάζουν ελαττώματα στην ασφάλειά τους (Jiang, Li, Liu, Luo, & Lu, 2020, p. 4439).

### *2.1.2.3. Σύστημα GPS και πλοήγηση*

Η αυτόνομη πλοήγηση, βοηθάει στο να μπορεί να πλοηγηθεί ένα όχημα με ασφάλεια, να σχεδιαστεί η καλύτερη διαδρομή, να γίνει πρόβλεψη της διαδρομής, να υπάρχει ομαλότερη ευελιξία σε δυναμικά περιβάλλοντα. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα μειωμένα καύσιμα και ανθρώπινη άνεση κατά τη διαδρομή.

Το GPS είναι ένα δορυφορικό σύστημα πλοήγησης, που χρησιμοποιείται για αυτόνομη πλοήγηση. Αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970, από το Υπουργείο Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών. Στην αρχή ήταν διαθέσιμο μόνο για θέματα του στρατού, όπως η πλοήγηση σε απομακρυσμένα εδάφη και ο συντονισμός στρατιωτικών δραστηριοτήτων. Μέσω ενός δέκτη που διαθέτει, λαμβάνει σήματα από ένα σύμπλεγμα δορυφόρων GPS, υπολογίζει τη θέση που έχει στην επιφάνεια της Γης και ένας αλγόριθμος (πλοήγησης)



Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

υπολογίζει κάποιες παραμέτρους όπως είναι η κατεύθυνση και η απόσταση. Μπορεί να παρέχει στοιχεία για τη θέση και τον χρόνο κάποιου χρήστη, όπου και αυτός να βρίσκεται, σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών. Χρειάζονται μόλις τέσσερις δορυφόροι, για να προσδιοριστεί η πραγματική θέση και με σφάλμα μικρότερο των 20 μέτρων, ενώ με πέντε (μέσω ενός Διαφορικού Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης - DGPS), το σφάλμα μπορεί να μειωθεί σε λιγότερο από δύο εκατοστά. Είναι σύστημα μονής κατεύθυνσης, καθώς ο χρήστης μπορεί να λάβει σήμα, αλλά δεν μπορεί να στείλει σήμα πίσω στο δορυφόρο. Αυτό είναι που το κάνει πιο ασφαλές και που μπορεί να εξυπηρετήσει απεριόριστο αριθμό χρηστών.

Με τον τύπο εντοπισμού dead-reckoning, μπορεί σύμφωνα με την προηγούμενη θέση του οχήματος, να προσδιοριστεί η νέα του θέση. Είτε έπειτα από υπολογισμούς, είτε αποκτώντας απευθείας την απόσταση και την κατεύθυνση προς την οποία μετακινήθηκε. Η κατεύθυνση μπορεί να υποδειχτεί μέσω μίας πυξίδας Η απόσταση προσδιορίζεται, είτε έπειτα από τη μέτρηση της ταχύτητας και του χρόνου, είτε με απευθείας μέτρηση.

Ένα πλεονέκτημα του GPS, είναι πως οι πληροφορίες που συλλέγονται, είναι ανεξάρτητες των προηγούμενων μετρήσεων, έτσι τα σφάλματα γύρω από τον εντοπισμού του οχήματος με το πέρασμα του χρόνου, δεν αυξάνονται.

Το dead-reckoning υστερεί σε σχέση με το GPS, καθώς το GPS μπορεί να παρέχει πληροφορίες για τον εντοπισμό της θέσης του οχήματος αδιάλειπτα, σε αντίθεση με το dead reckoning, τουλάχιστον όσον αφορά τους ανοιχτούς χώρους, άνευ παρουσία εμποδίων.

Παρουσιάζει όμως και κάποιο μειονέκτημα όσον αφορά την πλοήγηση του αυτοκινήτου. παρουσία εμποδίων, όπως δέντρα, κτήρια, σήραγγες. Τα εμπόδια, μπορούν να προκαλέσουν μπλοκάρισμα στο σήμα για κάποια δευτερόλεπτα και να χαθούν κάποιες πληροφορίες, και αυτό να έχει ως συνέπεια την άστοχη οδήγηση του οχήματος. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί, αν το σύστημα δεδομένων του GPS, ενωθεί με ένα αδρανειακό σύστημα πλοήγησης, το οποίο μπορεί να παρέχει τη θέση ενός οχήματος μετρώντας τη γωνιακή ταχύτητα και τη γραμμική επιτάχυνση, που ασκούνται στο σύστημα σε ένα αδρανειακό πλαίσιο αναφοράς με IMU. Με αυτές τις πληροφορίες και την οδομετρία, μπορεί να υπολογιστεί η πραγματική θέση του οχήματος, από την αρχική του, ανεξάρτητα από εξωτερικά σήματα. Όμως, επειδή έχουμε εξάρτηση από την αρχική θέση, ελλοχεύει ο κίνδυνος αυξημένων σφαλμάτων. Αυτό συμβαίνει επειδή το Αδρανειακό σύστημα, είναι dead-reckoning σύστημα, επομένως η ακρίβεια, υποβαθμίζεται σε σχέση με το χρόνο.

Το GPS αποτελείται από τρία τμήματα:

1. Το Διαστημικό τμήμα
2. Το τμήμα Ελέγχου
3. Το τμήμα Χρήστη

Κάθε Διαστημικό τμήμα αποτελείται από ένα σύμπλεγμα 24 δορυφόρων, που κινούνται σε σταθερές τροχιές, γύρω από τη Γη. Κάθε ένας από αυτούς, στέλνει συνεχόμενα σήματα στη Γη, τα οποία αποτελούνται από μηνύματα πλοήγησης, δύο φέρουσες συχνότητες και μηνύματα πλοήγησης. Τα μηνύματα πλοήγησης, φέρουν πληροφορίες σχετικές με τη θέση του δορυφόρου και την αντιστάθμιση του ρολογιού. Οι φέρουσες συχνότητες και κωδικοί, προσδιορίζουν την απόσταση που έχει ο δορυφόρος, από τον δέκτη.

Το τμήμα Ελέγχου, περιλαμβάνει ένα δίκτυο από σταθμούς παρακολούθησης, που παρακολουθούν ασταμάτητα τη δορυφορική τροχιά, ελέγχουν το δορυφορικό ρολόι, το δορυφορικό ημερολόγιο και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, ενώ παρέχουν και την απαραίτητη αντιστάθμιση του ρολογιού, σε περίπτωση σφάλματος. Ακόμα, είναι υπεύθυνο για να ανεβάσει τα δεδομένα, στους δορυφόρους. Το OCS, αποτελείται από ένα κύριο σταθμό ελέγχου (MCS<sup>13</sup>), από πολλούς σταθμούς παρακολούθησης και σταθμούς ελέγχου εδάφους.

Τέλος, όλοι οι πολιτικοί και οι στρατιωτικοί χρήστες, συντελούν το τμήμα Χρήστη. Ένας GPS δέκτης, μπορεί να κλειδώσει, σε οποιουδήποτε δορυφόρους και να προσδιορίσει τη θέση του, στην επιφάνεια της Γης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην τοπογραφία, την πεζοπορία, την χαρτογράφηση και την πλοήγηση οχημάτων (Rahiman & Zainal, 2013, pp. 1112-1113) (Milanes, Naranjo, Gonzalez, Alonso, & De Pedro, 2008, p. 627)

## 2.2. Έξυπνες πόλεις: Υποδομές και τεχνολογίες

### 2.2.1. Internet of Things (IoT)

Το διαδίκτυο των Πραγμάτων – Internet of Things (IoT) είναι ένα σχετικά καινούριο παράδειγμα επικοινωνίας που αποσκοπεί στη σύνδεση πολλών και διαφορετικών συσκευών, εξοπλισμένες με μικροελεγκτές και πομποδέκτες, με το διαδίκτυο. Θα διαθέτουν επίσης, κατάλληλα πρωτόκολλα που θα τους επιτρέπουν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Μια έξυπνη πόλη αποτελεί ένα πολυσύνθετο οικοσύστημα, που τη χαρακτηρίζει η χρήση των

---

<sup>13</sup> Η έδρα του βρίσκεται στο Colorado των Η.Π.Α. στην αεροπορική βάση Shriever, Colorado Springs.

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

ΤΠΕ, στοχεύοντας να την κάνει πιο ελκυστική και πιο βιώσιμη και ένα μοναδικό μέρος για καινοτομία και επιχειρηματικότητα.

Τα αστικά IoT, είναι σε θέση να αντιμετωπίζουν προβλήματα που αφορούν τον έλεγχο της κυκλοφοριακής συμφόρησης, μέσω υπηρεσιών GPS σε εξελιγμένα οχήματα και μέσω WAN.

Μια έξυπνη πόλη με IoT, μπορεί να περιλαμβάνει ακόμα και δισεκατομμύρια συσκευές συνδεδεμένες σε δίκτυο. Αυτό θα έχει αποτέλεσμα, αν η πόλη μπορεί να έχει σύνδεση με κάθε συσκευή IoT, που έχει τη δυνατότητα ανίχνευσης, ώστε να προκύπτουν σημαντικές πληροφορίες.

Στις έξυπνες πόλεις, οι IoT συσκευές, μπορούν να χρησιμοποιούν όλα τα διαθέσιμα δίκτυα επικοινωνίας, όπως είναι το δημόσιο Wi-Fi, το Bluetooth, τα κινητά τηλέφωνα και οι δορυφόροι, ώστε να μπορούν να επικοινωνούν με το κέντρο εφαρμογών του Cloud (Mehmood, et al., 2017, pp. 16-18) (Zanella, Bui, Castellani, Vangelista, & Zorzi, 2014, p. 22).

### 2.2.2. Έξυπνη Υποδομή

Οι διάδρομοι μεταφορών αναπτύχθηκαν λόγω του εμπορίου και την ανάγκης των ανθρώπων, να μεταφέρουν τα προϊόντα τους, από το ένα μέρος στο άλλο. Μείζονα σημασία είχε η μεταφορά με τον πιο ασφαλή, τον πιο αποδοτικό τρόπο, στον λιγότερο χρόνο, με το μεγαλύτερο κέρδος. Το περιβαλλοντικό αντίκτυπο ήταν δευτερευούσης σημασίας και βασιζόταν στην ενέργεια που προερχόταν από ορυκτά καύσιμα. Λόγω όμως της έντονης γενικής περιβαλλοντικής ανησυχίας που έχει δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια, προέκυψε η ανάγκη να «ενισχυθούν» οι διάδρομοι μεταφορών με «βιωσιμότητα». Έτσι, ακολούθησε η είσοδος στα ψηφιακά μέσα (Kabashkina & Sansyzbayevab , 2024, pp. 493,495).

Τα ITS είναι προηγμένα, τεχνολογικά συστήματα που αναφέρονται στην προσθήκη πληροφοριών, τεχνολογίας και επικοινωνίας σε υποδομές μεταφορών, αλλά και σε οχήματα με σκοπό τη διαχείριση δρόμων, οχημάτων, διαδρομών ως προς τη βελτίωση της ασφάλειας, τη μειωμένη φθορά των οχημάτων, τον ταξιδιωτικό χρόνο, την κατανάλωση καυσίμων. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να υπάρξει διασύνδεση μεγάλου πλήθους συσκευών, και τα αντίστοιχα πρότυπα που απαιτούνται (Duan, 2023, p. 4). Τα ITS, πιστεύεται πως αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες, για την

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

ενεργοποίηση της αυτόματης οδήγησης σε πολλούς οδικούς χάρτες (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, p. 4). Όλη αυτή η αλλαγή, προβλέπεται να γίνεται μέσω των Πράσινων Μεταφορικών Διαδρόμων (GTC), με την υποστήριξη των ITS (Kabashkina & Sansyzbayevab , 2024, p. 493).

Οι πράσινοι διάδρομοι μεταφορών (GTC) ήρθαν να εξελίξουν τους απλούς διαδρόμους μεταφορών, δίνοντας, την ίδια σημασία στην αποτελεσματικότητα των μεταφορών, λαμβάνοντας όμως υπόψη και τις συνέπειες που έχουν στο περιβάλλον. Προσπαθούν να μειώσουν την εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα, να προστατεύσουν την χλωρίδα και την πανίδα και να εκμεταλλευτούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (όπως είναι η αιολική και η ηλιακή). Να δημιουργήσουν «πράσινες» υποδομές, όπως ποδηλατοδρόμους, ασφαλείς χώρους για τους πεζούς, αλλά και τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων. Όλα αυτά απαιτούν την χρήση προηγμένων ψηφιακών μέσων, όπως έξυπνα συστήματα και αισθητήρες (Kabashkina & Sansyzbayevab , 2024, p. 495).

Στο οικοσύστημα ενός GTC, υπάρχει ένα ψηφιακό στρώμα, μέσα στο οποίο το ITS παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ο εγκέφαλος αυτού του ψηφιακού στρώματος που είναι υπεύθυνος για την αξιοποίηση στο μέγιστο βαθμό όλων των λειτουργιών, επιτρέποντας έτσι τη γεφύρωση ανάμεσα στους οικολογικούς στόχους που τίθενται και στις πρακτικές λύσεις που απαιτούνται. Παρακάτω αναφέρονται σε διαγράμματα, τα βασικά μέρη και η λειτουργικότητά τους, από τα οποία αποτελείται το ψηφιακό στρώμα ενός GTC οικοσυστήματος, έχοντας ως βάση ένα ITS (Kabashkina & Sansyzbayevab , 2024, p. 496).

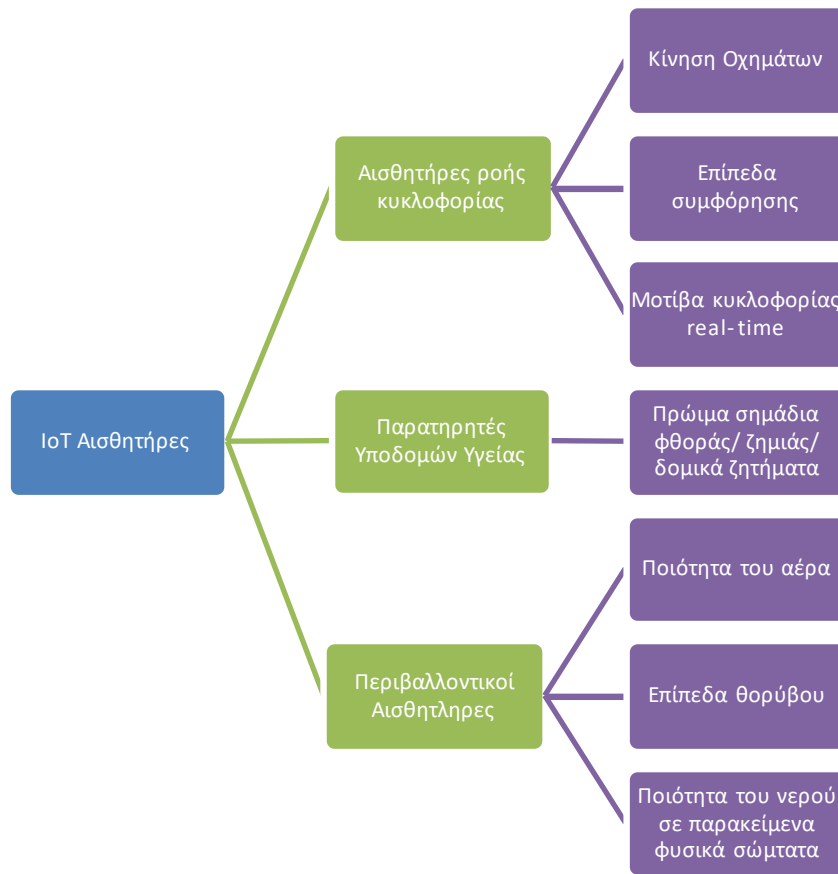


Figure 1 - Ιοt Αισθητήρες

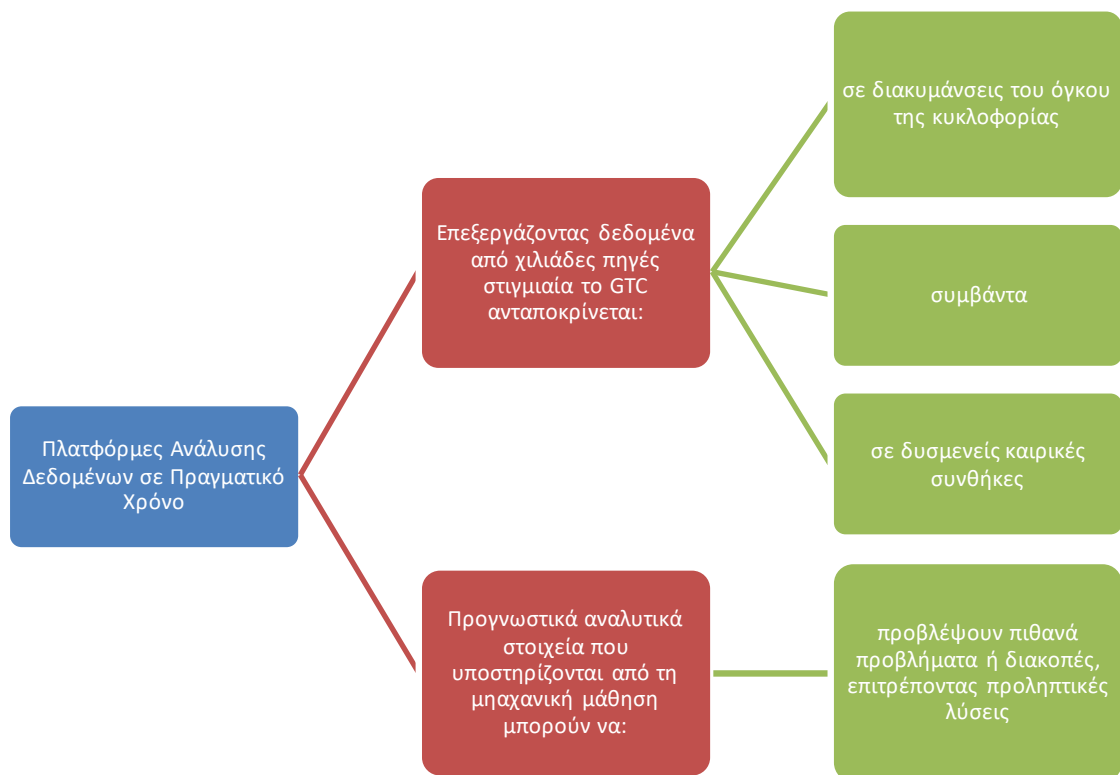


Figure 2 - Πλατφόρμες Ανάλυσης Δεδομένων σε Πραγματικό Χρόνο

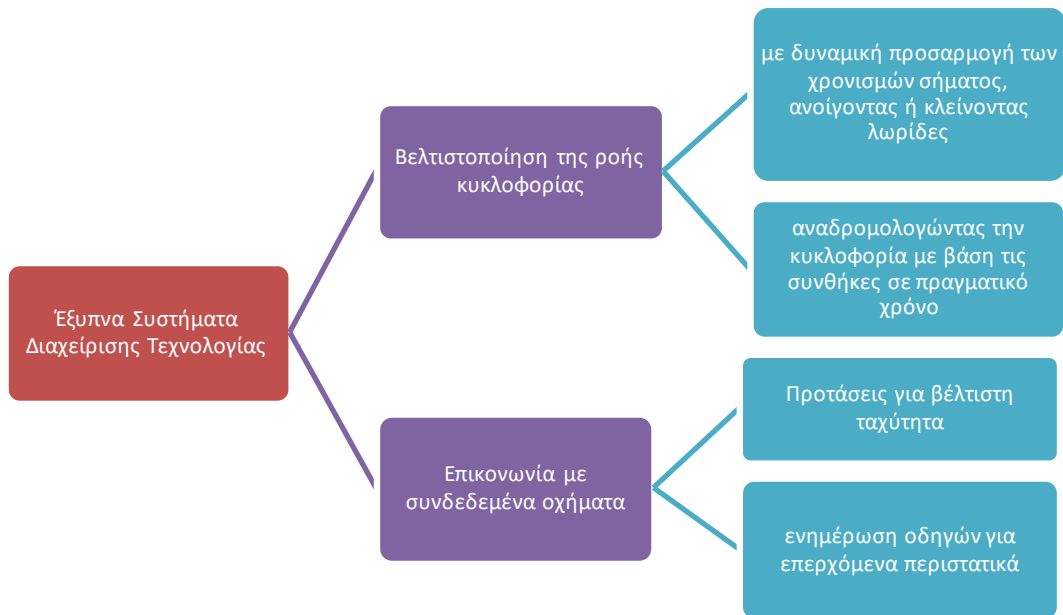


Figure 3 - Έξυπνα Συστήματα Διαχείρισης Τεχνολογίας

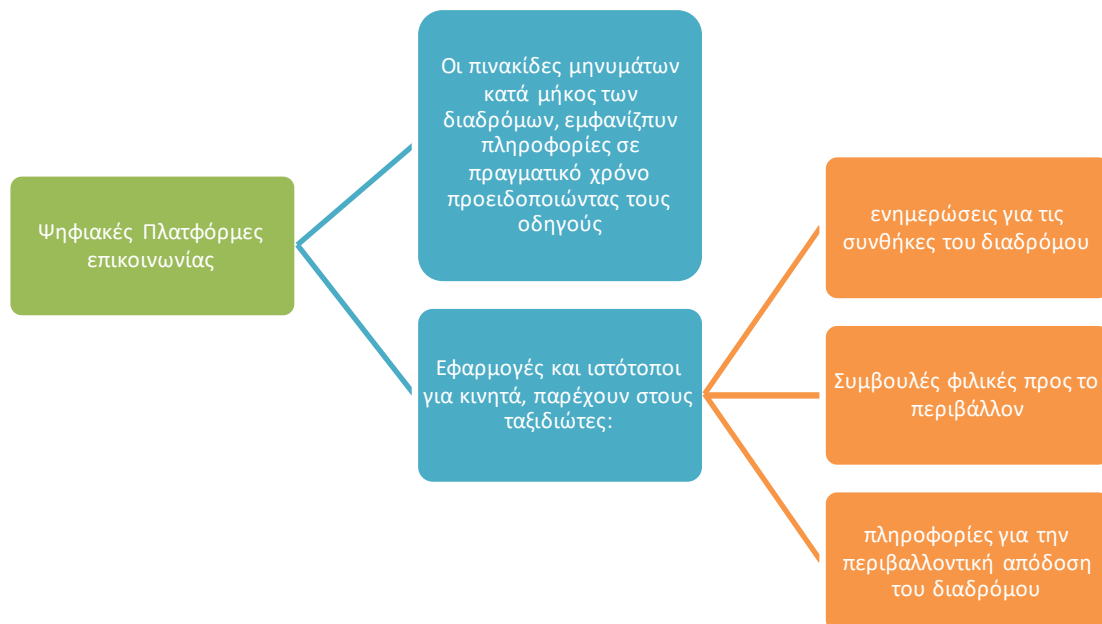


Figure 4 - Ψηφιακές Πλατφόρμες επικοινωνίας

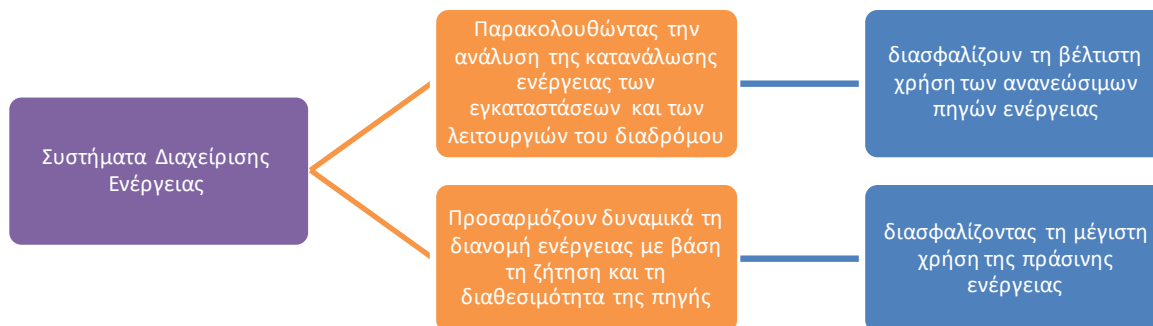


Figure 5 - Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας

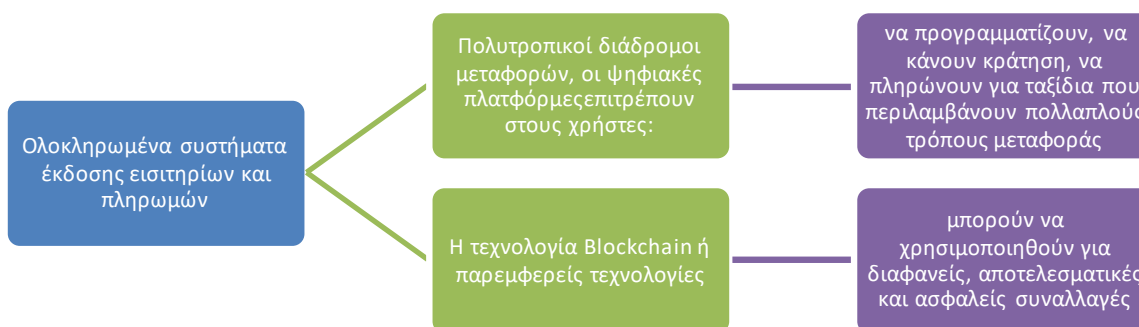


Figure 6 - Ολοκληρωμένα συστήματα έκδοσης εισιτηρίων και πληρωμών

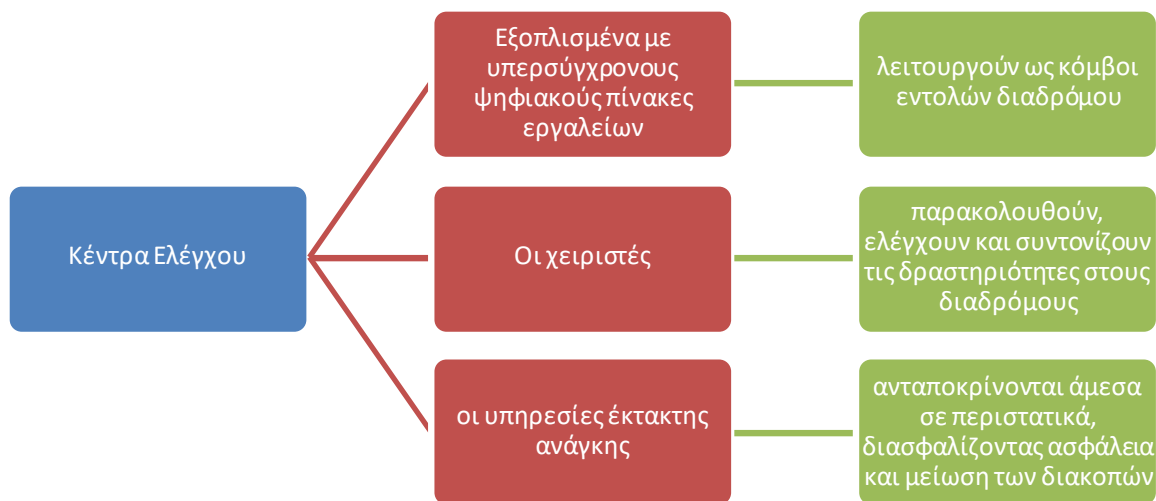


Figure 7 - Κέντρα Ελέγχου

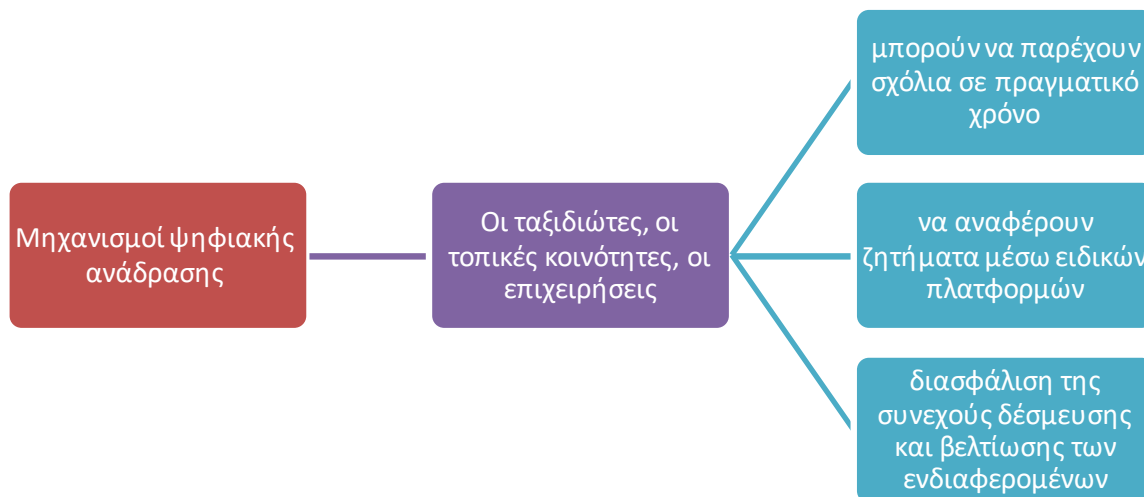


Figure 8 - Μηχανισμοί ψηφιακής ανάδρασης



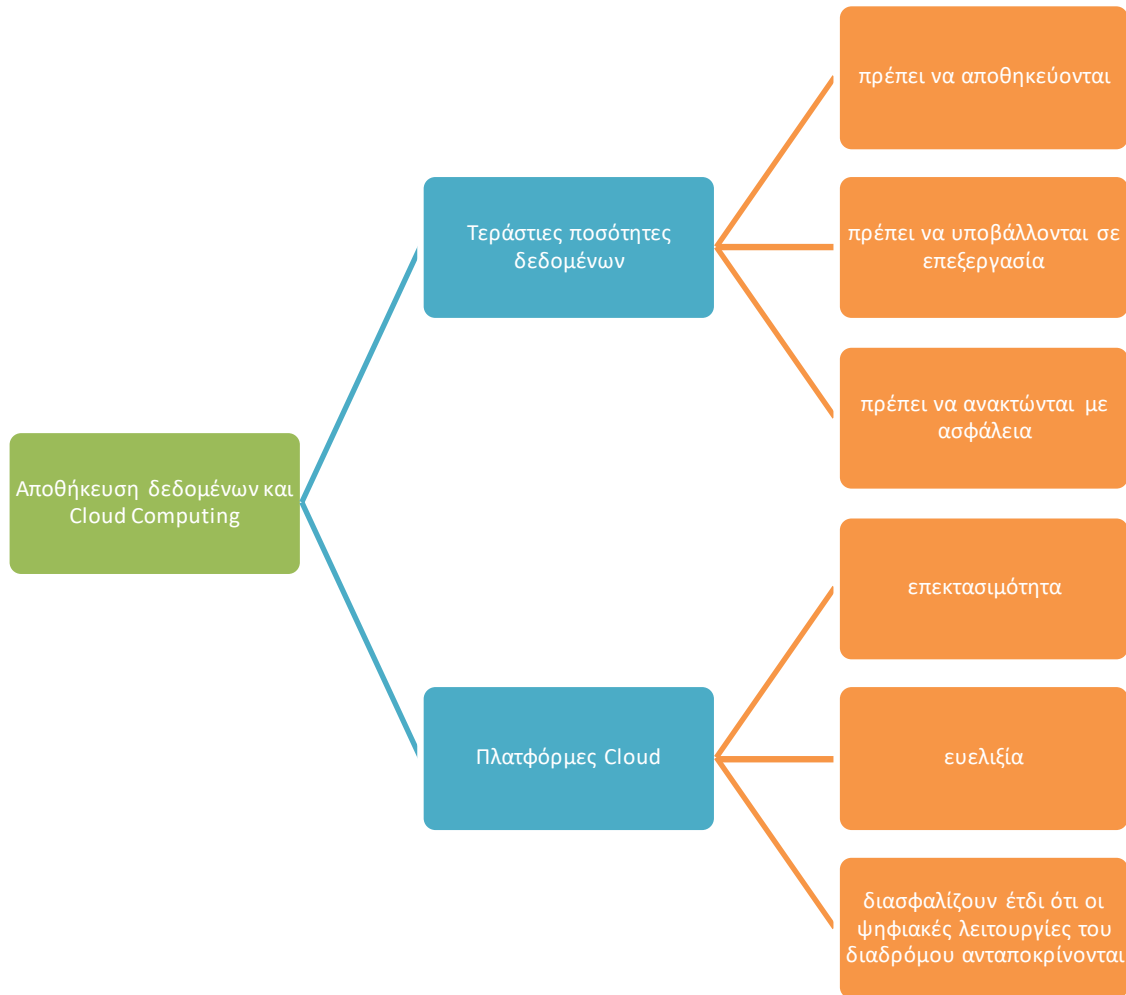


Figure 9 - Αποθήκευση δεδομένων και Cloud Computing

### 2.2.3.Συστήματα Επικοινωνίας και συνδεσιμότητα (V2V, V2I)

Τα αυτόνομα οχήματα στα ITS, μπορούν να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν πληροφορίες με άλλα οχήματα, με βενζινάδικα και καμπίνες διοδίων, χώρους στάθμευσης (Gupta, Benson, Patwa, & Sandhu, 2022, p. 1). Υπάρχουν δύο τοπολογίες δικτύων για να μπορούν να επιτευχθούν οι παραπάνω επικοινωνίες. Η επικοινωνία μεταξύ οχημάτων, V2V – Vehicle to Vehicle και η επικοινωνία μεταξύ οχήματος και υποδομών, V2I – Vehicle to Infrastructure (Santa, Gomez-Skarmeta, & Sanchez-Artigas, 2008, p. 2850).

Το V2I, απαιτεί οι υπηρεσίες του οχήματος να συνδέονται με τις υποδομές που βρίσκονται στο δρόμο και επιτρέπει στις οδικές μονάδες (RSU) να μεταδίδουν πληροφορίες. Ένα παράδειγμα που εμπίπτει σε αυτή την τεχνολογία, είναι τα αυτόματα μηχανήματα που υπάρχουν στα διόδια, για την χρέωση και την πληρωμή των τελών, που προκύπτουν, σύμφωνα με το εκάστοτε όχημα. Οι βασικές τεχνολογίες που εμπλέκονται είναι το

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

υπέρυθρο και το ασύρματο LAN δίκτυο και το DSRC<sup>14</sup>. Με αυτή την τεχνολογία, οι οδηγοί μέσω ενός κεντρικού συστήματος, είναι σε θέση να γνωρίζουν τις κυκλοφοριακές δυσκολίες που θα εμφανιστούν, όπως το ύψος μιας γέφυρας, για το αν γίνονται έργα, αν υπάρχει έντονη κυκλοφορία σε κάποιο δρόμο ή για άλλους κινδύνους.

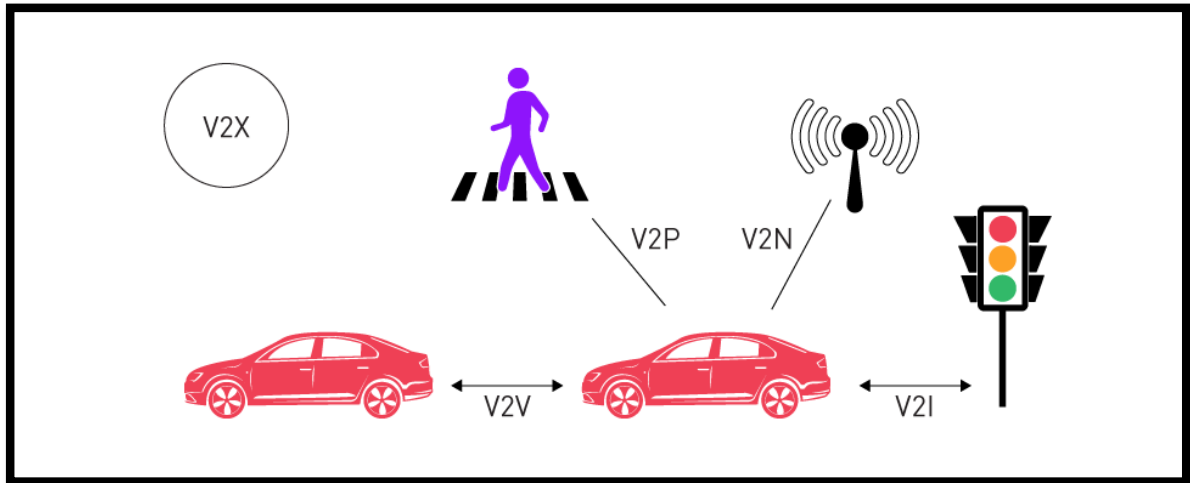
Το V2V, σχετίζεται με την αποφυγή συγκρούσεων ανάμεσα στα οχήματα και τους μηχανισμούς προειδοποίησης εν γένει. Οι βασικές τεχνολογίες που εμπλέκονται, βασίζονται σε ad hoc δίκτυα που εφαρμόζονται στο πεδίο του οχήματος – VANET (Vehicular ad hoc NETworks). Μέσω VANET, μπορούν τα οχήματα να επικοινωνήσουν για θέματα ασφάλειας και ένα επικείμενο ατύχημα, να αποφευχθεί. Να ανταλλάξουν μηνύματα σχετικά με την ταχύτητα, τη θέση τους, την κατεύθυνσή τους, την κατάσταση πέδησης και έπειτα από επεξεργασία των πληροφοριών αυτών, θα μπορούν να προειδοποιήσουν τους οδηγούς για πιθανά ατυχήματα, για υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, για κάποιον επιθετικό οδηγό, για καθυστέρηση στην κυκλοφορία, για κάποιον απροσδόκητο κίνδυνο ή κάποιο «τυφλό» σημείο στο δρόμο. Μπορούν λοιπόν να βρεθούν λύσεις σε θέματα οδικής ασφάλειας και να αντιμετωπιστούν άμεσα, σε τοπικό επίπεδο (Gupta, Benson, Patwa, & Sandhu, 2022, p. 1) (Santa, Gomez-Skarmeta, & Sanchez-Artigas, 2008, p. 2851).

Ακόμα, προβλέπεται η τεχνολογία V2P. Το V2P, δηλαδή Vehicle to Pedestrian αναμένεται να εξυπηρετεί πεζούς που αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης ή κινητικά προβλήματα, στέλνοντας προειδοποιητικά μηνύματα σε προσερχόμενα οχήματα (Gupta, Benson, Patwa, & Sandhu, 2022, p. 1).

Στις προαναφερόμενες τεχνολογίες για επικοινωνία της οικογένειας V2X, έρχεται να προστεθεί και η V2N – Vehicle to Network. Χρησιμοποιώντας το V2N, τα οχήματα μπορούν να συνδεθούν σε μεγαλύτερα δίκτυα, για λήψη ενημερώσεων για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο, την εύρεση της καλύτερης διαδρομής, τη διάγνωση των οχημάτων από απόσταση ή τη ενημέρωση του λογισμικού (Vehicle Connectivity: Telematics and V2X Communication, n.d.).

---

<sup>14</sup> Το DSRC - Dedicated Short Range Communication είναι ένα σύστημα που εξυπηρετεί επικοινωνίες μικρής ή μέτριας απόστασης και υποστηρίζει τη δημόσια ασφάλεια και τις ιδιωτικές ενέργειες από (Wikipedia, Dedicated Short Range Communication, n.d.)



Εικόνα 7 - V2V - V2I - V2P (Vehicle Connectivity: Telematics and V2X Communication, n.d.)

Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω τεχνολογιών θα προσφέρει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Η επικοινωνία θα γίνεται με τη χρήση του DSRC, με ανταλλαγή πακέτων δεδομένων, βασισμένα στο Basic Safety Messages (BSM), με οχήματα και υποδομές, από 300 έως και 500 μέτρα. Η συχνότητα αποστολής των μηνυμάτων, θα είναι έως και 10 φορές/δευτερόλεπτο, ώστε να μπορούν οι ενσωματωμένες εφαρμογές μέσω των πληροφοριών που θα δέχονται, να στέλνουν ειδοποιήσεις ή προειδοποιήσεις (Gupta, Benson, Patwa, & Sandhu, 2022, p. 1).

#### 2.2.4. Διαχείριση δεδομένων και ασφάλεια

Η ασφάλεια των δεδομένων, στην επικοινωνία ανάμεσα σε αυτόματα οχήματα, είναι ένας τομέας που έχει απασχολήσει τόσο τις εταιρείες τεχνολογίας, όσο και τις αυτοκινητοβιομηχανίες σε παγκόσμιο επίπεδο. Το γεγονός ότι τα οχήματα αυτά θα φτιάχνονται από διαφορετικούς κατασκευαστές και η επικοινωνίας τους θα γίνεται από την πλατφόρμα κάθε κατασκευαστή, σημαίνει πως χρειάζεται να δημιουργηθούν ισχυρά πρωτόκολλα ασφαλείας, κάτι που είναι δύσκολο τεχνικά. Παρ' όλα αυτά, ένας από τους παγκόσμιους προγραμματιστές, πρότεινε ως λύση, τη χρήση συστημάτων που βασίζονται στο cloud, επισημαίνοντας βέβαια, τη σημαντικότητα ανάπτυξης πρωτοκόλλων υψηλού επιπέδου, καθώς την επεκτασιμότητα της λύσης αυτής σε εκατομμύρια, ίσως, αυτοκίνητα. Επίσης δεν παρέλειψε να αναφέρει, πως οι κίνδυνοι που ελλοχεύουν στο διαδίκτυο, γύρω από πιθανές επιθέσεις και γενικότερα θέματα ασφάλειας, αφορούν και απειλούν και τα αυτόματα οχήματα, στο θέμα της επικοινωνίας (Anderson, et al., 2016, p. 94).

### 3. Νομικό και Ρυθμιστικό Πλαίσιο

Με την απόφαση της εισαγωγής αυτής της καινοτομίας στα οδικά δίκτυα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δημιουργήθηκε η ανάγκη για θέσπιση νέων νόμων και κανόνων ή και τροποποίηση των παλαιών, για την κάλυψη όλων των εμπλεκόμενων, σε περίπτωση ζημιάς ή ατυχήματος (Τσιάνου, 2020, σ. 40).

#### 3.1. Κανονισμοί και Πολιτικές στην Ευρωπαϊκή Ένωση

##### 3.1.1. Ευρωπαϊκές οδηγίες και νομοθεσία

Η «Σύμβαση της Βιέννης του 1968» είναι μια διεθνής σύμβαση που αποσκοπεί στη διευκόλυνση της διεθνούς οδικής κυκλοφορίας και στην αύξηση της οδικής ασφάλειας με τη θέσπιση τυπικών κανόνων κυκλοφορίας, μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών. Τη σύμβαση έχουν επικυρώσει μέχρι και σήμερα, 73 χώρες. Όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν υπογράψει τη Σύμβαση, αλλά δύο από αυτά, δεν την έχουν επικυρώσει, η Ισπανία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Πριν από τη Σύμβαση της Βιέννης, το 1949, είχε προηγηθεί η Σύμβαση της Γενεύης για την οδική κυκλοφορία, η οποία όμως ήταν λιγότερο αυστηρή σε σχέση με κάποιες υποχρεώσεις που έχει ο οδηγός, γεγονός που την κάνει πιο προσιτή για τα αυτόνομα οχήματα.

Σύμφωνα με τη Σύμβαση της Βιέννης, στο άρθρο 8 αναγράφεται πως *«Κάθε κινούμενο όχημα ή συνδυασμός οχημάτων, πρέπει να έχει έναν οδηγό»* και στο άρθρο 13 πως *«Κάθε οδηγός πρέπει σε κάθε περίπτωση να έχει το όχημά του υπό έλεγχο...»*. Δεν υπάρχει επομένως κάποια νόμιμη αναφορά, που να επιτρέπει την κίνηση αυτόματου οχήματος, είτε για εμπορικούς, είτε για μεταφορικούς σκοπούς. Τα παραπάνω μέχρι προσφάτως έβρισκαν σύμφωνα τους οδικούς νόμους των περισσότερων χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Όμως τον Μάρτη του 2014, υπήρξε τροποποίηση του άρθρου 8 της Συνθήκης της Βιέννης, λόγω της μεγάλης τεχνολογικής ανάπτυξης. Η τροποποίηση αναφέρει πως ο οδηγός πρέπει να είναι παρών και να μπορεί να αναλάβει το χειρισμό του τιμονιού, οποιαδήποτε στιγμή, αλλά επιτρέπει στο αυτοκίνητο να οδηγεί μόνο του, εφόσον το σύστημα «μπορεί να παρακαμφθεί ή να απενεργοποιηθεί από τον οδηγό».

Αν και η παραπάνω τροποποίηση αποτελεί σημαντική πρόοδο στον τομέα των αυτόνομων οχημάτων, τα νομικά εμπόδια παραμένουν και χρειάζεται περαιτέρω προσαρμογή.

Ο κανονισμός UNECE, υπ' αριθμόν 79 που αφορά τον εξοπλισμό διεύθυνσης, είναι ένα τέτοιο εμπόδιο. Μπορεί δηλαδή, ένα όχημα να έχει αυτοματοποιημένο σύστημα

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ διεύθυνσης, όμως μόνο για χαμηλές ταχύτητες. Για να μπορέσει ένα τέτοιο όχημα να κινηθεί σε πραγματικές συνθήκες, θα χρειαστεί εκ νέου τροποποίηση και προσαρμογή στα νέα δεδομένα.

Δεν ισχύει το ίδιο όμως στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, όπου οι νόμοι γύρω από το θέμα της αυτοματοποίησης, δεν είναι τόσο περιοριστικοί, γεγονός που κάνει την Ευρώπη λιγότερο ανταγωνιστική (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, p. 6) (Pillath, 2016, p. 6).

Στις 27 Νοεμβρίου του 2019 εγκρίνεται από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο αναθεωρημένος Κανονισμός Γενικής Ασφάλειας [Regulation \(EU\) 2019/2144](#) και αποκτά ισχύ στις 6 Ιουλίου του 2024. Σύμφωνα με αυτόν, εισάγεται μια σειρά υποχρεωτικών προηγμένων συστημάτων υποβοήθησης οδηγού, για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας. Επίσης θεσπίζεται το νομικό πλαίσιο για την έγκριση των αυτοματοποιημένων οχημάτων, αλλά και εκείνων χωρίς οδηγό (Commission, n.d.).

Στις 5 Αυγούστου του 2022 τίθεται σε ισχύ ο Κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης [Regulation \(EU\) 2022/1426](#), και επιτρέπει τη θέσπιση κανόνων που αφορούν την εφαρμογή του Κανονισμού (EU) 2019/2144, που αναφέρθηκε παραπάνω, για ενιαίες διαδικασίες και τεχνικές προδιαγραφές για έγκριση του τύπου του συστήματος αυτοματοποιημένης οδήγησης, πλήρως αυτοματοποιημένων οχημάτων. Διακρίνονται τρεις περιπτώσεις συστημάτων:

- Πλήρως αυτοματοποιημένα οχήματα για μεταφορά είτε επιβατών, είτε εμπορευμάτων μέσα σε μια προκαθορισμένη περιοχή, όπως είναι για παράδειγμα τα ρομποταξί.
- «Hub to Hub»: Πλήρως αυτοματοποιημένα οχήματα για μεταφορά είτε επιβατών, είτε εμπορευμάτων σε μια προκαθορισμένη διαδρομή.
- «Valet parking»: Πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία για παρκάρισμα σε προκαθορισμένες εγκαταστάσεις.

Ενώ, τον Ιούνιο του 2022 εγκρίνεται ο Κανονισμός [Regulation \(EU\) 2022/2236](#), που αφορά τις απαιτήσεις των οχημάτων από τεχνικής απόψεως. Ο συγκεκριμένος κανονισμός αποτελεί σημαντικό βήμα για την έγκριση πλήρως αυτοματοποιημένων οχημάτων, σε περιορισμένες σειρές είτε διαθέτουν, είτε όχι κάθισμα για οδηγό. Εισάγεται έτσι για πρώτη φορά, η σημασία που έχουν οι προσαρμοσμένες τεχνικές απαιτήσεις για συστήματα που έχουν να κάνουν με την παθητική και τη γενική ασφάλεια, αλλά και την εκπομπή ρύπων.

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Στο ενδιάμεσο στις 7 Ιουλίου του 2010 υπήρξε η Οδηγία [Directive 2010/40/EU](#), από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο, σχετικά με το πλαίσιο για την ανάπτυξη των Έξυπνων Συστημάτων Μεταφοράς, στον τομέα των οδικών μεταφορών και των διεπαφών με άλλα μέσα μεταφοράς, αλλά και μια απόφαση ([2017/2380 Decision amending Directive 2010/40/EU](#)) για τροποποίησή της (EU-Level, 2023).

### 3.1.2. Τοπικές και εθνικές πολιτικές

Τα αυτόματα οχήματα έχουν τραβήξει σε σημαντικό βαθμό το πολιτικό ενδιαφέρον. Μια σύντομη επανεξέταση και παρουσίαση της ευρωπαϊκής πολιτικής, μας φανερώνει πως οι κυβερνήσεις έχουν ήδη ενεργό ρόλο στην υποστήριξη για την τεχνολογική ανάπτυξη των αυτόματων οχημάτων, βασισμένες σε πιθανά κοινωνικά οφέλη. Κάποιες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έρχονται σε τοπικό ή εθνικό επίπεδο να στηρίζουν τις δοκιμές κυκλοφορίας αυτοματοποιημένων οχημάτων σε δημόσιους δρόμους.

Η βρετανική κυβέρνηση, έχει ανακοινώσει πως στόχος της είναι να διασφαλίσει ότι το Ηνωμένο Βασίλειο, θα είναι το πρώτο που θα δοκιμάσει την κυκλοφορία οχημάτων, άνευ οδηγού. Με τη δημιουργία Κέντρου για Συνδεδεμένα και Αυτόνομα Οχήματα, έρχεται να επιδείξει την υποστήριξή της απέναντι στην έρευνα και την ανάπτυξη, χρηματοδοτώντας έργα που αφορούν οχήματα χωρίς την ύπαρξη οδηγού σε τέσσερις πόλεις της. Έχει ακόμα, δημοσιοποιήσει κώδικες πρακτικής για τις δοκιμές των αυτόματων οχημάτων στο δρόμο, αλλά και για την απαιτούμενη ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. Επίσης, έχει εισαγάγει στο Κοινοβούλιο νέα νομοθεσία, που αφορά στην ευθύνη που θα φέρουν οι ασφαλιστικές εταιρείες σε περίπτωση ατυχήματος, στο οποίο θα εμπλέκεται ένα αυτόματο όχημα.

Η υποστηρικτική στάση της κυβέρνησης φαίνεται να στηρίζεται στις εκτιμήσεις της βιομηχανικής στρατηγικής, αφού δεν είναι ξεκάθαρη η εικόνα των επιπτώσεων που όλο αυτό το εγχείρημα, μπορεί να έχει στον τομέα των μεταφορών (Metz, 2018, p. 7).

Τον Ιούνιο του 2014, η κυβέρνηση της Ολλανδίας ανακοινώνει πως θα εγκρίνει νέα νομοθεσία, που θα επιτρέπει να γίνονται δοκιμές μεγάλης κλίμακας, στους δημόσιους δρόμους της χώρας, αναμένοντας να περάσει στις αρχές του 2015 (Automated Driving Roadmap, 2015, p. 22).

### 3.2. Ηθικά και Νομικά Ζητήματα

Η πλειοψηφία των ατυχημάτων οφείλεται στον ανθρώπινο παράγοντα. Με τη χρήση λοιπόν των αυτόνομων οχημάτων, προβλέπεται η μείωση τους, όχι όμως η εξάλειψή τους. Οι περιπτώσεις των ατυχημάτων ποικίλουν, επομένως λόγω αυτής της ποικιλομορφίας και της πολυπλοκότητας, αυξάνονται και οι τεχνολογικές απαιτήσεις. Ένα αυτόνομο όχημα θα πρέπει να είναι σε θέση να επιλέξει τη λιγότερο επικίνδυνη διαδρομή, για την αποφυγή κάποιου ατυχήματος. Τι γίνεται όμως, από ηθικής απόψεως; Μπορεί ένα αυτόνομο όχημα να «διακρίνει» ποιος θα ζήσει και ποιος όχι; Όταν εμπλέκεται ένα παιδί απέναντι σε έναν ηλικιωμένο; Μια οικογένεια απέναντι σε έναν μόνο επιβάτη; Μπορεί να θυσιάσει τον ένα επιβάτη του, με σκοπό να αποφευχθεί ένα πολύνεκρο τροχαίο; Ζήτημα ηθικής, αποτελεί και το απόρρητο των δεδομένων. Πόσο ασφαλή είναι τα προσωπικά δεδομένα, όταν αυτά συνδέονται με τις υποδομές ολόκληρου του κυκλοφοριακού δικτύου (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, p. 8).

#### 3.2.1. Προσωπικά δεδομένα και ιδιωτικότητα

Η προστασία των προσωπικών δεδομένων και της ιδιωτικότητας, αποτελούν γενικά, πολύ σοβαρά ζητήματα για όσους ενασχολούνται με το διαδίκτυο. Το ίδιο σοβαρά αναμένονται να είναι και για όσους θα έχουν στην κατοχή τους και θα οδηγούν αυτόματα οχήματα. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η επικοινωνία ανάμεσα στα οχήματα ή τα οχήματα και τις υποδομές, βασίζεται στην ύπαρξη δικτύου. Έτσι λοιπόν, το σημαντικότερο ερώτημα που προκύπτει, είναι που πάνε όλες αυτές οι πληροφορίες και ποιος έχει όφελος, παίρνοντάς τες στην κατοχή του;

Πολλοί από τους εμπλεκόμενους έχουν συμφέροντα. Από τους ασφαλιστές, που το ενδιαφέρον τους μπορεί να στραφεί σε συγκεκριμένες συνήθειες που έχουν κάποιοι οδηγοί ως προς την οδηγητική τους συμπεριφορά, έως τους απλούς πωλητές που θα μπορούν να χρησιμοποιούν τις πληροφορίες αυτές, με σκοπό την προσέλκυση των οδηγών στις επιχειρήσεις τους, προς όφελός τους. Επίσης, τα όργανα επιβολής του νόμου, θα είχαν σημαντικό όφελος από αυτές τις πληροφορίες. Όμως, μέχρι ποιο σημείο, είναι νόμιμα όλα αυτά; Γνωρίζουν οι ιδιοκτήτες των οχημάτων, ποιος διαχειρίζεται τα προσωπικά τους δεδομένα;

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Έπειτα από έρευνα που διενεργήθηκε η απάντηση είναι, πως δεν γνωρίζουν, ποιος συγκεντρώνει όλα τα δεδομένα που προκύπτουν, έπειτα από μία μετακίνηση με αυτόματο όχημα.

Οι κατασκευαστές των βιομηχανιών που κατασκευάζουν αυτόματα οχήματα, προσπαθούν να προστατέψουν τα προσωπικά στοιχεία των οδηγών, κάνοντάς τα ανώνυμα. Έτσι, κατά τη συγκέντρωση των στοιχείων, δεν θα αναγνωρίζονται τα στοιχεία του εκάστοτε οδηγού. Σύμφωνα με την παραπάνω έρευνα, σημαντική ήταν και η παρατήρηση, πως αν δεν διευθετηθούν τα θέματα ασφάλειας και απορρήτου, πέρα από τους εκτεθειμένους ιδιοκτήτες, θα βρεθούνε υπόλογοι απέναντι στη δικαιοσύνη και οι ίδιοι οι κατασκευαστές, αποτυγχάνοντας να διασφαλίσουν τους πελάτες τους.

Άλλες σημαντικές παρατηρήσεις που έγιναν ήταν, το για πόσο καιρό θα είναι διαθέσιμα τα δεδομένα αυτά, για ποιον θα συλλέγονται και γιατί, σε ποιον θα ανήκουν, αν και σε ποιον θα κοινοποιούνται, αν θα καταστρέφονται μετά το πέρας κάποιου χρονικού διαστήματος και για πόσο καιρό θα παραμένουν αποθηκευμένα, ή αν ο ιδιοκτήτης θα έχει πρόσβαση σε αυτά. Εκτός από τον οδηγό, όλα τα προαναφερθέντα επηρεάζουν τους πεζούς και τους ποδηλατιστές, που θα καταγράφονται από τις κάμερες που θα βρίσκονται εγκατεστημένες είτε στα ίδια τα αυτόματα οχήματα, είτε θα είναι μέρος των υποδομών της κυκλοφορίας.

Όλα αυτά είναι ζητήματα μείζονος σημασίας, που προς το παρόν δεν έχουν λύση και απαιτούν περαιτέρω μελέτη (Anderson, et al., 2016, pp. 94-95) (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, p. 8).

### 3.2.2. Ευθύνη και ασφάλεια

Η ευελιξία που παρέχει στον άνθρωπο, από ένα επίπεδο αυτοματοποίησης και πάνω, σύμφωνα με τον Πίνακα 1 στην παράγραφο 2.1.1, η οδήγηση ενός αυτόματου αυτοκινήτου, κρύβει και κάποιους κινδύνους, που σχετίζονται με την ασφάλεια και κατ' επέκταση με τις ευθύνες που θα πρέπει να αποδοθούν σε περίπτωση ατυχήματος. Οι ασφαλιστικές εταιρείες, όσο και οι οδηγοί πρέπει να έχουν μια ξεκάθαρη εικόνα, ως προς το ποιος θα φέρει την υπαιτιότητα, σε περίπτωση ατυχήματος. Υπάρχουν ομάδες χρηστών, όπως οι Ολλανδοί ποδηλάτες, που όπως και άλλες ευάλωτες ομάδες, πρέπει να καλυφθούν εκ νέου, με τροποποίηση των υπαρχόντων κανονισμών.

Πολλοί είναι οι αποδέκτες των ευθυνών αυτών. Ο οδηγός, ο ιδιοκτήτης του οχήματος, η κατασκευαστική εταιρεία και ο πωλητής του οχήματος, είναι τα πρόσωπα που εμπλέκονται.



Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Πρωτίστως, πρέπει να αποκατασταθεί και να δικαιωθεί το θύμα, ανεξάρτητα από το ποιον βαραίνει η ευθύνη και δευτερευόντως να γίνει σαφές, ποιος φέρει την ενοχή.

Η ιδέα της αυτοματοποιημένης οδήγησης, δεν βρήκε αποδοχή από όλους τους ανθρώπους. Κάποιοι το είδαν με ενθουσιασμό, κάποιοι με δυσπιστία και κάποιοι διχάστηκαν. Όμως όλοι, επιθυμούν να είναι κατοχυρωμένοι, απέναντι στα ζητήματα της ευθύνης και της ασφάλειας.

Καθώς η μετάβαση θα γίνει σταδιακά, είναι απαραίτητο να υπάρξει επικοινωνία ανάμεσα σε αυτόματα και μη αυτόματα οχήματα. Η επικοινωνία ανάμεσα σε όλους όσους χρησιμοποιούν το οδικό δίκτυο, καθίσταται αναγκαία, ώστε να μπορούν να παραμείνουν ασφαλείς. Η παρακολούθηση του περιβάλλοντος, η αντίληψη και η υποβοήθηση του οδηγού, μέσα από έξυπνα συστήματα, είναι κάποια από τα ζητήματα ασφαλείας που απαιτούν ανάπτυξη. Οι αλλαγές που χρειάζονται να γίνουν, μέχρι το σημείο της πλήρους αυτοματοποίησης, απαιτούν σκέψη και χρόνο και πρέπει να μελετηθούν διεξοδικά. (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, pp. 6-7).

Έργο λοιπόν, της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποτελεί η ασφάλεια των οχημάτων. Για να γίνει αυτό, πρέπει να διασφαλιστεί πρωτίστως η ασφάλεια των επιβατών (συστήματα συγκράτησης των παιδιών), των πεζών και των ποδηλατιστών. Ακόμα να συμπεριληφθούν κανόνες, για τα αυτοματοποιημένα οχήματα ως προς την ασφάλεια και την κυβερνοασφάλεια και τα eCalls<sup>15</sup>. Το συγκεκριμένο έργο αφορά επιβατικά, φορτηγά, λεωφορεία και πούλμαν (Commission, n.d.).

## 4. Κοινωνικές και Οικονομικές Επιπτώσεις

### 4.1. Οφέλη για την Κοινωνία

#### 4.1.1.Κυκλοφοριακή συμφόρηση

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι ένα από τα μεγαλύτερα και πιο δυσάρεστα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην καθημερινότητά τους οι κάτοικοι των μεγάλων πόλεων. Σε αυτό συνηγορεί το ότι μεγάλο μέρος το πληθυσμού, έχει στην κατοχή του, κάποιο/-α όχημα/-τα. Χρόνο με το χρόνο, τα οχήματα αυξάνονται όλο και με μεγαλύτερη συχνότητα. Οι κατασκευαστές έχουν προσανατολιστεί για την άμβλυνση του προβλήματος αυτού

---

<sup>15</sup> Το eCall είναι ένα αυτόματο σύστημα κλήσης έκτακτης ανάγκης για μηχανοκίνητα οχήματα. Μειώνει τον χρόνο που χρειάζεται για να φτάσουν οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Από τις 31 Μαρτίου 2018 και μετά, οι αυτοκινητοβιομηχανίες πρέπει να εγκαταστήσουν την τεχνολογία σε όλα τα νέα μοντέλα αυτοκινήτων και βαν (Commission, n.d.).

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ μελλοντικά, στην κατασκευή αυτόνομων οχημάτων. Στόχος τους είναι να μειωθεί το πλήθος των ατυχημάτων, η σοβαρότητάς τους και να υιοθετηθεί η λογική της χρήσης των κοινόχρηστων οχημάτων. Η χρήση κοινόχρηστων οχημάτων χωρίζεται σε δύο περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση, η κοινή χρήση γίνεται από τα μέλη μιας οικογένειας, από φίλους ή από συναδέλφους, που είναι και η πιο διαδεδομένη. Στη δεύτερη περίπτωση η κοινή χρήση γίνεται από άγνωστα μεταξύ του άτομα, που χρησιμοποιούν κάποιο κοινόχρηστο είτε επιβατηγό, είτε ταξί, που έχουν βρει μέσω μιας εφαρμογής. Και στις δύο περιπτώσεις, θα μπορούσε να υπάρξει μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, αφού περισσότερα άτομα με κοινό προορισμό στο ίδιο όχημα, σημαίνει αυτομάτως, λιγότερα οχήματα. Αυτό όμως θα μπορούσε να αυξήσει τον αριθμό των ταξιδιών, καθώς τα αυτόματα οχήματα λόγω καλύτερης διαχείρισης του χρόνου, λόγω μειωμένου κόστους αφού θα γινόταν διαμοιρασμός ανάμεσα στους επιβάτες, θα γίνονταν πιο δελεαστικά και πιο συχνά. Άρα, θα υπήρχε αύξηση των οχημάτων. Άρα, μία τέτοια καινοτομία, θα μπορούσε να φέρει και τα αντίθετα αποτελέσματα από τα θεμιτά. Μπορεί το όλο σκεπτικό να είναι προς όφελος των πολιτών, όμως είναι καλό να λαμβάνεται πάντα και η παράμετρος πως οι άνθρωποι τείνουν πολλές φορές να φτάνουν στην υπερβολή, όπως έγινε με τα κινητά τηλέφωνα ή με τη χρήση του διαδικτύου. Από την ευκολία, έφτασαν στην εξάρτηση, με ότι είχε αυτή ως επακόλουθο. Στη συνέχεια παρατίθενται συγκεντρωμένα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση των αυτόνομων οχημάτων, ως προς την κυκλοφοριακή συμφόρηση, καθώς όπως ειπώθηκε, είναι πολλά τα οφέλη, αλλά θα υπάρξουν και κάποιες επιπτώσεις (SZELE & KISGYÖRGY, 2019, pp. 725-726) (Metz, 2018, pp. 2,5).

- ✓ Η χρήση των αυτόνομων οχημάτων θα ωφελήσει κάθε άνθρωπο ως προς την προσωπική μεταφορά του, ανεξάρτητα από την φυσική του κατάσταση, την ηλικία του, αν έχει στην κατοχή του δίπλωμα οδήγησης.
- ✓ Θα παρατηρηθεί αύξηση του αριθμού των ταξιδιών
- ✓ Οι πολίτες λόγω της ευκολίας που προσφέρουν τα αυτόνομα οχήματα, θα μειώσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- ✓ Λόγω των τεχνολογιών V2V και V2I, που θα προσφέρει τις βέλτιστες διαδρομές όσον αφορά το χρόνο μεταφοράς, θα μειωθεί σημαντικά, τόσο η κυκλοφοριακή συμφόρηση όσο και το κόστος.
- ✓ Θα αυξηθούν τα μακρινά ταξίδια, λόγω της μείωσης και καλύτερης διαχείρισης του χρόνου μεταφοράς.

- ✓ Το περπάτημα και η ποδηλασία, δεν θα αποτελούν την πρώτη επιλογή του πληθυσμού.
- ✓ Δεν θα υπάρχει ανάγκη για αναζήτηση θέσης στάθμευσης, αφού τα αυτόνομα οχήματα θα αφήνουν τους επιβάτες στο ακριβές σημείο του προορισμού τους.
- ✓ Η αναλογία των κενών δρομολογίων των αυτόνομων οχημάτων θα είναι σημαντική. Θα αφήνουν τον επιβάτη στον προορισμό του, αλλά αυτό σημαίνει πως μετά θα κινούνται άδεια, καθώς θα πρέπει να επιστρέψουν μέχρι τη στιγμή που θα πάνε να παραλάβουν πάλι τον ιδιοκτήτη τους, ή για να παραλάβουν κάποιο άλλο μέλος της οικογένειας. Άρα, αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης.
- ✓ Δεν ισχύει το ίδιο στην περίπτωση του ρομπο-ταξί, που δεν θα κινείται άσκοπα στους δρόμους, όταν δεν θα έχει πληρωμένη διαδρομή, όπως συμβαίνει με τα συμβατικά ταξί.
- ✓ Αν μεγάλο μέρος του πληθυσμού, αντικαθιστούσε τη χρήση του προσωπικού συμβατικού αυτοκινήτου με ρομπο-ταξί, θα χρειαζόταν πολύ λιγότερος χώρος στάθμευσης και θα υπήρχε πολύ λιγότερη συμφόρηση γύρω από το χώρο εργασίας ψάχνοντας για μια θέση. Επίσης, δεν θα υπήρχε ανάγκη για διπλοπαρκαρισμένα αυτοκίνητα ή για εύρεση μιας θέσης στάθμευσης επάνω στο πεζοδρόμιο.
- ✓ Θα υπάρξει η πιθανότητα τα αυτόνομα οχήματα να αποτελέσουν τάση και να επαναφέρουν και πάλι τα αυτοκίνητα στο προσκήνιο, ακόμα και για εκείνους, που δεν το είχαν κάνει μέχρι τώρα.
- ✓ Οι επιβάτες- πρώην οδηγοί, θα μπορούνε κατά τη διάρκεια της διαδρομής, να επικεντρώνονται σε άλλα θέματα όπως της εργασίας τους, αφού δεν θα είναι υποχρεωμένοι να έχουν την προσοχή τους στραμμένη στο δρόμο. (SZELE & KISGYÖRGY, 2019, pp. 726-727) (Metz, 2018, pp. 4,6).

#### 4.1.2.Βελτίωση της ασφάλειας

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε πως 26.000 άνθρωποι πέθαναν και 1,4 εκατομμύρια τραυματίστηκαν σε περίπου 1 εκατομμύριο ατυχήματα το 2015 (Navarro, Fernández, Borraz, & Alonso, 2016, p. 2).

Τα στατιστικά στοιχεία, σύμφωνα με την Αστυνομία της Σλοβακικής Δημοκρατίας, αναφέρουν πως τα ατυχήματα στη Σλοβακία είναι κατά έτος περίπου 14.000, με τα 7.000 να περιλαμβάνουν και τραυματισμούς, ενώ τα 300 από αυτά είναι θανατηφόρα. Οι ειδικοί

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

πιστεύουν πως η χρήση αυτόνομων οχημάτων, μπορεί να μειώσει τα θανατηφόρα, κατά 90%, δηλαδή 270 άτομα να σώζονται κάθε χρόνο (Ilkoná & Ilka, 2017, p. 428). Παρόμοια είναι η κατάσταση και σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά και άλλες χρονιές.

Σύμφωνα με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΕ) 2019/2144 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27<sup>ης</sup> Νοεμβρίου του 2019, σχετικά με τις απαιτήσεις έγκρισης τύπου για μηχανοκίνητα οχήματα και συστήματα, εξαρτήματα, αλλά και τεχνικές μονάδες που προορίζονται για αυτά και που κάλυπταν από πλευράς γενικής ασφάλειας τα οχήματα, τα κινούμενα άτομα στους δρόμους και τους επιβάτες, καθορίστηκε ένας οδικός χάρτης με ισχύ από τον Ιούλιο του 2022, με χαρακτηριστικά ασφάλειας για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις. Επιπροσθέτως εισήχθησαν και θα συνεχίσουν να εισάγονται νέα συστήματα ασφαλείας, ώστε να καλύπτονται και οι νέες τεχνολογίες από κατάλληλους κανονισμούς (EU-Level, 2023).

Οι κατασκευαστές από την πλευρά τους – παρότι δεν υπάρχει κάποια επίσημη διαδικασία έγκρισης- θα ήταν καλό να στέλνουν μία δήλωση ως «Αξιολόγηση Ασφάλειας» των αυτόματων οχημάτων του, σχετική με τον ασφαλή σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη δοκιμή τους. Τα σημεία της δήλωσης αυτής είναι (Ilkoná & Ilka, 2017, p. 432):

- Ο Τομέας του Λειτουργικού Σχεδιασμού: Πως και που υποτίθεται ότι λειτουργεί το υψηλού επιπέδου αυτοματοποιημένο όχημα.
- Ανίχνευση και απόκριση αντικειμένων και συμβάντων: Αν υπάρχει λειτουργία αντίληψης και απόκρισης του Αυτόματου οχήματος.
- Επιστροφή (Συνθήκη Ελάχιστου Κινδύνου): Ποια είναι η απόκριση και η στιβαρότητα του οχήματος σε περίπτωση βλάβης του οχήματος.
- Μέθοδοι επικύρωσης: Αν έχει γίνει η δοκιμή, η επικύρωση και η επαλήθευση ενός τέτοιου συστήματος.
- Εγγραφή και Πιστοποίηση: Αν έχει γίνει η εγγραφή και η πιστοποίηση του οχήματος σε κάποια υπηρεσία που αφορά στην ασφάλεια της Οδικής Κυκλοφορίας.
- Καταγραφή και κοινή χρήση δεδομένων: Αν η καταγραφή των δεδομένων του αυτόνομου οχήματος γίνεται για κοινή χρήση πληροφοριών, για δημιουργία γνώσης και με σκοπό την ανακατασκευή ατυχημάτων.
- Συμπεριφορά μετά τη σύγκρουση: Ποια είναι η διαδικασία, σύμφωνα με την οποία πρέπει να λειτουργεί ένα αυτόματο όχημα, μετά από σύγκρουση και πως μπορεί να γίνει αποκατάσταση των λειτουργιών αυτοματισμού.

- Απόρρητο: Αν έχουν ελεγχθεί και τακτοποιηθεί τα θέματα απορρήτου και προστασίας των χρηστών.
- Ασφάλεια συστήματος: Ποιες είναι οι τεχνικές πρακτικές ασφάλειας, που υποστηρίζουν τη λογική ασφάλειας του συστήματος.
- Κυβερνοασφάλεια του οχήματος: Ποιοι είναι οι τρόποι προσέγγισης για την προστασία από hackers οχημάτων.
- Διεπαφή ανθρώπινης μηχανής: Πώς γίνεται η μετάδοση των πληροφοριών στον οδηγό, στον επιβάτη και σε όσους άλλους χρησιμοποιούν το οδικό δίκτυο.
- Ικανότητα πρόσκρουσης: Αν και πως προστατεύονται οι επιβάτες σε περίπτωση σύγκρουσης.
- Εκπαίδευση και κατάρτιση των χρηστών: Τι εκπαιδευτικές απαιτήσεις υπάρχουν για να χρησιμοποιήσει κάποιος ένα αυτόματο όχημα.
- Ηθικά ζητήματα: Πώς τα αυτόματα οχήματα είναι έτσι προγραμματισμένα, ώστε να μπορούν να πάρουν μια απόφαση στο δρόμο, σε περίπτωση που έρθουν αντιμέτωπα με ένα συγκρουσιακό δίλημμα.
- Ομοσπονδιακή, Πολιτειακή και Τοπική Νομοθεσία: Ποια είναι η νομοθεσία σε κάθε επίπεδο που καλύπτει την κυκλοφορία ενός αυτόματου οχήματος.

#### 4.1.3. Πρόσβαση και κινητικότητα για όλους

Όπως αναφέρθηκε και προκύπτει από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω στην παράγραφο για την κυκλοφοριακή συμφόρηση, η χρήση των αυτόνομων οχημάτων θα μπορεί να γίνεται από οποιαδήποτε άτομα. Από άτομα που δεν έχουν τη δυνατότητα να επωμιστούν το κόστος ενός αυτοκινήτου, που δεν διαθέτουν, αυτοκίνητο, που δεν έχουν δίπλωμα οδήγησης, μέχρι άτομα μεγάλης ηλικίας ή μειωμένων κινητικών δυνατοτήτων (Ilkoná & Ilka, 2017, p. 428). Ειδικά τα άτομα των δύο τελευταίων κατηγοριών, θα δεχτούν τις θετικές επιδράσεις, αυτής της καινοτομίας, σε όλα τα επίπεδα. Θα μπορούν να μετακινούνται στο χώρο εργασίας τους, να ταξιδεύουν χωρίς περιορισμούς. Είτε έχοντας στην κατοχή τους ένα τέτοιο όχημα, είτε με την υπηρεσία από πόρτα σε πόρτα γνωστή και ως Dial-a-Ride, καλώντας μέσω της εφαρμογής ένα ρομπο-ταξί.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα για αυτή την κατηγορία του πληθυσμού, είναι πως λόγω μικρότερης ανάγκης για χώρο θέσεων στάθμευσης, θα υπάρχει περισσότερος χώρος για μετακίνηση. Η εξάλειψη των διπλοπαρκαρισμένων οχημάτων, της στάθμευσης επάνω σε πεζοδρόμια και σε ράμπες αναπήρων, εξασφαλίζει καλύτερη ποιότητα ζωής για μεγάλη μερίδα πολιτών που έχει ταλαιπωρηθεί στο παρελθόν.

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Επίσης, τους δίνεται η δυνατότητα να εργαστούν, ώστε η τηλεργασία να μην είναι η μόνη τους επιλογή. Να μπορούν να μετακινηθούν στο χώρο εργασίας τους με ασφάλεια.

Όλα αυτά βέβαια θα αποτελέσουν λύσεις, όταν οι πόλεις γίνουν φιλικές για τα άτομα με κινητικά προβλήματα και σε άλλο επίπεδο (Metz, 2018, p. 5).

## 4.2. Οικονομικές Επιπτώσεις

### 4.2.1. Κόστος και επενδύσεις

Η σχέση κόστους ποιότητας, είναι το κλειδί για την επιτυχία και την παραμονή των αυτοματοποιημένων οχημάτων στην κορυφή της διεθνούς αγοράς, αλλά και βασικός στόχος των Ευρωπαϊκών OEM<sup>16</sup>. Όσο σημαντικό είναι το κόστος για τον πελάτη/αγοραστή, τόσο σημαντικό είναι και για τον κατασκευαστή. Αυτό αποτελεί μεγάλη πρόκληση, καθώς οι κατασκευαστές θέλουν να παρέχουν στην αγορά ένα προϊόν με υψηλές τεχνικές προδιαγραφές, άκρως ανταγωνιστικό, οικονομικά προσιτό και μοναδικό στο είδος του. Τις ίδιες απαιτήσεις, έχει και ο πελάτης από τον κατασκευαστή. Αυτή η οικονομική ανταγωνιστικότητα μπορεί να επιτευχθεί, με USP<sup>17</sup>, προσφέροντας προϊόντα μοναδικά και πρωτότυπα, υψηλής ποιότητας.

Το Smart EV-VC, ένα έργο που έλαβε τη χρηματική υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υποστηρίζει πώς όσο ανώτερο είναι το επίπεδο αυτοματισμού, στην κατασκευή των οχημάτων, τόσο πιο πιθανό να είναι USP (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, p. 7).

Η αναγκαιότητα να τροποποιηθούν οι υπάρχουσες υποδομές για να μπορέσουν να ενσωματώσουν τα νέα οχήματα, αλλά και τα κόστη από τις νέες τεχνολογίες, αποτελούν δύο σημαντικούς παράγοντες αύξησης του κόστους. Κατά κάποιο τρόπο τα αυξημένα κόστη, φαίνεται να προκύπτουν σε κάποιο βαθμό, από τα ίδια τα οφέλη της αυτοματοποιημένης οδήγησης. (Navarro, Fernández, Borraz, & Alonso, 2016, p. 2) (Anderson, et al., 2016, p. xvii).

---

<sup>16</sup> OEM: Παραγωγός Πρωτότυπου εξοπλισμού, μπορεί να είναι μια επιχείρηση που αγοράζει τα βασικά μέρη π.χ. ενός υπολογιστή και συνθέτει τον υπολογιστή, τον οποίο πουλάει μαζί με άλλες υπηρεσίες ή κατασκευάζει η ίδια τα βασικά μέρη και συνθέτει και τον υπολογιστή (Wikipedia, Παραγωγός πρωτότυπου εξοπλισμού, n.d.)

<sup>17</sup> USP: Μοναδική πρόταση πώλησης ή μοναδικό σημείο πώλησης, στρατηγική μάρκετινγκ με σκοπό την ενημέρωση των πελατών σχετικά με το αν ένα προϊόν είναι ανώτερο από κάποιου ανταγωνιστή (Wikipedia, Unique selling proposition, n.d.)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Για παράδειγμα, ενώ με τη χρήση της αυτοματοποιημένης οδήγησης, πιθανολογείται μείωση του κόστους συμμόρφωσης και του ιδιωτικού κόστους οδήγησης (λόγω της κοινής χρήσης των οχημάτων ή της μη κατοχής οχήματος, όπως αναφέρθηκε εκτενώς σε προηγούμενη παράγραφο), αλλά αύξηση στο κόστος των καυσίμων. Λόγω λοιπόν των πιθανών μειώσεων, αλλά της αύξησης στην κινητικότητα, καθώς αυξάνεται αριθμητικά ο αριθμός του πληθυσμού που θα χρησιμοποιεί κάποιο όχημα, αφού συμπεριλαμβάνονται πια και οι ευπαθείς ως προς την κινητικότητα ομάδες, ενδέχεται να υπάρξει εκ νέου αύξηση της συμμόρφωσης και της κατανάλωσης των καυσίμων.

Ακόμα ένα παράδειγμα είναι, πως το κόστος για την αγορά, τόσο για τους στρατιωτικούς, όσο και για τους απλούς πολίτες, των πιο πολλών αυτόνομων οχημάτων, ανέρχεται στα 100.000\$, καθώς μόνο το LIDAR που είναι εγκατεστημένο στην οροφή του οχήματος, κοστίζει περίπου 75.000\$. Ένα κόστος τεράστιο για τους περισσότερους πολίτες του Ηνωμένου Βασιλείου. Στηριζόμενοι στο νόμο του Moore<sup>18</sup> και στη μαζική παραγωγή, υπάρχουν πιθανότητες να μειωθεί το κόστος των αυτόματων οχημάτων και να προσεγγίσουν το κόστος των συμβατικών οχημάτων. Σύμφωνα με έρευνα που διενεργήθηκε από την J.D. Power and Associates, πρόκυψε πως το 37% των ατόμων που συμμετείχαν, στην επόμενη αγορά τους, θα αγόραζαν «σίγουρα» ή «πιθανώς» ένα όχημα με δυνατότητες αυτόνομης οδήγησης, παρά το υψηλό κόστος, λόγω των κοστοβόρων νέων, βασικών τεχνολογιών (Seuwou, Banissi, & Ubakanma, 2020, p. 14).

Επενδύσεις μεγάλου ύψους θα χρειαστεί να γίνουν για τη μετατροπή των ήδη υπαρχουσών υποδομών σε νέων έξυπνων, γεγονός που θα δημιουργήσει την ανάγκη για νέο εργατικό δυναμικό (Nikitas, Vitel, & Cotet, 2020, p. 3)

#### 4.2.2. Αλλαγές στην αγορά εργασίας

Οι αλλαγές στην αγορά εργασίας, όπως και σε όλα τα πράγματα, δεν αναμένονται να είναι μόνο θετικές. Πολλά είναι τα επαγγέλματα που θα πληγούν από την αυτοματοποιημένη οδήγηση με πρώτους στη λίστα τους οδηγούς. Οι οδηγοί ταξί, μέσων μαζικής μεταφοράς, οδικών προμηθειών, φορτηγών και επαγγελματίες οδηγοί ταξιδίων είναι οι πρώτοι που επηρεαστούν, καθώς δεν θα είναι πλέον τόσο απαραίτητοι. Οι εταιρείες που ασχολούνται

---

<sup>18</sup> Νόμος του Moore ονομάζεται η θεώρηση πως ο αριθμός των τρανζίστορ ενός πυκνού ολοκληρωμένου κυκλώματος διπλασιάζεται κάθε δύο χρόνια, και διατυπώθηκε στις 19-04-1965 (Wikipedia, Νόμος του Μουρ, n.d.)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

με τη μεταφορά ατόμων και εμπορευμάτων, θα μπορούν να μεταφέρουν ανθρώπους και προϊόντα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και με χαμηλότερο κόστος. Επίσης, έχει υπάρξει πρόταση τα λεωφορεία να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους με πιο αυτοματοποιημένες λύσεις, γεγονός που μειώνει το κόστος από την ύπαρξη οδηγών στα λεωφορεία, έως και 70%. Από τη μείωση των ατυχημάτων θα ζημιωθούν επίσης οι ασφαλιστικές εταιρείες, οι έχοντες συνεργεία, οι φανοποιοί. Οι οδοποιοί και οι μηχανικοί που ασχολούνται με τις υποδομές, και όσοι άλλοι ασχολούνται με επαγγέλματα σχετικά με τα αυτοκίνητα είναι μερικοί ακόμα από αυτούς που θα επηρεαστούν άμεσα Ταυτόχρονα όμως, θα μειωθούν τα έξοδα, λόγω της μείωσης των ασφαλιστήριων συμβολαίων, των τροχονόμων, των νομικών προσώπων που ασχολούνται με τα οχήματα, των εταιρειών που επισκευάζουν τα οχήματα και των ιατρικών προσώπων που παρέχουν έκτακτες υπηρεσίες. (Anderson, et al., 2016, p. xvii) (Navarro, Fernández, Borraz, & Alonso, 2016, p. 1) (Nikitas, Vitel, & Cotet, 2020, pp. 2-3).

Παρόμοια τύχη αναμένεται να έχουν και όσοι ενασχολούνται με την κατασκευή αυτοκινήτων ή την ενοικίαση, την οικονομία, το λιανικό εμπόριο και τα πρατήρια καυσίμων, αλλά και με τις βιομηχανίες υποστήριξης οδικών μεταφορών, οι παρκαδόροι και οι χειριστές μηχανοκίνητων οχημάτων, που συνήθως είναι άνθρωποι μεγαλύτερης ηλικίας και χωρίς πτυχίο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, όλα αυτά θα φέρουν μαζικές απολύσεις, αλλά θα οδηγήσουν και σε ανάγκη για φθηνότερο εργατικό δυναμικό, για κάποιες κατηγορίες επαγγελματιών, όπως αυτές που προαναφέρθηκαν και δεν είναι σε θέση να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους. Όλα αυτά είναι πολύ πιθανό να συμβούν μέχρι το 2035. (Nikitas, Vitel, & Cotet, 2020, p. 3).

#### 4.2.3. Νέες αγορές και ευκαιρίες απασχόλησης

Αρχικά η εξέλιξη της τεχνολογίας, στη συνέχεια οι αυτοματισμοί και πλέον η τεχνητή νοημοσύνη, έχουν επιφέρει πολλές αλλαγές στο εργασιακό τοπίο. Λόγω των νέων απαιτήσεων, δημιουργήθηκαν ανάγκες για νέες θέσεις εργασίες, με καινούριο αντικείμενο (Nikitas, Vitel, & Cotet, 2020, p. 2). Ένας από τους τομείς που έχει επηρεαστεί προς αυτή την κατεύθυνση τα τελευταία χρόνια, είναι και η αυτοκινητοβιομηχανία.

Με τη χρήση των αυτόματων οχημάτων θα υπάρξουν νέες επιχειρηματικές ιδέες, άρα και αλλαγές στις αγορές. Ένα νέο επιχειρηματικό μοντέλο που θα κάνει την εμφάνισή του, θα



Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

είναι το *mobility as a service*. Η κινητικότητα θα αποτελεί υπηρεσία και αναμένεται να είναι και πιο οικονομική ως χρήση, σε σχέση με το να είναι κάποιος ιδιοκτήτης οχήματος (Navarro, Fernández, Borraz, & Alonso, 2016, p. 1). Θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας, καθώς θα χρειαστεί επαρκώς καταρτισμένο και σωστά εκπαιδευμένο εργατικό δυναμικό σε τεχνολογικούς και μη, τομείς, όπως είναι οι εργάτες που θα χρειαστεί να εργαστούν, για τη μετατροπή των υπάρχουσών υποδομών. Μεγάλες εταιρείες όπως η Google, η Facebook, η NVidia και η BMW έχουν ήδη προχωρήσει σε τέτοιες επενδύσεις. Φυσικά η επανεκπαίδευση θα μπορούσε να μειώσει τις μαζικές απολύσεις και τις απολύσεις γενικότερα.

Αν και σκοπός είναι να η αντικατάσταση της συμβατικής οδήγησης με την πλήρη αυτοματοποιημένη οδήγηση, αυτό δεν αναμένεται να συμβεί πριν από το 2060 (Nikitas, Vitel, & Cotet, 2020, pp. 3-4).

## 5. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

### 5.1. Μείωση Εκπομπών, Βελτίωση της Ποιότητας του Αέρα και Μείωση της Κατανάλωσης της Ενέργειας

Ένα από τα θέματα που απασχολεί το σύγχρονο κόσμο, είναι αυτό της κλιματικής αλλαγής. Το 10% των εκπομπών αερίων, σε παγκόσμιο επίπεδο προέρχεται από τις οδικές μεταφορές. Για παράδειγμα, μόνο, στο Ηνωμένο Βασίλειο, το 78% των χιλιομέτρων των οδικών μεταφορών καλύπτεται από αυτοκίνητα (Tate, Hochgreb, Hall, & Bassett, 2018, p. 1). Η αποδοτικότητα και η ηλεκτροκίνηση των οχημάτων συντελούν σημαντικά στην εξοικονόμηση κατανάλωσης της ενέργειας και στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Πικονά & Πικα, 2017, p. 428).

Η υψηλή περιεκτικότητα εκπομπών άνθρακα από την κίνηση των οχημάτων, σχετίζεται με αρνητικές επιπτώσεις προς το περιβάλλον. Στόχος της πολιτικής των μεταφορών, είναι η μείωση αυτών των εκπομπών. Όμως οι κυβερνήσεις από την πλευρά τους θέλουν να εξασφαλίσουν οικονομική ανάπτυξη, πιστεύοντας πως οι επενδύσεις που θα γίνουν στον τομέα των μεταφορών, θα φέρουν την επιθυμητή ανάπτυξη, αλλά και την αύξηση της ζήτησης για μεταφορές τόσο προϊόντων, όσο και επιβατών. Όλα αυτά έχουν άμεση σχέση με την αύξηση των εκπομπών άνθρακα. Για να μπορέσει, λοιπόν να υπάρξει μείωση αυτών των εκπομπών, θα πρέπει να πάψουν να είναι αλληλένδετα αυτά τα στοιχεία μεταξύ τους.

Προτείνονται τρία εναλλακτικά «μονοπάτια» για την κινητικότητα χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Το πρώτο το **A**, αφορά στην κινητικότητα με λιγότερες εκπομπές, όπου πρέπει να γίνουν διορθωτικές κινήσεις σε θέματα τεχνολογίας και να αποσυνδεθεί από τη γενικότερη κινητικότητα από τις εκπομπές που προκύπτουν από αυτή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν εδώ τα αυτόματα οχήματα, καθώς σε αυτά τα οχήματα γίνονται προσπάθειες, ώστε η κινητικότητά τους να μην συνδέεται με την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου ή τους ατμοσφαιρικούς ρύπους και όπως ήδη έχει αναφερθεί, δεν έχουν αρνητικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο, αφού υπάρχει η δυνατότητα των έξυπνων και πράσινων μεταφορών. Το δεύτερο το **B**, αφορά στην ανάπτυξη με λιγότερη κινητικότητα, που μπορεί να επιτευχθεί, αποσυνδέοντας τη από την οικονομική ανάπτυξη από τις μεταφορές. Στόχος είναι να γίνονται οι μεταφορές σε παγκόσμιο επίπεδο (από εκεί πήρε και το όνομά του το «μονοπάτι» αυτό – Παγκοσμιοποίηση), αλλά με μείωση των αποστάσεων που πρέπει να καλυφθούν, κάτι που επιτυγχάνεται, είτε με αύξηση στην ταχύτητα μεταφοράς, είτε κοντινότερο προορισμό. Ενώ το τρίτο **C**, αφορά στην αλλαγή του τρόπου ζωής, χωρίς συσχέτιση όμως με την ευημερία στην οικονομική ανάπτυξη, μέσα από επανεξέταση του τρόπου ανάπτυξης. Η συνεχής επιδίωξη της οικονομικής ανάπτυξης, θα πρέπει να πάψει να αποτελεί την υπέρτατη αξία, για τη βελτίωση της ευημερίας. Συνοπτικά τα τρία «μονοπάτια», φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Thomopoulos & Givoni, 2015, pp. 2-3):

Μονοπάτι	Όνομα	Περιγραφή	Αποσύνδεση
<b>A</b>	<b>Τεχνολογική Διόρθωση</b>	Κινητικότητα με λιγότερες εκπομπές	Κινητικότητα από εκπομπές
<b>B</b>	<b>Παγκοσμιοποίηση</b>	Ανάπτυξη με λιγότερη κινητικότητα	Οικονομική ανάπτυξη από τις μεταφορές
<b>C</b>	<b>Επανεξέταση της ανάπτυξης</b>	Αλλαγή τρόπου ζωής	Ευημερία από την οικονομική ανάπτυξη

Πίνακας 2 - Εναλλακτικά μονοπάτια για την κινητικότητα χαμηλών εκπομπών άνθρακα

Επίσης, η γενικότερη ποιότητα του αέρα, ενδέχεται να βελτιωθεί, μέσω της βελτίωσης της απόδοσης της οδήγησης. Ωστόσο, αν τελικά η κυκλοφορία στους δρόμους αυξηθεί, αυτός ίσως οδηγήσει είτε σε στασιμότητα των εκπομπών, είτε όμως και σε αύξησή τους (Seuwou, Banissi, & Ubakanma, 2020, pp. 11-12).

Το επόμενο σοβαρό ζήτημα, είναι η ενεργειακή κατανάλωση. Οφέλη στην ενεργειακή απόδοση μπορούν να προκύψουν μέσα από το σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Ο τρόπος

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

χρήσης, αλλά και η τεχνολογία του οχήματος μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση (Tate, Hochgreb, Hall, & Bassett, 2018, p. 1). Ακόμα το βάρος του οχήματος (έως και 75%), λόγω των μειωμένων απαιτήσεων ισχύος για ομαλότερους κύκλους οδήγησης. Το Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας των Η.Π.Α., έπειτα από μια έρευνα κατέληξε, πως τα οφέλη κυμαίνονται από -173% έως +95% μέσω της προσέγγισης Kaya Identity<sup>19</sup>.

Υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν πως το όφελος που προκύπτει από τον μειωμένο ρυθμό επιτάχυνσης, τη μειωμένη cruising speed<sup>20</sup>, ή τη μειωμένη εκκίνηση, φτάνει το 20% με 30%. Σύμφωνα, μάλιστα, με τη μελέτη NREL<sup>21</sup>, όταν οι παραπάνω παράγοντες συνδυάστηκαν και με μείωση στο start-stop του οχήματος, το συνολικό όφελος έφτασε το 40%. Άλλη μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα πως η κατανάλωση της ενέργειας μειώθηκε από 1% έως 3%, χωρίς να υπάρχει αξιολογη μεταβολή στον χρόνο διάρκειας του ταξιδιού. Φυσικά γεωγραφικοί και κυκλοφοριακοί παράγοντες παίζουν ρόλο στη μεταβολή των αποτελεσμάτων (Tate, Hochgreb, Hall, & Bassett, 2018, p. 2).

Έπειτα από περαιτέρω μελέτες, έγιναν κάποιες προσεγγίσεις ως προς τους τρόπους που μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση της ενέργειας. Κάποιες από αυτές είναι (Faghiehian & Sargolzaei, 2023, pp. 5-10):

- Οδική δήλωση: Μέσω επικοινωνίας V2I, μπορούν να μεταφερθούν πληροφορίες σχετικές με το υψόμετρο ή την καμπυλότητα του δρόμου, στο όχημα. Αυτή η πρόβλεψη, στην επικείμενη οδική κατάσταση μπορεί να επιφέρει μείωση στην κατανάλωση των καυσίμων. Το ποσοστό της μείωσης μπορεί να φτάσει από το 2% έως και 11,6% για τα βαριά οχήματα.
- Χρονομέτρηση στόλου: Για τα οχήματα που κινούνται σε στόλο, η μείωση του φρεναρίσματος και της επιτάχυνσης ή των στάσεων και της παραμονής στο ρελαντί, μπορούν να επιφέρουν μείωση στην κατανάλωση των καυσίμων από 7% έως 14%. Με τη χρήση φωτεινών σηματοδοτών, έναν εξελιγμένο αλγόριθμο ελέγχου, δεδομένα από τα ραντάρ των οχημάτων και το προγνωστικό cruise control<sup>22</sup>, η

---

<sup>19</sup> Kaya Identity = μαθηματική ταυτότητα που δηλώνει ότι το συνολικό επίπεδο εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα του αερίου θερμοκηπίου μπορεί να εκφραστεί ως το γινόμενο τεσσάρων παραγόντων: ανθρώπινος πληθυσμός, κατά κεφαλήν ΑΕΠ, ένταση ενέργειας και ένταση άνθρακα (Wikipedia, Kaya identity, n.d.)

<sup>20</sup> cruising speed = ταχύτητα πλεύσης: μια ταχύτητα για ένα συγκεκριμένο όχημα, πλοίο ή αεροσκάφος, συνήθως, κάπως, κάτω από τη μέγιστη που είναι ταυτόχρονα άνετη και οικονομική (Google, n.d.)

<sup>21</sup> NREL = μελέτη επάνω στην ενέργεια

<sup>22</sup> cruise control = σύστημα που ελέγχει αυτόματα την ταχύτητα ενός αυτοκινήτου. Το σύστημα είναι ένας σερβομηχανισμός που αναλαμβάνει το γκάζι του αυτοκινήτου για να διατηρεί μια σταθερή ταχύτητα που ορίζει ο οδηγός (Wikipedia, Cruise control, n.d.)

μείωση θα μπορούσε να αγγίξει το 59%. Επίσης, πάλι μέσω επικοινωνίας V2I, μπορεί να επιτευχθεί, ο συγχρονισμός της ταχύτητας των οχημάτων και ο χρονισμός των φωτεινών σηματοδοτών. Με αυτό τον τρόπο, η μείωση στην κατανάλωση ενδέχεται να φτάνει το 23,7%.

- Συγχώνευση και Αλλαγή Λωρίδας: Κατά την αλλαγή λωρίδας και την συγχώνευση στη νέα λωρίδα, χρειάζεται μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας και καυσίμου, καθώς είναι μια απαιτητική διαδικασία. Αν το όχημα που θέλει να αλλάξει λωρίδα, μπορεί μέσω της επικοινωνίας V2V, να προβλέψει την ταχύτητα, τη απόσταση από τα άλλα οχήματα και όλες τις επικείμενες προθέσεις των άλλων οχημάτων, η κατανάλωση της ενέργειας θα μπορούσε να βελτιστοποιηθεί από 7% έως 14%. Όλο αυτό απαιτεί συνεργασία ανάμεσα στα οχήματα του οδικού δικτύου και εκείνων που θέλουν να συγχωνευτούν, αλλά και εκείνων που κινούνται στη λωρίδα τους.
- Συνεργασία στη διασταύρωση: Τα οχήματα λαμβάνουν σήματα χρονισμού για την κατάσταση του φωτεινού σηματοδότη. Αν όλα λειτουργούσαν συνεργατικά και με συγχρονισμό, θα μπορούσε ακόμα και να εξαλειφθεί το κόκκινο στο φανάρι, με επικοινωνία V2V και V2I. Έτσι, θα μειώνονταν τα φρεναρίσματα και οι επιταχύνσεις και κατ' επέκταση η κατανάλωση καυσίμου.

## 5.2. Αστική Ανάπλαση και Χρήση Χώρου

Η εμφάνιση του συμβατικού αυτοκινήτου, έφερε μεγάλες αλλαγές στις υποδομές των πόλεων. Άλλαξε κτήρια, δρόμους και γη, αλλά και τον τρόπο σχεδιασμού των τοπίων. Τα αυτόματα οχήματα από την άλλη, αν και εξελίσσονται γρήγορα τεχνολογικά, δεν συμβαδίζουν με το ρυθμό ανάπτυξης των αντίστοιχων υποδομών τους (Noyman, Stibe, & Larson, 2017, pp. 2-3). Αναμένεται όμως να αλλάξουν, τον συνολικό πολεοδομικό σχεδιασμό, την αλληλεπίδραση που θα έχει το σύστημα μεταφορών με τη χρήση γης και με το δομημένο περιβάλλον. Η κινητικότητα λοιπόν, συνδέεται στενά με το δομημένο περιβάλλον (Fraedrich, Heinrichs, Bahamonde-Birke, & Cyganski, 2019, pp. 2,4). Μην έχοντας πολλές γνώσεις ακόμα, οι αλλαγές στις υποδομές επικεντρώνονται γύρω από τα επίπεδα αυτοματισμού. Σε συνδυασμό με το είδος της ιδιοκτησίας, μαζί αποτελούν τα βασικά στοιχεία για την επικοινωνία ανάμεσα στα αυτόνομα οχήματα και την πόλη (Noyman, Stibe, & Larson, 2017, p. 4).

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Η μορφή των πόλεων και ο τρόπος χρήσης της γης, σε μεγάλο βαθμό, διαμορφώνουν τα συστήματα μεταφορών. Οι υψηλής πυκνότητας, συμπαγείς πόλεις, είναι πιθανό να παρέχουν καλές προϋποθέσεις για σύντομα ταξίδια, να έχουν καλές δημόσιες συγκοινωνίες, να προάγουν το περπάτημα και την ποδηλασία και έτσι η χρήση του αυτοκινήτου να μην είναι απαραίτητη σε καθημερινή βάση. Από την άλλη πλευρά, οι μεγάλες αραιοκατοικημένες αστικές δομές, δεν ενθαρρύνουν τη διεξαγωγή ταξιδιών άνευ μηχανοκίνητου οχήματος. Επιπλέον, τα διαθέσιμα μέσα μεταφοράς, όσο και οι τρόποι μεταφοράς, επηρεάζουν, το ποιες είναι οι απαραίτητες δομές και ποια τα πρότυπα χρήσης της γης.

Το δομημένο λοιπόν περιβάλλον, πολύ πιθανό να επηρεαστεί από την πλήρως αυτοματοποιημένη οδήγηση και να φέρει μεγάλες αλλαγές στο σύστημα μεταφορών. Κάποιες από αυτές είναι αλλαγές στον αριθμό των λωρίδων του οδικού δικτύου, στις υποδομές - όπως για παράδειγμα είναι η σήμανση - στη θέση, στη μορφή και στην ποσότητα στάθμευσης, στις αλληλεπιδράσεις με τους υπόλοιπους χρήστες του οδικού δικτύου - όπως είναι οι πεζοί και οι ποδηλάτες - στις ευκαιρίες που παρουσιάζονται για την αναδιαμόρφωση της προς χρήση γης, στη χρήσης της γης σε σχέση με την μετεγκατάσταση κατοικιών.

Ακόμα, σύμφωνα με μελέτες, η αυτοματοποιημένη οδήγηση μπορεί να επιφέρει αλλαγές στον απαιτούμενο οδικό χώρο, ως προς τα δικαιώματα κατά τη διέλευσης και τις διασταυρώσεις. Επίσης στον χρόνο πρόσβασης, αφού η παραλαβή και η αποβίβαση των επιβατών θα γίνεται κοντά στον προορισμό τους. Τέλος, μπορεί να υπάρξει μείωση των απαιτήσεων σε σήμανση και σηματοδότηση, αφού οι πληροφορίες αυτές θα μπορούν να προέρχονται ασύρματα (π.χ. V2V, V2I, κ.λ.π.). Υπάρχουν και κάποιοι που υποστηρίζουν, πως δεν θα απαιτείται σε πολύ μεγάλο βαθμό η ύπαρξη σηματοδοτών ή σήμανσης, ακόμα και σε διασταυρώσεις, λόγω αυτής της ασύρματης επικοινωνίας ή της ψηφιακής σήμανσης, όπως είναι οι ψηφιακοί χάρτες υψηλής ποιότητας (Fraedrich, Heinrichs, Bahamonde-Birke, & Cyganski, 2019, p. 4). Όμως, επειδή θα πρέπει να υπάρχει αλληλεπίδραση και με τους πεζούς και τους ποδηλάτες, ίσως να μην είναι τόσο εύκολο πρακτικά, να μειωθεί σε τόσο μεγάλο βαθμό η ύπαρξη σήμανσης (Fraedrich, Heinrichs, Bahamonde-Birke, & Cyganski, 2019, p. 5).

Η ανάπτυξη αυτόνομων οχημάτων, τύπου ταξί (Vehicle On Demand), θα μειώσει τη ζήτηση για χώρους στάθμευσης στα αστικά κέντρα. Παραδείγματος χάριν το 2015, έπειτα

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

από μελέτη του ΟΑΣΑ που ασχολείται με την αντικατάσταση ιδιοκτητών από κοινόχρηστα αυτόνομα οχήματα, εκτιμήθηκε πως στη Λισαβόνα, η πιθανή μείωση των απαιτήσεων στάθμευσης θα φτάσει το 6% με 16% .

Λόγω των πολλών αλλαγών που θα πρέπει να γίνουν στο αστικό περιβάλλον, τόσο στους δρόμους όσο και στους χώρους στάθμευσης, εξετάζονται οι δυνατότητες που μπορούν να προκύψουν για ευκαιρίες ανάπλασης. Προτείνεται, να απελευθερωθεί χώρος στον αστικό ιστό, λόγω των νέων απαιτήσεων στάθμευσης, ο οποίος θα μπορεί να αξιοποιηθεί για να βελτιώσει τη βιωσιμότητα στις πόλεις. Τέτοιου είδους αξιοποιήσεις του δημόσιου χώρου, θα μπορούσαν να είναι η εκ νέου ανάθεση του δρόμου και του χώρου στάθμευσης σε χωριστές λωρίδες δημόσιων μεταφορών, η κατασκευή φαρδύτερων ή καλύτερων πεζοδρόμιων, η δημιουργία ποδηλατοδρόμων, πάρκων, και χώρων πρασίνου. Επίσης, εξετάστηκε το ενδεχόμενο να υπάρξουν σταθερές στάσεις για τα αυτόματα οχήματα, ώστε να μην επηρεάζεται η ροή της κυκλοφορίας από τις επιβιβάσεις και τις αποβιβάσεις από αυτά (Fraedrich, Heinrichs, Bahamonde-Birke, & Cyganski, 2019, p. 5).

Εκτός από τις αλλαγές που προαναφέρθηκαν, υπάρχουν σκέψεις για πιθανή απαίτηση δημιουργίας κατάλληλων υποδομών, με σκοπό τη μετάβαση από υποδομή μεταφορών βασισμένη στο «υλικό», σε υποδομή βασισμένη στο «υλικό» (Fraedrich, Heinrichs, Bahamonde-Birke, & Cyganski, 2019, p. 16).

Οι αλλαγές που θα γίνουν στις υποδομές για να δεχθούν τα αυτόνομα οχήματα, θα πρέπει να γίνουν με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να καλύψουν και μελλοντικές αλλαγές. (Noyman, Stibe, & Larson, 2017, p. 4).

## 6. Πρακτικές Εφαρμογές και Μελέτες Περιπτώσεων

### 6.1. Παραδείγματα και Προγράμματα από Ευρωπαϊκές Πόλεις

Τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δραστηριοποιούνται στην ανάπτυξη πρωτοποριακών ιδεών γύρω από την αυτοματοποιημένη οδήγηση και την εφαρμογή τους, με πολλές από αυτές να παρουσιάζουν σημαντική πρόοδο εδώ και μερικά χρόνια (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, p. 15).

### 6.1.1. Πιλοτικά προγράμματα και επιτυχίες (Διενέργειες των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης)

Η **Γαλλία** είχε παρουσιάσει γύρω στο 2015, ένα πλάνο με 34 διαφορετικά καινοτόμα πεδία, με σκοπό τη συνεισφορά στην ανάπτυξη της νέας βιομηχανικής Γαλλίας έως το 2020. Βασικός στόχος της ήταν η κατασκευή αυτόνομων οχημάτων, εξοπλισμένα με αισθητήρες και ραντάρ για ασφαλέστερη μετακίνηση. Από την πλευρά τους οι κατασκευαστές και οι προμηθευτές στοχεύουν στην ανάπτυξη των αισθητήρων, του λογισμικού, των συστημάτων ελέγχου και των υπηρεσιών ώστε να μπορούν να φτιάχνουν πιο οικονομικά και πιο ανταγωνιστικά εξαρτήματα και αυτόνομα οχήματα. Το βασικό κίνητρο γύρω από αυτούς τους στόχους, ήταν πως η αυτόνομη οδήγηση, θα βελτιώνει τη ροή της κυκλοφορίας και πως τόσο οι ηλικιωμένοι, όσο και τα άτομα με αναπηρίες, θα μπορούν να είναι πιο ενεργά και μέρος της καθημερινής κυκλοφορίας.

Στη **Γερμανία** περίπου την ίδια περίοδο, δημιουργείται η «Round Table Automated Driving», καθοδηγούμενη από το Γερμανικό Ομοσπονδιακό Υπουργείο Μεταφορών και Ψηφιακών Υποδομών. Η Στρογγυλή Τράπεζα αποτελείται από ειδικούς, που προέρχονται από το χώρο της πολιτικής και της ασφάλισης, από κατασκευαστές και προμηθευτές οχημάτων, αλλά και ερευνητικών ιδρυμάτων. Ασχολείται με θέματα που αφορούν τα διάφορα νομικά πλαίσια, τις υποδομές και τους τεχνολογικούς κανονισμούς, που σχετίζονται, με την αυτοματοποιημένη οδήγηση. Βασικός της στόχος είναι να βρεθεί ένα νομικό πλαίσιο που να μπορεί να υποστηρίξει την αυτοματοποιημένη οδήγηση έξω στους δρόμους. Παράλληλα οι κατασκευαστές δοκιμάζουν τεχνολογίες αυτοματισμού, ενώ το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Μεταφορών της Γερμανίας, ανακοινώνει πως στον αυτοκινητόδρομο Α9, της Βαυαρίας, θα λάβουν χώρα οι δοκιμές για την αυτοματοποιημένη οδήγηση. Λίγο νωρίτερα το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Οικονομικών και Ενέργειας και το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Παιδείας και Έρευνας της χώρας, χρηματοδοτεί αναπτυξιακά και ερευνητικά έργα, που αφορούν τα προηγμένα συστήματα υποβοήθησης οδηγού ADAS<sup>23</sup> και συνεργατικά συστήματα όπως simTD, AKTIV, CONVERGE, κ.α.. Στα μελλοντικά σχέδια του Υπουργείου υπάγεται, η πρόθεση του να συνεχίζει να υποστηρίζει έργα προηγμένων συστημάτων, όπως το ADAS και σχετικά με την αυτοματοποιημένη οδήγηση. Άλλη χρηματοδότηση που αφορά έργα γύρω από τα προηγμένα συστήματα

---

<sup>23</sup> ADAS = Τα προηγμένα συστήματα υποβοήθησης οδηγού είναι τεχνολογίες που βοηθούν τους οδηγούς με την ασφαλή λειτουργία ενός οχήματος (Wikipedia, Advanced driver-assistance system, n.d.)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ υποβοήθησης οδηγού, αλλά και των έξυπνων οχημάτων, προέρχεται από το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Παιδείας και Έρευνας.

Το **Ηνωμένο Βασίλειο** έδειξε ιδιαίτερο ενδιαφέρον από το 2005 και μετά, γύρω από την Ευφυή κινητικότητα. Όλο αυτό το διάστημα έδωσε δώσει έμφαση σε ευέλικτα, οχηματοκεντρικά συστήματα και όχι σε συστήματα που είχαν ως επίκεντρο τις υποδομές, όπως συνήθιζε. Το γεγονός αυτό, έφερε τεράστιες αλλαγές στον τρόπο σκέψης, που αφορούσε τις νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες.

Το 2009 ιδρύεται το Συμβούλιο Αυτοκινήτων του Ηνωμένου Βασιλείου. Την προεδρία μοιράζονται ο Υπουργός Επιχειρήσεων, Καινοτομίας και Δεξιοτήτων (Business, Innovation and Skills - BIS) και ένας κορυφαίος βιομήχανος, ενώ τα μέλη του Συμβουλίου προέρχονται από ανώτερα στελέχη της βιομηχανίας και την κυβέρνηση. Ο λόγος της ίδρυσής του είναι η ενίσχυση της συνεργασίας ανάμεσα στην αυτοκινητοβιομηχανία και την κυβέρνηση της χώρας. Ο βασικός τομέας στον οποίο εστιάζει το Συμβούλιο, είναι το Intelligent Mobility.

Το 2011 δημοσιεύεται μια στρατηγική που προτείνει το Ηνωμένο Βασίλειο που φέρει τον τίτλο «Ευφυής Κινητικότητα – Μια Εθνική Ανάγκη;». Στην ιστοσελίδα UK Auto Council, αναρτιέται ο εθνικός οδικός χάρτης του Ηνωμένου Βασιλείου. Ακόμα, με επίκεντρο την έξυπνη κινητικότητα δημιουργείται ένας «Catapult» συστημάτων μεταφοράς για επιτάχυνση της καινοτομίας. Η χρηματοδότησή του προέρχεται από την κυβέρνηση και από τη βιομηχανία.

Οι βασικοί στόχοι του Ηνωμένου Βασιλείου είναι να βελτιωθεί η ροή της κυκλοφορίας, αυξάνοντας την ικανότητα μετακίνησης στο 30% με 50%, αποφεύγοντας ανάλογη αύξηση στην κατασκευή των δρόμων, μειώνοντας τα τροχαία ατυχήματα, τον όγκο εκπομπών και κατανάλωσης και τα επίπεδα συμφόρησης. Για την επίτευξη όλων αυτών των στόχων, έγιναν κάποιες επενδύσεις και έτρεξαν κάποια προγράμματα. Δύο καινοτόμα παραδείγματα αποτελούν το ULTRA, σύστημα μεταφοράς επιβατών χωρίς οδηγό, στο Heathrow, στον τερματικό σταθμό 5 και το L-SATS, σύστημα αυτόνομης μεταφοράς χαμηλής ταχύτητας, με προορισμό την εφαρμογή του στο κέντρο της πόλης, αλλά με τις δοκιμές να γίνονται μέσω του προγράμματος LUTZ του Pathfinder στον οικισμό, Milton Keynes. Άλλα προγράμματα που χρηματοδοτούνται από τη Βρετανική Κυβέρνηση, αφορούν τη συνοδεία βαρέων φορτηγών και την εφαρμογή ενός προγράμματος για αυτοκίνητα χωρίς οδηγό, σε 3 πόλεις του Ηνωμένου Βασιλείου, του οποίου η έρευνα αγγίζει τις 40 εκατομμύρια λίρες. Το



Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ κράτος για το χρονικό διάστημα 2015 έως 2018, είναι σε θέση να διαθέσει άλλα 75 εκατομμύρια λίρες, για να στηρίξει προγράμματα Ευφυούς Κινητικότητας.

Η Κυβέρνηση της **Σουηδίας**, έχοντας ως όραμα να εκμηδενίσει τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα, εγκρίνει το έργο «Drive Me – Self drive cars για βιώσιμη κινητικότητα». Στόχος του έργου, να διερευνηθούν οι τομείς που αφορούν τα αυτόνομα οχήματα στους δημόσιους δρόμους, οι απαιτήσεις γύρω από τις υποδομές, οι αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον, τα κοινωνικά οφέλη, η κυκλοφοριακή κατάσταση, αλλά και το πως επηρεάζεται η ασφάλεια, η ενεργειακή απόδοση και η ροή της κυκλοφορίας. Σε αυτό συμμετέχουν η Volvo Car Group, η Σουηδική Διοίκηση Μεταφορών, η Σουηδική Υπηρεσία Μεταφορών, το Επιστημονικό Πάρκο Lindholmen και η πόλη του Γκέτεμποργκ. Περισσότερα από 50 χιλιόμετρα δρόμων γύρω από το Γκέτεμποργκ επιλέγονται, για να κινηθούν 100 αυτοκινούμενα οχήματα Volvo, σε καθημερινή βάση για πραγματική χρήση. Επιπρόσθετο όφελος αποτελεί, πως οι δοκιμές γίνονται σε δρόμους που είναι επιβαρυνμένοι κυκλοφοριακά.

Το 2016 γίνεται σχεδιασμός από τη Scania, αρχικά με μεταφορά εξόρυξης και στη συνέχεια για αυτοματοποιημένες μεταφορές με βαρέα φορτηγά.

Ενώ, για το 2018 προγραμματίζεται η αυτοματοποιημένη διμοιρία για μεταφορές που αφορούν μεγάλες αποστάσεις.

Η **Ολλανδία** είναι η χώρα που ξεκίνησε να ασχολείται με δοκιμές επάνω στην αυτοματοποιημένη οδήγηση, από το 1998, όταν παρουσίασε μια διμοιρία τριών πλήρως αυτοματοποιημένων Buicks που παρασχέθηκαν από το Πανεπιστήμιο του Berkeley, PATH. Στη συνέχεια, ακολούθησαν κάποιες Field Operational Tests (FOTs<sup>24</sup>) με Προηγμένα Συστήματα Υποβοήθησης Οδηγού, όπως ISA, LDW και ACC. Με τη συμμετοχή στα Ευρωπαϊκά έργα CVIS και SAFESPOT και τα συνεργατικά συστήματα, ξεκινάει η

---

<sup>24</sup> FOTs = είναι προγράμματα δοκιμών μεγάλης κλίμακας που στοχεύουν σε μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας, της ποιότητας, της ευρωστίας και της αποδοχής των λύσεων ΤΠΕ που χρησιμοποιούνται για εξυπνότερες, ασφαλέστερες, καθαρότερες και πιο άνετες λύσεις μεταφοράς, όπως πληροφορίες πλοήγησης και κυκλοφορίας και προηγμένη βοήθεια οδηγού (FOT-Net, 2010, p. 4)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ ενσωμάτωση του C-ITS<sup>25</sup> σε μια εθνική πολιτική και τα αυτοοδηγούμενα οχήματα να κυκλοφορούν στους δρόμους της Ολλανδίας.

Η Ολλανδία είναι ιδιαίτερα ενεργή στην ανάπτυξη συνεργατικών Υπηρεσιών Πληροφορικής και Τεχνολογίας (ITS), αναγκαίων για την υποστήριξη της αυτοματοποιημένης οδήγησης. Πάνω σε αυτό, η στρατηγική συμμαχία «The Amsterdam Group», έχει ως στόχο, την ευρεία ανάπτυξη συνεργατικών ITS στην Ευρώπη. Πυρήνας του, οι ευρωπαϊκοί οργανισμοί-ομπρέλα, που ασχολούνται με θέματα εναρμόνισης και τυποποίησης κάνοντας πιο εύκολη την εφαρμογή των νέων ITS: C2C-CC<sup>26</sup>, Polis<sup>27</sup>, ASECAP<sup>28</sup> και CEDR<sup>29</sup>. Σημαντικός σκοπός του, μια κοινή γραμμή ανάμεσα σε Ολλανδικές, Γερμανικές και Αυστριακές κυβερνήσεις, για πανευρωπαϊκή ανάπτυξη της οδικής συνεταιριστικής υποδομής ITS. Η προειδοποίηση για οδικά έργα και τα δεδομένα ανίχνευσης οχήματος, είναι συνεργατικές υπηρεσίες που είχαν ως απώτερο σκοπό να προσφέρονται έως το 2015 σε έναν διάδρομο, ανάμεσα στο Ρότερνταμ και τη Βιέννη, βελτιώνοντας τη ροή της κυκλοφορίας και την ασφάλεια στους δρόμους.

Στην **Ισπανία**, το Υπουργείο Επιστήμης και Καινοτομίας χρηματοδοτεί, έργα που αφορούν την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την επικύρωση μεθοδολογιών για την υποστήριξη του ελέγχου και της πλοήγησης των αυτοματοποιημένων οχημάτων. Το Πανεπιστήμιο Αλικάντε, έπειτα από έρευνες, κατάφερε να αναπτύξει ένα αυτοματοποιημένο σύστημα οδήγησης, που είναι ικανό να μαθαίνει μόνο του από το περιβάλλον. Για να επιτευχθεί αυτό, χρειάζονται διαδραστικοί αισθητήρες, ώστε να γίνει η χαρτογράφηση μιας περιοχής και μια κάμερα στο όχημα, που να υποστηρίζει το σύστημα πλοήγησης. Οι δοκιμές αυτές γίνονται σε ένα καρότσι του γκολφ, γεγονός που αποδεικνύει, πως οποιοδήποτε όχημα, θα μπορούσε να γίνει αυτοματοποιημένο σύστημα. Αυτά τα οχήματα, θα μπορούσαν να βρουν χρήση σε

---

<sup>25</sup> C-ITS = Τα Συνεργατικά Ευφυή Συστήματα Μεταφορών αναφέρονται σε συστήματα μεταφορών, όπου η συνεργασία μεταξύ δύο ή περισσότερων υποσυστημάτων ITS (προσωπικών, οχημάτων, οδικών και κεντρικών) επιτρέπει και παρέχει μια υπηρεσία ITS που προσφέρει καλύτερη ποιότητα και βελτιωμένο επίπεδο εξυπηρέτησης, σε σύγκριση με την ίδια υπηρεσία ITS που παρέχεται μόνο από ένα από τα υποσυστήματα ITS (CAR-2-CAR, n.d.)

<sup>26</sup> C2C-CC = Το CAR 2 CAR Communication Consortium (C2C-CC) στοχεύει στο να βοηθήσει στην κυκλοφορία χωρίς ατυχήματα το συντομότερο δυνατό. Επιπλέον, στοχεύει στην υποστήριξη του υψηλότερου επιπέδου ασφάλειας με βελτιωμένη απόδοση κυκλοφορίας οπουδήποτε, οποτεδήποτε με το χαμηλότερο κόστος για τον τελικό χρήστη και το περιβάλλον (CAR-2-CAR, Our Mission and Objectives, n.d.)

<sup>27</sup> Polis = δίκτυο ευρωπαϊκών πόλεων και περιφερειών που συνεργάζονται για την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών και πολιτικών για τις τοπικές μεταφορές (Polis, n.d.)

<sup>28</sup> ASECAP = είναι η Ευρωπαϊκή Ένωση Διαχειριστών Οδικών Υποδομών με Διόδους (ASECAP, n.d.)

<sup>29</sup> CEDR = Είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός ευρωπαϊκών εθνικών οδικών διοικήσεων, που προωθεί την Αριστεία στη Διαχείριση Οδών και ιδρύθηκε ως πλατφόρμα για τους Διευθυντές των Εθνικών Οδικών Αρχών (Wikipedia, Conference of European Directors of Roads, n.d.)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

αποθήκες, καθώς έχουν την ικανότητα να εντοπίζουν εμπόδια, να μετακινούν αντικείμενα και να επιλέγουν την καλύτερη διαδρομή για να φτάσουν στο σημείο που τους έχει οριστεί.

Το 2014 το Ινστιτούτο Βιομηχανικής της Βαλένθια (IBV) ολοκληρώνει το έργο HARKEN, που πραγματεύεται την ανίχνευση του επιπέδου προσοχής και υπνηλίας των οδηγών (Automated Driving Roadmap, 2015, pp. 20-23) (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, pp. 15-17).

Ευρωπαϊκά έργα στον τομέα της Συνδεσιμότητας και της αυτοματοποιημένης οδήγησης

Κατηγορία	Ακρωνύμιο	Όνομα	Διάρκεια	Σκοπός/Λέξεις Κλειδιά
Robot Car	<b>CityMobil</b>	Προς τις προηγμένες οδικές μεταφορές για το αστικό περιβάλλον	02/2004 – 01/2008	Εφαρμογές ασφάλειας και τεχνολογίες: ασφαλής ταχύτητα και ασφαλής παρακολούθηση, πλευρική υποστήριξη, ασφάλεια διασταυρώσεων, τεχνολογία ενεργού 3D αισθητήρα για παρακολούθηση πριν από σύγκρουση και των τυφλών σημείων.
Robot Car	<b>PICAV</b>	<b>Personal Intelligent City Accessible Vehicle</b> (Προσωπικό Ευφύες Προσβάσιμο Όχημα Πόλης)	08/2009 – 07/2012	Μεταφορά επιβατών, αστική κυκλοφορία, κοινή χρήση οχήματος, δικτύωση, υποβοηθούμενη οδήγηση, εύαλωτοι χρήστες των δρόμων.
Robot Car	<b>CATS</b>	<b>City Alternative Transport System</b> (Εναλλακτικό Σύστημα Μεταφορών Πόλης)	01/2010 – 12/2014	Ρομποτικά, ηλεκτρικά οχήματα χωρίς οδηγό, μεταφορά επιβατών, διαχείριση μεταφορών, αστικές μεταφορές
Robot Car	<b>FURBOT</b>	<b>Freight Urban RoBOTic vehicle</b> (Αστικό Ρομποτικό Όχημα για Εμπορεύματα)	11/2011 – 10/2014	Πλήρως ηλεκτρικά οχήματα για εμπορευματικές μεταφορές σε αστικές περιοχές, ρομποτική
Robot Car	<b>CityMobil2</b>	Οι πόλεις παρουσιάζουν την αυτοματοποιημένη οδική μεταφορά των επιβατών	09/2012 – 08/2016	Αυτοματοποιημένο σύστημα οδικών μεταφορών, αυτόματα οχήματα, χωρίς οδηγό, αστικές συγκοινωνίες, υποδομές, νομοθεσία

Συστήματα υποβοήθησης οδηγού	<b>PREVENT</b>	<b>Preventive and Active Safety Application</b> (Εφαρμογή Προληπτικής και Ενεργητικής Ασφάλειας)	02/2004 – 01/2008	Ανάπτυξη και επίδειξη εφαρμογών προληπτικής ασφάλειας και τεχνολογιών (προηγμένοι αισθητήρες, τεχνολογίες επικοινωνίας και θέσης εντοπισμού)
Συστήματα υποβοήθησης οδηγού	<b>HAVEit</b>	<b>Highly Automated Vehicles for Intelligent Transport</b> (Οχήματα υψηλής αυτοματοποίησης για ευφυείς μεταφορές)	02/2008 – 07/2011	Αυτοματοποιημένη βοήθεια σε συμφύρηση, προσωρινός αυτόματος πιλότος
Συστήματα υποβοήθησης οδηγού	<b>MiniFaros</b>	Μικροσκοπικός σαρωτής λέιζερ, χαμηλού κόστους, για την αντίληψη του περιβάλλοντος	01/2010 – 12/2012	Ανάπτυξη και επίδειξη καινοτόμου λέιζερ σαρωτή χαμηλού κόστος
Συστήματα υποβοήθησης οδηγού	<b>MOSARIM</b>	<b>MOre Safety for All by Radar Interference Mitigation</b> (Περισσότερη Ασφάλεια για όλους από τον μετρίασμό των παρεμβολών των ραντάρ)	01/2010 – 12/2012	Μετρίασμός παρεμβολών, ραντάρ μικρής εμβέλειας αυτοκινήτων.
Συστήματα υποβοήθησης οδηγού	<b>2WideSense</b>	<b>WIDE</b> spectral band & <b>WIDE</b> dynamics multifunctional imaging <b>SENSOR</b> Enabling safer car transportation (Ευρείας φασματικής ζώνης & ευρείας δυναμικής πολυλειτουργικός αισθητήρας απεικόνισης, που επιτρέπει την ασφαλέστερη μεταφορά του αυτοκινήτου)	01/2010 – 12/2012	Ανάπτυξη και δοκιμή αισθητήρων απεικόνισης επόμενης γενιάς, νέα συστήματα κάμερας.
Συστήματα υποβοήθησης οδηγού	<b>interactIVe</b>	Αποφυγή ατυχημάτων με ενεργητική παρέμβαση για έξυπνα οχήματα	02/2010 – 06/2013	Ανάπτυξη συστημάτων ασφαλείας για την υποστήριξη του οδηγού (κοινοί ενεργοποιητές διεύθυνσης και πέδησης).

Συστήματα υποβοήθησης οδηγού	<b>AdaptIVE</b>	<b>Automated Driving Applications and Technologies for Intelligent Vehicles</b> (Εφαρμογές και Τεχνολογίες Αυτοματοποιημένης Οδήγησης για Ευφυή Οχήματα)	01/2014 – 06/2017	Αυτοματοποιημένη οδήγηση, αυτοκίνητα, φορτηγά, αυτοκινητόδρομοι, μεταφορές σε πόλεις, ελιγμοί σε κοντινές αποστάσεις.
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>COM2REACT</b>	<b>Cooperative Communication System to Realise Enhanced Safety and Efficiency in European Road Transport</b> (Σύστημα Συνεργατικής Επικοινωνίας για την υλοποίηση ενισχυμένης ασφάλειας και αποτελεσματικότητας στις ευρωπαϊκές οδικές μεταφορές)	01/2006 – 12/2007	Συστήματα επικοινωνίας δρόμων και αυτοκινήτων, συνεργατικό σύστημα, εμπλοκή συστημάτων αμφίδρομης επικοινωνίας: V2V και V2I, συμβολή στην τυποποίηση και εναρμόνιση σε όλη την Ευρώπη.
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>SAFESPOT</b>	Συνεργατικά Συστήματα Οδικής Ασφάλειας	02/2006 – 01/2010	Υλοποίηση και επίδειξη τεχνολογίας βασισμένης σε V2V, Τοπικοί δυναμικοί χάρτες, συγχώνευση δεδομένων πολλαπλών αισθητήρων.
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>COOPERS</b>	<b>Co-operative Networks for Intelligent Road Safety</b> (Συνεργατικά Δίκτυα Ευφυούς Οδικής Ασφάλειας)	02/2006 – 01/2010	Ανάπτυξη ευφών συστημάτων μεταφορών (ITS), τεχνολογία I2V, συνεργατική διαχείριση κυκλοφορίας.
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>CVIS</b>	<b>Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems</b> (Συνεργατικά Συστήματα Οχημάτων-Υποδομής)	07/2006 – 06/2010	Ανάπτυξη μιας τεχνολογικής πλατφόρμας που παρέχει εκτεταμένες λειτουργίες για τη συλλογή δεδομένων, την υποστήριξη ταξιδιού, τις λειτουργίες κυκλοφορίας και μεταφοράς και τις πληροφορίες για τον οδηγό.

Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>Intersafe2</b>	Cooperative <b>Intersection Safety</b> (Συνεργατική ασφάλεια διασταυρώσεων)	06/2008 – 05/2011	Ανάπτυξη Συστήματος Ασφάλειας Συνεργατικών Διασταυρώσεων (CISS) – ανίχνευση στατικών και δυναμικών στοιχείων του κυκλοφοριακού περιβάλλοντος.
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>ISI-PADAS</b>	<b>I</b> ntegrated <b>H</b> uman <b>M</b> odelling and <b>S</b> imulation to Support Human Error Risk Analysis of <b>P</b> artially <b>A</b> utonomous <b>D</b> river <b>A</b> ssistance <b>S</b> ystems (Ολοκληρωμένη μοντελοποίηση και προσομοίωση ανθρώπου, για την υποστήριξη της ανάλυσης κινδύνου ανθρώπινου λάθους, του μερικώς αυτόνομου συστήματος υποβοήθησης οδηγού)	09/2008 – 08/2011	Κοινή Πλατφόρμα Προσομοίωσης Οδηγού-Οχήματος-Περιβάλλοντος, πρόβλεψη σφαλμάτων οδηγού σε ρεαλιστικά σενάρια κυκλοφορίας, μοντελοποίηση οδηγού, Ανάλυση Κινδύνου Ανθρώπινου Σφάλματος.
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>SARTRE</b>	<b>S</b> afe <b>R</b> oad <b>T</b> rains for the <b>E</b> nvironment (Ασφαλή οδικά τρένα για το περιβάλλον)	09/2009 – 10/2012	Ανάπτυξη στρατηγικών και τεχνολογιών που επιτρέπουν στις διμοιρίες οχημάτων να λειτουργούν σε δημόσιους αυτοκινητόδρομους – εισαγωγή της ιδέας της διμοιρίας οχημάτων.
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>DRIVE2X</b>	<b>D</b> RIVing implementation and <b>E</b> valuation of <b>C2X</b> communication technology in Europe (Πρόωθηση της εφαρμογής και αξιολόγησης της τεχνολογίας επικοινωνίας C2X στην Ευρώπη)	01/2011 – 12/2013	Δημιουργία εναρμονισμένου περιβάλλοντος δοκιμών σε ευρωπαϊκό επίπεδο για συνεργατικά συστήματα, πρόωθηση της συνεργατικής οδήγησης.

Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>79GHz</b>	Διεθνής πρωτοβουλία εναρμόνισης συχνότητας 79 GHz για αυτοκίνητα και πλατφόρμα τυποποίησης συχνότητων ραντάρ οχημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο	07/2011 – 06/2014	Παγκόσμια εναρμόνιση, ζώνη 79 GHz, ραντάρ αυτοκινήτου μικρής εμβέλειας.
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>AMiDST</b>	<b>Analysis of Massive Data Streams</b> (Ανάλυση μαζικών ροών δεδομένων)	01/2014 – 12/2016	Μεγάλα δεδομένα, επεξεργασία ροής, ανάπτυξη λογισμικού, αυτοκινητοβιομηχανία.
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>COMPANION</b>	Συνεργατική δυναμική συγκρότηση διμοιριών για ασφαλή και ενεργειακά βελτιστοποιημένη μεταφορά εμπορευμάτων	10/2013 – 09/2006	Εφαρμογή διμοιρίας σε βαρέα οχήματα, ανάπτυξη εννοιών για εφαρμογές διμοιρίας σε καθημερινές μεταφορικές επιχειρήσεις (εσωτερικά συστήματα για συντονισμένη διμοιρία, πολυτροπικές διεπαφές χρήστη).
Συνδεσιμότητα και Επικοινωνία	<b>AutoNet2030</b>	Συνεταιριστικά Συστήματα Υποστήριξης Δικτυωμένης Αυτοματοποιημένης Οδήγησης	11/2013 – 10/2016	Ανάπτυξη και δοκιμή μιας συνεργατικής τεχνολογίας αυτοματοποιημένης οδήγησης με χρονικό ορίζοντα μεταξύ 2020 και 2030.
Δικτύωση/ Προκλήσεις	<b>BRAiVE</b>	<b>BRAin-drIVE</b>	2008	Ένα πρωτότυπο μοντέλο ανάπτυξης οχήματος από τη VisLab, σχεδιασμένο για τη δοκιμή εννοιών, αισθητήρων και συγκεκριμένων HMI. Το πρωτότυπο χρησιμοποιήθηκε επίσης για το σχεδιασμό του νέου ADAS.

Δικτύωση/ Προκλήσεις	<b>Nearctis</b>	Network of Excellence for Advanced Road Cooperative Traffic Management in the Information Society (Δίκτυο Αριστείας για Προηγμένη Οδική Συνεταιριστική Διαχείριση Κυκλοφορίας στην Κοινωνία της Πληροφορίας)	07/2008 – 06/2012	Ακαδημαϊκό δίκτυο διαχείρισης και βελτιστοποίησης της κυκλοφορίας με έμφαση σε συνεργατικά συστήματα ικανά να αντιμετωπίσουν την ασφάλεια, την κατανάλωση ενέργειας, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τη συμφόρηση.
Δικτύωση/ Προκλήσεις	<b>VIAC</b>	VisLab Intercontinental Autonomous Challenge (Δημιουργική Αυτόνομη Πρόκληση VisLab)	07/2010 – 10/2010	Πρόκληση που σχεδιάστηκε από το VisLab ως μια ακραία δοκιμή για αυτοματοποιημένα οχήματα.
Δικτύωση/ Προκλήσεις	<b>VRA</b>	Support action for Vehicle and Road Automation network (Δράση υποστήριξης για τον Αυτοματισμό Οχημάτων και Οδών δίκτυο)	07/2013 – 2/2016	Δημιουργεί ένα συνεργατικό δίκτυο ειδικών και ενδιαφερομένων που εργάζονται για την ανάπτυξη αυτοματοποιημένων οχημάτων και της σχετικής υποδομής τους.
Δικτύωση/ Προκλήσεις	<b>GCDC</b>	Grand Cooperative Driving Challenge (Μεγάλη Συνεργατική Οδηγητική Πρόκληση)	10/2013 – 10/2016 (ετησίως)	Διοργανώνεται από το έργο i-GAME που στοχεύει στην επιτάχυνση της πραγματικής υλοποίησης και της διαλειτουργικότητας της αυτοματοποιημένης οδήγησης που βασίζεται στην ασύρματη επικοινωνία.

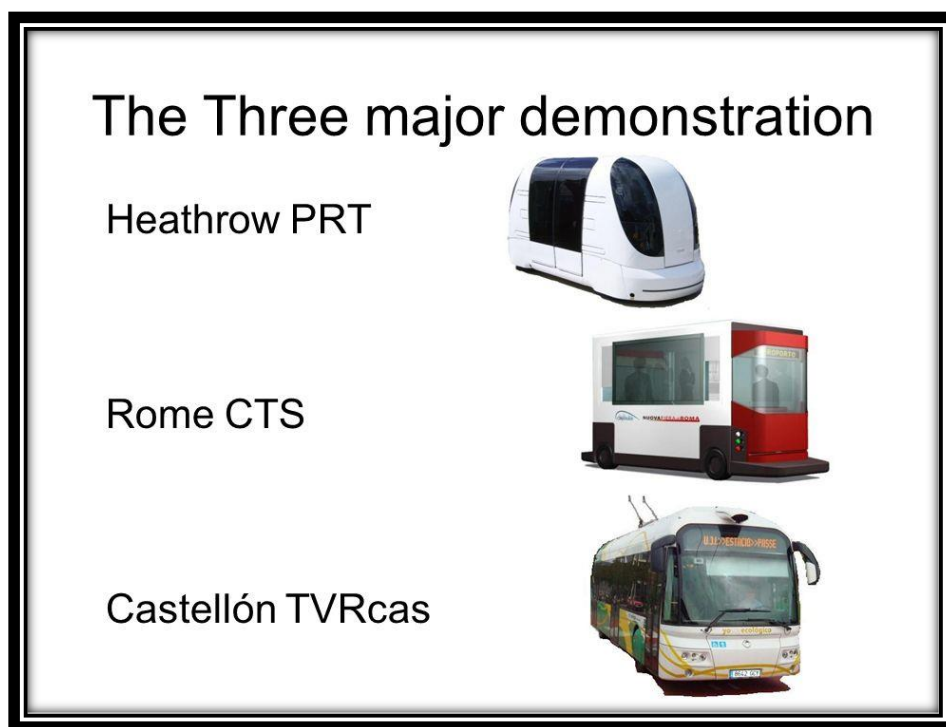
## Citymobil

Το Citymobil αποτέλεσε ένα ολοκληρωμένο έργο του έκτου Προγράμματος Πλαισίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Διήρκησε, όπως αναφέρεται και στον παραπάνω πίνακα, από τον Φεβρουάριο του 2004, έως τον Ιανουάριο του 2008. Στόχος του προγράμματος ήταν η οργάνωση των αστικών συγκοινωνιών, ώστε να υπάρξει μείωση της συμφόρησης και της ρύπανσης, πιο σωστή χρήση των οχημάτων, πιο ασφαλής οδήγηση και καλύτερο επίπεδο διαβίωσης.



Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Το υποέργο1 εστίασε στην ανάγκη ύπαρξης καινοτόμων και προηγμένων λύσεων στις αστικές μεταφορές και στην αξιολόγηση των συστημάτων. Έτσι, πραγματοποιήθηκαν τρεις παρουσιάσεις. Η πρώτη έγινε στο αεροδρόμιο του Heathrow στο Λονδίνο, όπου μέσω ενός προσωπικού συστήματος ταχείας μεταφοράς (ULTra<sup>30</sup>), γίνεται η σύνδεση ανάμεσα στον χώρο στάθμευσης των οχημάτων και το νέο κτήριο του τερματικού σταθμού. Η δεύτερη έγινε στη Ρώμη, όπου διαδικτυακά οχήματα (CTS<sup>31</sup>) συνέλλεγαν επισκέπτες από το χώρο στάθμευσης και τον έφερναν στην είσοδο των νέων εκθεσιακών κτηρίων της πόλης και Τρίτη έλαβε χώρα στο Castellón της Ισπανίας, όπου ένα αυτόνομο λεωφορείο (TVRcas<sup>32</sup>), με οδηγό, συνέδεε το πανεπιστήμιο με το κέντρο της πόλης.



Εικόνα 8 - Οι τρεις μεγάλες επιδείξεις του CityMobil (Francesco, 2009)

Όλες αυτές οι δραστηριότητες έγιναν με τη μορφή επιδείξεων σαν εργαστήριο, ώστε να μπορούν να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα, να αναλυθούν και βρεθούν λύσεις. Επίσης αφορούν την τεχνική σκοπιμότητα, τη διαχείριση της κυκλοφορίας, τα επιχειρηματικά μοντέλα και τις κατευθυντήριες γραμμές για την εφαρμογή των καταλληλότερων λύσεων

<sup>30</sup> Urban Light Transport = Αστικές ελαφριές συγκοινωνίες (Benmimoun, Lowson, Marques, Giustiniani, & Parent, 2009, p. 9)

<sup>31</sup> Cybernetic Transport Systems = Κυβερνητικά Συστήματα Μεταφορών (Benmimoun, Lowson, Marques, Giustiniani, & Parent, 2009, p. 12)

<sup>32</sup> Transporte en Vía Reservada de Castellón (Francesco, 2009)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

για τις μεταφορές, ανάλογες με τις ανάγκες (Benmimoun, Lawson, Marques, Giustiniani, & Parent, 2009, p. 9)

Ενώ, υπήρξε ιδιαίτερος επιτυχημένο ως έργο, το CityMobil δεν κατάφερε να παρουσιάσει ένα πλήρως αυτοματοποιημένο όχημα, που να κυκλοφορεί σε μικτούς αστικούς δρόμους. Παρόλα αυτά, κατάφερε να τραβήξει το ενδιαφέρον αρκετών πόλεων (Alessandrini, 2018, pp. 2-3).

Έτσι, εκτός από αυτές τις βασικές δραστηριότητες είχαν προγραμματιστεί και μερικές ακόμα (Benmimoun, Lawson, Marques, Giustiniani, & Parent, 2009, p. 16):

- Στο Daventry του Ηνωμένου Βασιλείου, τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2007, έκθεση cybercar.
- Στη Rochelle της Γαλλίας τον Σεπτέμβρη του 2008, προηγμένη έκθεση αυτοκινήτου πόλης.
- Στη Γένοβα της Ιταλίας τον Νοέμβρη του 2009, επίσης προηγμένη έκθεση αυτοκινήτου πόλης.
- Στο Τροντχάιμ της Νορβηγίας τον Αύγουστο του 2009, έκθεση cybercar
- Στη Χιβίνκα, της Φιλανδίας βιτρίνα cybercar
- Στη Λωζάνη της Ελβετίας, επίδειξη αυτοματοποιημένων μεταφορών στην πανεπιστημιούπολη της της Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

## CityMobil2

Το CityMobil2 ήταν ένα Ευρωπαϊκό έργο, που όπως αναφέρθηκε και παραπάνω διήρκησε από το Σεπτέμβριο του 2012 έως τον Αύγουστο του 2016 και αφορά τις αυτοματοποιημένες μετακινήσεις. Συγχρηματοδοτήθηκε από τη Γενική Διεύθυνση Έρευνας και Καινοτομίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στο πλαίσιο του Έβδομου Προγράμματος Πλαισίου Έρευνας και Ανάπτυξης. Υπεύθυνος συντονισμού του έργου, ήταν ο καθηγητής Adriano Alessandrini (Alessandrini, 2018, p. 2).

Έχοντας ως «οδηγό» το CityMobil, το CityMobil2 οργανώθηκε με ευέλικτο τρόπο σε δύο φάσεις επιλογής, ενώ δύο στόλοι σκόπευαν να αποκτηθούν από το έργο και να μεταφερθούν για 6 μήνες, σε 5 Ευρωπαϊκές πόλεις.

- Στην πρώτη φάση, διάρκειας 18 μηνών, έπρεπε:

- να γίνει ο καθορισμός των τεχνικών προδιαγραφών για τα συστήματα μεταφορών.
  - να καθοριστούν οι αρχές της αστικής ολοκλήρωσης
  - να καθοριστεί ο κατασκευαστής και οι μεθοδολογίες επιλογής πόλης
  - κάθε πόλη κάνει από μία μελέτη
  - να ζητηθεί από τους κατασκευαστές να ετοιμάσου από μία πρόταση ο καθένας
  - να επιλεγούν κατά τον τελευταίο μήνα, δύο από τους κατασκευαστές και πέντε από τις πόλεις.
- Στη δεύτερη φάση, διάρκειας 30 μηνών, θα γίνονταν οι πέντε επιδείξεις και οι πέντε βιτρίνες. Επειδή χρειάστηκε ανακατανομή του προϋπολογισμού και των αρμοδιοτήτων, έπρεπε να γίνουν κάποιες τροποποιήσεις στις συμβάσεις. Έτσι, για την επιλογή τόσο των επιδείξεων, όσο και των βιτρινών, αλλά και για τη διασφάλιση της αυστηρής παρακολούθησης όλης της διαδικασίας, συμμετείχαν οι αναθεωρητές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, για τις αναθεωρήσεις των έργων που έπρεπε να γίνονται κατά περιόδους (Alessandrini, 2018, p. 3).

Έπειτα από τη σύγκριση των μελετών που έκαναν οι πόλεις, επιλέχθηκαν εκείνες που είχαν τις «καλύτερες» τοποθεσίες για την επίδειξη των αυτοματοποιημένων οδικών μεταφορών. Οι πρώτες πόλεις που επιλέχθηκαν ήταν το Οριστάνο και το Μιλάνο στην Ιταλία, η Λα Ροσέλ στη Γαλλία και η Λωζάνη στην Ελβετία. Οι υπόλοιπες κρατήθηκαν για αργότερα. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έκανε δεκτή την επιλογή τον Ιανουάριο του 2014. Εν τέλει, έπειτα από κάποιες ανατροπές και αντικαταστάσεις οι επιδείξεις των στόλων πραγματοποιήθηκαν στις παρακάτω Ευρωπαϊκές πόλεις:

- Στο Οριστάνο, στην Ιταλία (Σαρδηνία) τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2014.
- Στη Λα Ροσέλ, στη Γαλλία από τον Οκτώβριο του 2014, έως τον Απρίλιο του 2015.
- Στη Λωζάνη, στην Ελβετία από τον Δεκέμβριο του 2014 έως τον Αύγουστο του 2015.
- Στη Βαντάα, στη Φιλανδία τον Ιούλιο του 2015.
- Στα Τρίκαλα, στην Ελλάδα από τον Αύγουστο του 2015 έως τον Φεβρουάριο του 2016.
- Σόφια Αντίπολης, στη Γαλλία από Μάρτιο έως τον Μάιο του 2016.
- Στο Σαν Σεμπασιάν, στην Ισπανία από τον Απρίλιο έως τον Ιούλιο του 2016 (Alessandrini, 2018, pp. 5-6).

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Παρά την χρεοκοπία ενός από τους δύο επιλεγμένους κατασκευαστές και την ανάγκη για αντικατάστασή του, αλλά και το γεγονός πως οι επιδείξεις είχαν πολύ διαφορετικές διάρκειες μεταξύ τους – στη Βαντάα της Φιλανδίας ήταν μια έκθεση κατοικιών διάρκειας μερικών εβδομάδων, ενώ στο Οριστάνο της Ιταλίας για την καλοκαιρινή περίοδο – με αποτέλεσμα να γίνουν τελικά επτά επιδείξεις (τρεις μεγάλες και 4 μικρότερες), η ευελιξία και ο αυστηρός έλεγχος των πόρων που μεταφέρθηκαν, φαίνεται πως ήταν οι λόγοι τελικά, της μεγάλης επιτυχίας του έργου (Alessandrini, 2018, p. 3).

Στη μεγάλη επιτυχία συνέβαλαν ο μεγάλος αριθμός επιβατών που μεταφέρθηκαν (περισσότεροι από 60.000 επιβάτες), η επίδειξη πως ο πλήρης, οδικός αυτοματισμός είναι εφικτός, η επίδειξη του τρόπου προετοιμασίας των αστικών υποδομών, ώστε να μπορούν οι απλές και ασφαλείς τεχνολογίες να λειτουργούν πλήρως αυτοματοποιημένες οδικές μεταφορές, ο καθορισμός της διαδικασίας πιστοποίησης των υποδομών και των τεχνολογιών, ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο ασφάλειας, η πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο απαιτούνται στρατηγικές σε αυτό το στάδιο, για την καθοδήγηση των εξελίξεων, για την επίτευξη θετικών, μακροπρόθεσμων επιπτώσεων (Alessandrini, 2018, pp. 6-7).



Εικόνα 9 - CITYMOBIL2 project: Λεωφορείο (Malhéné, n.d.)

## Safespot

Το Safespot ήταν ένα ολοκληρωμένο έργο του έκτου Προγράμματος Πλαισίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τεχνολογίες της Κοινωνίας της Πληροφορίας. Διήρκησε, από τον Φεβρουάριο του 2006 έως τον Ιανουάριο του 2010 και αφορά τα Συνεργατικά Συστήματα Οδικής Ασφάλειας «Έξυπνα οχήματα σε Έξυπνους Δρόμους». Αποτελέσε κοινοπραξία 51 εταιρών (12 ευρωπαϊκές χώρες, φορητά, αυτοκίνητα, μοτοσικλέτες, ερευνητικά ινστιτούτα, πανεπιστήμια, κ.α.). Συντονιστής ήταν ο Roberto Brignolo. Στόχος του προγράμματος ήταν η πρόληψη των τροχαίων ατυχημάτων, με την ανάπτυξη ενός «Βοηθού» (Safety Margin Assistant - Ευφυές Συνεταιριστικό Σύστημα), βασισμένο στην επικοινωνία V2V και V2I, ο οποίος θα ήταν ικανός να ανιχνεύει εκ των προτέρων, δυνητικά επικίνδυνες καταστάσεις και να επεκτείνει την επίγνωση των οδηγών για το περιβάλλον στο χώρο και στο χρόνο (Provera, 2006, p. 2) (CRF Brignolo, et al., p. 8).

Ειδικοί σκοποί χρήσης του βοηθού (Provera, 2006, p. 5):

- Οι «βοηθοί» να χρησιμοποιούν τόσο την υποδομή όσο και τα οχήματα ως πηγές πληροφοριών (που σχετίζονται με την ασφάλεια), για να αναπτύξουν ανοιχτή, ευέλικτη και αρθρωτή αρχιτεκτονική και πλατφόρμα επικοινωνίας
- Μέσω των βοηθών να αναπτυχθούν οι βασικές τεχνολογίες ενεργοποίησης όπως το ad-hoc, η δυναμική δικτύωση, οι δυναμικοί χάρτες τοπικής κυκλοφορίας
- Μέσω του βοηθού να αναπτυχθεί μια γενιά τεχνικών ανίχνευσης που θα βασίζονται στις υποδομές
- Για δοκιμές εφαρμογών που βασίζονται σε σενάρια για την αξιολόγηση των επιπτώσεων και της αποδοχής από τον τελικό χρήστη.
- Να καθοριστεί η πρακτική εφαρμογή τους, ειδικά στην αρχή που θα είναι εξοπλισμένα όλα τα οχήματα
- Να χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των πτυχών ευθύνης, των κανονισμών και των θεμάτων τυποποίησης που μπορούν να επηρεάσουν την εφαρμογή: η συμμετοχή των δημόσιων αρχών από τα πρώτα στάδια θα αποτελέσει βασικό παράγοντα για τη μελλοντική ανάπτυξη

Περιπτώσεις χρήσης (Provera, 2006, p. 14):

- Ελιγμοί ασφαλούς αλλαγής λωρίδας

- Οδική αναχώρηση
- Συνεργατική επίγνωση κατάστασης και εκτεταμένη προειδοποίηση σύγκρουσης
- Συνεταιριστική ασφάλεια σήραγγας
- Πληροφορίες για την κατάσταση του δρόμου
- Συνεργατικοί ελιγμοί
- Προγνωστική μείωση ταχύτητας

Οι εφαρμογές λοιπόν του safespot θα μπορούν να επεκτείνουν τα περιθώρια ασφάλειας, όσον αφορά το χρόνο πρόβλεψης και ανίχνευσης ενός πιθανού ατυχήματος σε σημεία που είναι δύσκολα (μαύρα σημεία), αλλά και σε κρίσιμους ελιγμούς ασφάλειας. (Provera, 2006, p. 14)

## Autonet 2030

Το Autonet 2030 είναι ένα Ευρωπαϊκό έργο, που αφορά τα συνεταιριστικά Συστήματα Υποστήριξης Δικτυωμένης Αυτοματοποιημένης Οδήγησης και συνδέει μεταξύ τους δύο τομείς εντατικής έρευνας, τα συνεργατικά συστήματα για ευφυή συστήματα μεταφορών και την αυτοματοποιημένη οδήγηση. Λόγω της ταχύτατης εξέλιξης, τα οχήματα θα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και να συνεργάζονται τόσο μεταξύ τους, όσο και με τις υποδομές. Κάποια από τα οχήματα θα μπορούν να προσφέρουν πολύ προηγμένα συστήματα υποβοήθησης οδήγησης, που θα κυμαίνονται από το Cooperative Adaptive Cruise Control (C-ACC) έως τον πλήρη αυτοματισμό. Έτσι, τα ερευνητικά θέματα με τα οποία καταπιάνεται το Autonet 2030 είναι, πως οχήματα με διαφορετικές δυνατότητες μπορούν να συνεργαστούν αποτελεσματικά και να αυξήσουν την ασφάλεια, αλλά και τη ρευστότητα του συστήματος κυκλοφορίας, το είδος των πληροφοριών που πρέπει να ανταλλάσσουν και αν ο κεντρικός ή κατακεντρωμένος οργανισμός είναι καλύτερος.

Ο αυτοματισμός των οχημάτων, όπως έχει αποδειχθεί από προηγούμενες έρευνες, βασίζεται στους αισθητήρες και λόγω αυτού, οι αποφάσεις λαμβάνονται εντός του οχήματος. Σε προηγούμενα έργα παρατηρήθηκε πως στην αυτοματοποιημένη οδήγηση υπάρχει υποβοήθηση οδηγού και πως τα μεταγενέστερα έχουν να κάνουν περεταίρω έρευνες μέχρι την επίτευξη της πλήρους αυτοματοποιημένης οδήγησης.

Στόχος του έργου αυτού είναι η προώθηση προηγούμενων ερευνητικών αποτελεσμάτων σχετικά με την αυτοματοποίηση διμοιριών οχημάτων, επεκτείνοντας τους ελεγχόμενους

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

ελιγμούς σε γενικές ροές κυκλοφορίας. Να ερευνήσει και να επικυρώσει διαδικασίες και αλγόριθμους για τον έλεγχο της αλληλεπίδρασης μεταξύ συνεργατικών οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων εκτός των αυτοματοποιημένων, και των χειροκίνητων, που έχουν όμως, δυνατότητες συνεργασίας. Έχει ως πρόθεση τον ορισμό μιας προσέγγισης ελέγχου ελιγμών, που να είναι πολύ επεκτάσιμη σε σχέση με τον αριθμό των εξοπλισμένων οχημάτων, ικανή να αντιμετωπίζει με χάρη αστοχίες και να υποστηρίζει τόσο πρώιμα όσο και καθυστερημένα στάδια ανάπτυξης πλήρως αυτοματοποιημένων οχημάτων.

Το AutoNet 2030 εξετάζει πιο πολύ την αυτοματοποιημένη οδήγηση σε δίκτυο, παρά την αυτόνομη οδήγηση (De La Fortelle, et al., 2014, pp. 2-4). Προσφέρει ένα καινούριο πλαίσιο στο οποίο διαφορετικοί τομείς (επικοινωνία, αντίληψη, καταναμημένος έλεγχος) συγκλίνουν, με σκοπό τον καθορισμό των κατάλληλων συνεργατικών αυτοματοποιημένων ελιγμών. Στοχεύει στη συμβολή νέων προτύπων και μηνυμάτων, που θα ανταλλάσσονται, ώστε τα μελλοντικά οχήματα να μπορούν να συνεργάζονται, έχοντας έναν κοινό κώδικα επικοινωνίας και κοινούς κανόνες (De La Fortelle, et al., 2014, p. 10).

#### 6.1.2. Συνεργασίες δημόσιου και ιδιωτικού τομέα

Σε πολλές περιπτώσεις, κρίνεται απαραίτητη η συνεργασία του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα, προκειμένου να μπορέσουν να τρέξουν κάποια έργα ή κάποια προγράμματα. Παρακάτω αναφέρονται μερικές τέτοιες περιπτώσεις:

Η Ολλανδία είναι μια από τις χώρες στις οποίες υπήρξε συνεργασία ανάμεσα στο δημόσιο και τον ιδιωτικό τομέα. Η Ολλανδική Πρωτοβουλία Αυτοματοποιημένων Οχημάτων (DAVI) είναι μια τέτοια συνεργασία που ξεκίνησε από τις TU Delft<sup>33</sup>, RDW<sup>34</sup>, Connekt<sup>35</sup> και TON. Η διερεύνηση και η επίδειξη της αυτοματοποιημένης οδήγησης σε δημόσιους δρόμους, είναι ο βασικός της ρόλος (Automated Driving Roadmap, 2015, p. 22).

Το Πρόγραμμα CityMobil βρήκε πρόσφορο έδαφος, καθώς υπήρξε συνεργασία ανάμεσα σε ιδιωτικούς και δημόσιους οργανισμούς των πόλεων, όπου έγιναν οι επιδείξεις, δηλαδή το Heathrow, τη Ρώμη και το Castellón, αλλά και πολιτική υποστήριξη από αρμόδιες αρχές

---

<sup>33</sup>TU Delft - Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Ντελφτ (Delft, n.d.)

<sup>34</sup>RDW - Ολλανδική Αρχή Οχημάτων (micd, n.d.)

<sup>35</sup>Connekt: είναι ένα ερευνητικό πρόγραμμα που χρηματοδοτείται από το Horizon 2020 και διερεύνησε μεταξύ 2020 και 2023 τους παράγοντες ριζοσπαστικοποίησης και βίαιου εξτρεμισμού μεταξύ των νέων ηλικίας 12 έως 30 ετών σε οκτώ χώρες: Βοσνία-Ερζεγοβίνη, Βουλγαρία, Αίγυπτος, Ιορδανία, Κοσσυφοπέδιο, Μαρόκο, Βόρεια Μακεδονία και Τυνησία (Connekt, n.d.)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ και δέσμευση για οικονομική επένδυση των έργων, χωρίς την οποία δεν θα μπορούσε να καταστεί επιτυχημένο ή βιώσιμο το συγκεκριμένο εγχείρημα (Benmimoun, Lowson, Marques, Giustiniani, & Parent, 2009, p. 9).

Στα πλαίσια του προγράμματος CityMobil2, λόγω της μεγάλης δυσκολίας του έργου εκτός από το Δήμο και την Περιφέρεια Θεσσαλίας, η e-Trikala ΑΕ συνεργάστηκε με το Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο Συστημάτων Επικοινωνίας και Υπολογιστών, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (CityMobil2, 2016).

## 6.2. Ανάλυση Περιστατικών και Αποτελεσμάτων

### Τρίκαλα

Στα πλαίσια του έργου της Ευρωπαϊκής Ένωσης CityMobil2, επιλέχθηκε η πόλη των Τρικάλων για την πιλοτική εφαρμογή κυκλοφορίας λεωφορείων, χωρίς οδηγό. Το έργο διήρκησε 6 μήνες, ενώ επιλέχθηκαν τα Τρίκαλα λόγω της χαμηλής ζήτησης σε δημόσιες συγκοινωνίες (Papadima, Genitsaris, Karagiotas, Naniopoulos, & Nalmpantis, 2020, p. 1). Συμμετείχαν σε αυτό 6 λεωφορεία χωρίς οδηγό, πραγματοποίησε 1.490 δρομολόγια, διάνυσε 3.580 χιλιόμετρα, ενώ μετέφερε 12.138 επιβάτες (Anthopoulos, Experimenting with Data and IoT in the urban space: the case of Trikala, 2018, p. 34).



Εικόνα 10 - Λεωφορείο χωρίς οδηγό στα Τρίκαλα (econews, 2016)



Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Τα αυτοματοποιημένα λεωφορεία χωρίς οδηγό, κυκλοφόρησαν στους δρόμους σε πραγματικές κυκλοφοριακές συνθήκες, πλάι σε πεζούς και αυτοκίνητα, το 2015, ενώ εκτελούσε συγκεκριμένη διαδρομή σε κεντρική περιοχή. Αυτό την έκανε και να ξεχωρίσει από τις υπόλοιπες τέσσερις πόλεις, που κυκλοφόρησαν τα λεωφορεία εκτός του αστικού ιστού (Χατζή, 2019-2020, σ. 41).

Σύμφωνα με την e-trikala A.E., σε δελτίο τύπου που έστειλε, την Πέμπτη στις 26 Νοεμβρίου του 2015 το πειραματικό αυτοματοποιημένο λεωφορείο χωρίς οδηγό, παρουσίασε σημειακή μικρή απόκλιση από την προγραμματισμένη του διαδρομή. Δεν προκάλεσε ζημιές και δεν συγκρούστηκε. Λόγω της χαμηλής έντασης της πέδησης και της ταχύτητας, δεν υπήρξαν έντονοι κραδασμοί στο εσωτερικό του οχήματος. Σημαντική διευκρίνηση είναι πως, όταν το όχημα ανιχνεύσει «εμπόδιο» ύψους 20 εκατοστών και σε απόσταση μικρότερη ή και ίση των 20 εκατοστών, ακινητοποιείται άμεσα. Επομένως, από επιστημονικής σκοπιάς, δεν μπορεί να προκληθεί κάποιο συμβάν. Το συμβάν αυτό είχε διάρκεια ελάχιστων δευτερολέπτων και μέσα στο όχημα υπήρχε χειριστής, ο οποίος λόγω της κατάλληλης εκπαίδευσής του, ήταν σε θέση να επέμβει, σε περίπτωση που χανόταν ο έλεγχος. Επίσης υπήρχε και η εποπτεία από το κέντρο ελέγχου κυκλοφορίας, που δημιουργήθηκε για το συγκεκριμένο πρόγραμμα. Χειριστής υπήρχε σε όλα τα δρομολόγια του οχήματος, σε καθημερινή βάση από τις 10 Νοεμβρίου που ξεκίνησε η λειτουργία του.



Εικόνα 11 - "Ατύχημα" λεωφορείου χωρίς οδηγό στα Τρίκαλα (Βλαχάκης, 2015)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Σε κάθε πείραμα ή πιλοτική εφαρμογή, ελλοχεύει πάντα ο κίνδυνος της αστοχίας και του σφάλματος, που όμως τροφοδοτούν με γνώση, για την συνέχιση και την επιτυχή έκβασή του. Το πιλοτικό αυτό πρόγραμμα έχει διεθνή αξία, καθώς αποτελεί σημαντικό βήμα για τον τομέα της αυτοκίνησης. (IEFIMERIDA.GR, 2015)

### Βρυξέλλες

Η Περιφέρεια της Πρωτεύουσας των Βρυξελλών το 2019, είναι ακόμα μία περίπτωση εφαρμογής δύο πιλοτικών έργων, όπου αυτόνομα λεωφορεία κυκλοφόρησαν, με σκοπό την παρατήρηση και τη μελέτη, για απόκτηση γνώσεων, βασισμένη στην αντίδραση των χρηστών. Τα λεωφορεία (τύπου Easy Mile EZ10) κυκλοφορούσαν σε διαφορετικές περιοχές, σε καθορισμένες διαδρομές σε ελεγχόμενο περιβάλλον. Είχαν χωρητικότητα από 8 έως 12 επιβάτες και κινούνταν με 10 έως 15 χιλιόμετρα την ώρα. Εκτός από τους επιβάτες, επέβαινε πάντα και ένας χειρίστης ασφαλείας.

Ο συντονισμός του πρώτου έργου έγινε από την εταιρεία δημόσιων συγκοινωνιών STIB, η οποία παρέχει υπηρεσίες δημόσιων μεταφορών στην περιφέρεια της πρωτεύουσας των Βρυξελλών και την περιφέρειά της. Σε αυτό το έργο, δύο λεωφορεία κάλυπταν μια καθορισμένη διαδρομή 1,5 χιλιομέτρου, μέσα σε ένα πάρκο. Έκαναν 5 στάσεις, βασισμένες σε σταθμούς του δήμου Sint-Pieters-Woluwe (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 5).

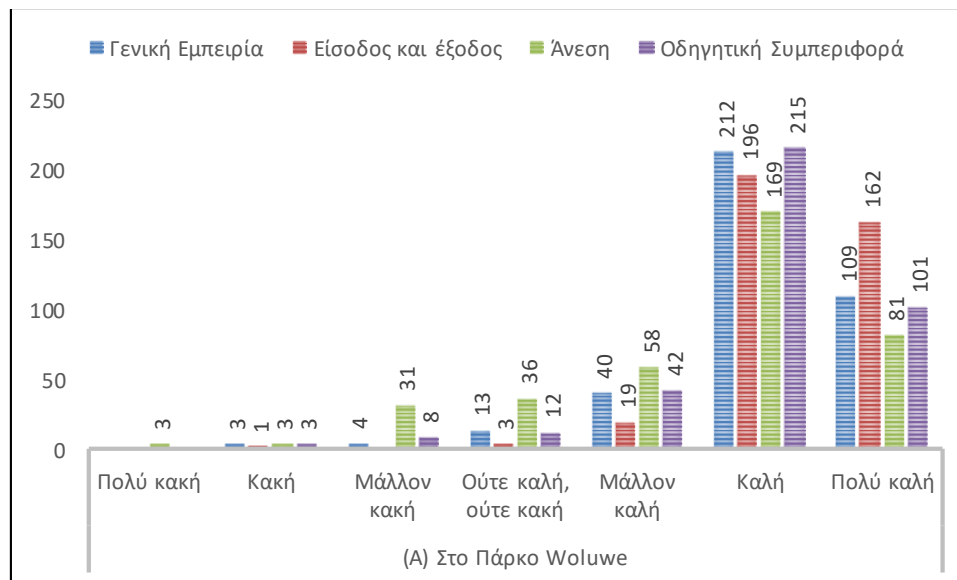


*Εικόνα 12 - Αριστερά: Το λεωφορείο - Δεξιά: Οι στάσεις που έκανε το λεωφορείο μέσα στο πάρκο (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 5)*

Αν και το περιβάλλον στο οποίο κινούνταν τα λεωφορεία ήταν ελεγχόμενο, υπήρχε αλληλεπίδραση με τους πεζούς και τους ποδηλάτες. Τα λεωφορεία είχαν δρομολόγια από Παρασκευή έως και Κυριακή, από τον Ιούνιο του 2019 έως και το Σεπτέμβρη του ίδιου έτους. Από τους 5293 επισκέπτες του πάρκου που έκανα βόλτα με το αυτόνομο λεωφορείο, οι 443 συμμετείχαν στην έρευνα που διεξήχθη. Από αυτούς οι 384 αποτέλεσαν το καθαρό

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

δείγμα (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 6). Το 47,92% ήταν άνδρες, ενώ οι ηλικίες κυμαίνονταν από 17 έως 91 ετών, με μέση ηλικία τα 44,27 έτη. Το 70,31% ήταν εργαζόμενοι, το 16,93% συνταξιούχοι, ενώ μόλις το 12,76% ήταν φοιτητές. Ως προς το μορφωτικό τους επίπεδο, το 64,84% είχαν πτυχίο πανεπιστημίου ή κολλεγίου (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 8). Το «δείγμα» κλήθηκε να απαντήσει σε διάφορα ζητήματα. Οι απαντήσεις των ερωτηθέντων, σχετικά με τη γενική εμπειρία, την είσοδο και την έξοδο από το λεωφορείο, την άνεση και την οδηγητική συμπεριφορά, φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:



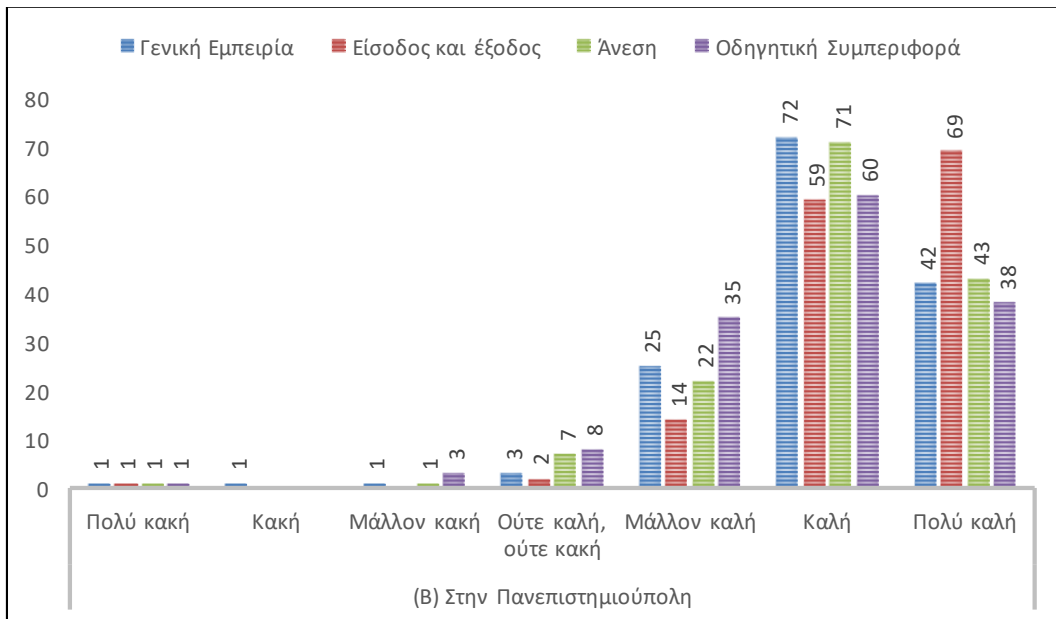
Εικόνα 13 - Αποτελέσματα έρευνας από το πάρκο Woluwe (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 9)

Ο συντονισμός του δεύτερου έργου έγινε από την ερευνητική ομάδα MOBI (VUB) σε συνεργασία με τις επίσης ερευνητικές ομάδες SMIT (VUB) και Louise (ULB). Όριζε μια διαδρομή που συνέδεε τις φοιτητικές εστίες με τα αμφιθέατρα της Πανεπιστημιούπολης Υγείας των Βρυξελλών στον δήμο Jette, σε ιδιωτικό αυτή τη φορά έδαφος, σε αντίθεση με το προηγούμενο πιλοτικό έργο. Η διαδρομή ήταν 350 μέτρα, με μικτή κυκλοφοριακή κατάσταση. Τα δρομολόγια των λεωφορείων εκτελούνταν μόνο τις καθημερινές, από τον Αύγουστο, έως και τον Οκτώβριο του 2019 (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 5).



Εικόνα 14 - Αριστερά: Το λεωφορείο - Δεξιά: Η διαδρομή που έκανε το λεωφορείο από τις εστίες στο αμφιθέατρο (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 6)

Στο δεύτερο έργο το δείγμα διαμορφώθηκε από φοιτητές, αλλά και προσωπικό και επισκέπτες του πανεπιστημίου και του πάρκου. Από τους 549 επιβάτες που έκαναν βόλτα με το λεωφορείο, ερωτήθηκαν οι 251 και από αυτούς καθαρό δείγμα αποτέλεσαν οι 145, καθώς και 75 άλλοι χρήστες του δρόμου (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 6). Από αυτούς το 42,76% ήταν άνδρες, με το 73,10% να είναι φοιτητές και 68,97% εξ αυτών, κάτω των 25 ετών. Ως προς το μορφωτικό τους επίπεδο το 40% είχε πτυχίο πανεπιστημίου ή κολεγίου, ενώ το 44% είχε μόλις πτυχίο γυμνασίου (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 8). Το «δείγμα» κλήθηκε να απαντήσει σε διάφορα ζητήματα. Οι απαντήσεις των ερωτηθέντων, σχετικά με τη γενική εμπειρία, την είσοδο και την έξοδο από το λεωφορείο, την άνεση και την οδηγητική συμπεριφορά, φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:



Εικόνα 15 - Αποτελέσματα έρευνας από την Πανεπιστημιούπολη (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 9)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Ο κύριος τρόπος μεταφοράς και των δύο δειγμάτων στην περιφέρεια των Βρυξελλών ήταν τα μέσα μαζικής μεταφοράς, ενώ μόνο το ένα τρίτο εξ αυτών, χρησιμοποιούσε αυτοκίνητο ή μηχανή και κάποιοι λίγοι ποδήλατο ή πήγαιναν με τα πόδια (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 8).

Η παρούσα εργασία, είναι αποτέλεσμα σταχυολόγησης στατιστικών δεδομένων. Ως συμπέρασμα και από τα δύο έργα, προκύπτει πως ο κόσμος σε γενικές γραμμές είναι θετικός στην χρήση αυτής της τεχνολογίας, αν και υπάρχει κάποια ανησυχία και δυσπιστία σχετικά με το θέμα της ασφάλειας, σε πραγματικές συνθήκες, σε πραγματικό χρόνο. Παρ' όλα αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν, πως οι αρχές των πόλεων, πρέπει να ενθαρρύνονται και να εφαρμόζουν, τέτοια πιλοτικά έργα (Feys, Rombaut, & Vanhaverbeke, 2020, p. 20).

## 7. Προκλήσεις και Μελλοντικές Προοπτικές

### 7.1. Τεχνολογικές Προκλήσεις

Το υψηλό επίπεδο ασφάλειας των δεδομένων, που απαιτείται για την επικοινωνία ανάμεσα σε αυτόματα οχήματα, το σε ποιον ανήκουν τα δεδομένα αυτά που συλλέγονται, η αξιολόγηση των δεδομένων και η πιθανή κακή χρήση τους, αλλά και οι πιθανές κυβερνοεπιθέσεις, ίσως αποτελέσουν ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη τους και την εφαρμογή τους σε μαζικό επίπεδο. (Anderson, et al., 2016, p. 94) (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, pp. 5-6) (Navarro, Fernández, Borraz, & Alonso, 2016, p. 2)

Αν και κάποιοι πιστεύουν πως τα αυτοματοποιημένα οχήματα χωρίς οδηγό, θα έχουν μεγάλο μερίδιο της κυκλοφορίας μέχρι το 2040, η πραγματικότητα φαίνεται να απέχει από αυτό, καθώς οι τεχνολογικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη βελτίωση της απόδοσης, γύρω από την ασφάλεια των εν κινήσει αυτοματοποιημένων οχημάτων, απαιτούν βελτίωση. (Navarro, Fernández, Borraz, & Alonso, 2016, p. 2)

### 7.2. Κοινωνικές Αντιδράσεις και Αποδοχή

Σύμφωνα με κάποιες έρευνες που διεξήχθησαν σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προέκυψαν ορισμένα αποτελέσματα σχετικά με το αν, και σε τι ποσοστό είναι αποδεκτά από τον κόσμο τα αυτόνομα οχήματα.

Η Continental AG έπειτα από έρευνά της που πραγματοποίησε στη Γερμανία, διαπίστωσε πως το 67% των Γερμανών γνώριζε περισσότερο τις τεχνολογίες εξελίξεις σχετικά με την αυτοματοποιημένη οδήγηση, συγκριτικά με τους Ιάπωνες, που άγγιζαν μόλις το 29%.

Η Ipsos MORI, έκανε μελέτη, για το ποια είναι η γνώμη που έχουν οι άνθρωποι σχετικά με το να οδηγούν πιο λίγα αυτοκίνητα, για την αυτοκινητοβιομηχανία. Η μελέτη έγινε σε δείγμα, 1001 Βρετανών, ηλικίας 16 έως και 75 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν, πως μόνο το 18% των Βρετανών θεωρεί σημαντικό να εστιάσουν οι κατασκευαστές σε τεχνολογίες άνευ οδηγού, ενώ το 41% δεν το θεωρεί σημαντικό. Περαιτέρω μελέτη, επικεντρωμένη στην γνώμη των ερωτηθέντων σε σχέση με το φύλο και την ηλικία τους έδειξε πως οι άντρες (23%) είναι πιθανότερο να αποκτήσουν ένα αυτόματο όχημα χωρίς οδηγό, σε σχέση με τις γυναίκες (13%). Επίσης σύμφωνα με τη μελέτη, περίπου οι μισές γυναίκες (47%) πιστεύουν πως τα οχήματα χωρίς οδηγό δεν είναι σημαντικά, σε σύγκριση με το 36% των ανδρών. Ακόμα, η μελέτη έδειξε, πως οι ερωτηθέντες άνω των 55 ετών, πιστεύουν πως τα οχήματα χωρίς οδηγό δεν είναι σημαντικά, συγκριτικά, με λιγότερο από το ένα τρίτο των ερωτηθέντων ηλικίας 16 έως 24 ετών. Τέλος, οι άνθρωποι που ζουν σε πόλεις με κυκλοφοριακή συμφόρηση, όπως στο Λονδίνο, βρήκαν την αυτοματοποιημένη οδήγηση πιο σημαντική σε σχέση με εκείνους που ζουν σε μη αστικό περιβάλλον.

Ο Begg (2014), διεξήγαγε έρευνα που αφορούσε τις αντιλήψεις των επαγγελματιών μεταφορών στο Λονδίνο, για το πόσο σύντομα και εάν πιστεύουν ότι η μεταφορά χωρίς οδηγό, θα γινόταν πραγματικότητα. Το δείγμα της μελέτης ήταν πάνω από 3.500 άτομα, με το 35% εξ αυτών να πιστεύουν πως τα αυτοματοποιημένα οχήματα, με αυτοματισμό συνδυασμένης λειτουργίας, θα είναι μια συνηθισμένη εικόνα, για τους δρόμους του Ηνωμένου Βασιλείου μέχρι το 2025, ενώ το για το 10% ήταν κάτι που πίστευαν πως δεν θα συμβεί, ποτέ. Το 28% εξ αυτών, πιστεύει, πως τα αυτοματοποιημένα οχήματα, με περιορισμένο αυτοματισμό αυτοοδήγησης, δεν θα είναι συνηθισμένα για τους δρόμους του ηνωμένου Βασιλείου, νωρίτερα από το 2040, ενώ το 20% (το διπλάσιο σε σχέση με πριν) πίστευε πως δεν θα συμβεί ποτέ. Ακόμα, το 20% πίστευε πως τα αυτοματοποιημένα οχήματα, πλήρους αυτοοδήγησης, θα ήταν συνηθισμένα για τους δρόμους του Ηνωμένου Βασιλείου, έως το 2040, ενώ τώρα το 30% πίστευε πως αυτό δεν θα συμβεί ποτέ. Τέλος το 36% συμφώνησε με την άποψη, πως θα αυξηθεί η ασφάλεια όλων των χρηστών του οδικού δικτύου, λόγω των αυτοματοποιημένων οχημάτων, ενώ το 24% συμφώνησε σε απόλυτο βαθμό με την άποψη αυτή (Kyriakidis, Happee, & De Winter, 2015, pp. 129-130).

### 7.3. Προοπτικές και Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Οι Ευρωπαίοι προμηθευτές του Tier 1 κεφαλαίου, είχαν προβλέψει το 2012, πως το 2020 θα ήταν εφικτή η αυτοματοποιημένη οδήγηση σε αρκετά υψηλό επίπεδο, ενώ πως από το

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

2025 θα είναι πλήρως εφικτή. Ακόμα, είχαν πει πως το 2016 η εφαρμογή μερικού αυτοματισμού θα είναι δυνατή για καταστάσεις «stop and go<sup>36</sup>», αλλά μόνο σε αυτοκινητόδρομους και για ταχύτητα 30km/h.

Άλλη πρόβλεψη που έγινε στον οδικό χάρτη ITS του CLEPA<sup>37</sup>, αναφερόταν σε υψηλού επιπέδου αυτοματοποίηση κατά την οδήγηση από το 2020 έως το 2025, ενώ η γερμανική VDA<sup>38</sup> περιμένει την εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> επιπέδου αυτοματοποίησης στο κοντινό μέλλον, και στη συνέχεια του 3<sup>ου</sup> επιπέδου.

Το Μάιο του 2013, το iMobility Forum, δημοσίευσε την πρώτη έκδοση του οδικού χάρτη για την «Αυτοματοποίηση στις Οδικές Μεταφορές». Οι συγγραφείς ανέλυσαν διεξοδικά, όλες τις πιθανές εφαρμογές που μπορεί να έχουν οι νέες τεχνολογίες και συνεισέφεραν στο εμπορικό κομμάτι των νέων επερχόμενων τεχνολογιών, όσον αφορά τα επίπεδα αυτοματισμού.

Επίσης, η ηλεκτροκίνηση των οχημάτων θα δημιουργήσει νέες συνεργασίες, έχοντας ως προοπτική την αυτοματοποίηση στις μεταφορές. Ενώ, υπάρχει η δυνατότητα να εφαρμοστεί σε όλα τα συμμετέχοντα οχήματα του οδικού δικτύου μεταφορών, όπως είναι τα ποδήλατα, τα φορτηγά, τα επιβατηγά αυτοκίνητα, οι μοτοσυκλέτες κ.α., ο διατιθέμενος οδικός χάρτης, αφορά μόνο στην αυτοματοποίηση των αυτοκινήτων, γεγονός που απλουστεύει την κατάσταση σε πρώτο επίπεδο, αλλά αφήνοντας περιθώρια για επέκταση μελλοντικά και στα άλλα οχήματα.

Βασικός στόχος αυτού του οδικού χάρτη, είναι η πρόβλεψη του εύρους, ο προσδιορισμός των ενεργειών και ο χρονοπρογραμματισμός σε επερχόμενες νέες τεχνολογίες που σχετίζονται με τα έξυπνα συστήματα και την πρόοδο που θα έχει η αυτοματοποιημένη οδήγηση στις έξυπνες πόλεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, p. 5).

---

<sup>36</sup>Stop and go = Προσαρμοζόμενο σύστημα ελέγχου ταχύτητας ταξιδιού με σύστημα σταματήματος και ξεκινήματος. Χρησιμοποιεί αισθητήρες ραντάρ και κάμερας, για να προσαρμόσει την ταχύτητα του οχήματος, ώστε να διατηρεί την καθορισμένη απόσταση από το όχημα που προπορεύεται στην ίδια λωρίδα, ενώ το ακολουθεί μέχρι να ακινητοποιηθεί τελείως. Μπορεί επίσης να ενεργοποιηθεί το σύστημα, ώστε να ακολουθεί ένα προπορευόμενο όχημα και να προσαρμόζει την καθορισμένη ταχύτητα, όταν το όχημα είναι ακινητοποιημένο (Ford, n.d.)

<sup>37</sup>CLEPA = αντιπροσωπεύει περισσότερες από 3.000 εταιρείες που προμηθεύουν εξαρτήματα τελευταίας τεχνολογίας και καινοτόμο τεχνολογία για ασφαλή, έξυπνη και βιώσιμη κινητικότητα (CLEPA, n.d.)

<sup>38</sup>VDA = Γερμανική Ένωση της Αυτοκινητοβιομηχανίας. Είναι μια γερμανική ομάδα συμφερόντων της γερμανικής αυτοκινητοβιομηχανίας, τόσο κατασκευαστών αυτοκινήτων όσο και προμηθευτών εξαρτημάτων αυτοκινήτων. Είναι μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (Wikipedia, Verband der Automobilindustrie, n.d.)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Ακόμα, το Συμβούλιο Στρατηγικής για την Ηλεκτρική Κινητικότητα eNOVA και το CLEPA δίνουν έμφαση στο πόσο σημαντική είναι η R&D<sup>39</sup> στις βασικές τεχνολογίες που θα συμβάλουν στην εξελικτική πορεία της αυτόματης οδήγησης στην Ευρώπη (Dr. Jadranka, Dr. Beate, & Dr. Gereon, 2015, pp. 3-4).

## 8. Συμπεράσματα και Προτάσεις

### 8.1. Σύνοψη Βασικών Ευρημάτων

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως αντικείμενο τη μελέτη των αυτοματοποιημένων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις της Ευρωπαϊκής ένωσης, το βαθμό που οι πολίτες είναι έτοιμοι και δεκτικοί σε αυτές τις αλλαγές, τη νομοθεσία, την ιδιωτικότητα, την αγορά εργασίας, καθώς και τα Ευρωπαϊκά προγράμματα που έχουν τρέξει ή βρίσκονται ακόμα σε εξέλιξη.

Παρατηρήθηκε στην παράγραφο 4.2.1., πως ενώ η εισαγωγή των αυτοματοποιημένων οχημάτων χωρίς οδηγό στοχεύει στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και στη μείωση του κόστους, ίσως τελικά αποδειχθεί κατά την πράξη πως είναι φαύλος κύκλος, καθώς η ευκολία λόγω της αυτοματοποίησης μπορεί να φέρει αύξηση στη ζήτηση για μετακίνηση, και αντίστοιχα η δημιουργία των κατάλληλων υποδομών και η απόκτηση ενός αυτοματοποιημένου οχήματος, να αποδειχθεί ιδιαίτερος κοστοβόρα.

Στην παράγραφο 4.2.2. γίνεται αναφορά για την ανεργία και την εξαφάνιση κάποιων επαγγελμάτων, που μπορεί να μην είναι πια απαραίτητα. Τα τεχνολογικά επιτεύγματα και η εξέλιξη πάντα φέρνουν αλλαγές και αναταραχές, αν γίνει μια αναδρομή στο παρελθόν, ωστόσο αυτή η μετάβαση θα πρέπει να γίνει ομαλά και λαμβάνοντας σοβαρά υπόψιν, πως μπορεί να αξιοποιηθούν διαφορετικά, όσων η χρηστικότητα του επαγγέλματός τους εκλείπει.

Αν και υπάρχουν σαφώς κάποια σοβαρά μειονεκτήματα από τη χρήση των αυτόματων οχημάτων, τα οφέλη είναι περισσότερα αν ληφθεί υπόψιν πως θα υπάρξει μείωση των ατυχημάτων, αύξηση την κινητικότητας, λόγω της αυξημένης εξυπηρέτησης του πληθυσμού και αύξηση στην οικονομία των καυσίμων (Anderson, et al., 2016, p. xvii).

---

<sup>39</sup> R&D = είναι ο όρος για την Έρευνα και την Ανάπτυξη στις επιχειρήσεις ως αυτόνομο τμήμα διαχείρισης της εταιρικής έρευνας (Wikipedia, Research and development, n.d.)



## 8.2. Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Λόγω της ασαφούς ακόμα εικόνας σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση των αυτόματων οχημάτων, απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση για να συνεκτιμηθούν όλοι οι παράγοντες και πως επηρεάζουν γενικότερα την οικονομία, αλλά και το κομμάτι των επιδοτήσεων και της φορολογίας. Χρειάζεται να βρεθεί μια ισορροπία ανάμεσα στο ιδιωτικό, στο δημόσιο κόστος και τα οφέλη της νέας αυτής τεχνολογίας (Anderson, et al., 2016, p. xvii).

Εκτός από τις νομοθετικές τροποποιήσεις που έχουν ήδη γίνει, θα πρέπει να συνεχίσουν να γίνονται έρευνες για νέες αλλαγές, ανάλογα με τα νέα ευρήματα και τις νέες παρατηρήσεις, σχετικά με την κίνηση. Θα πρέπει επίσης, να υπάρξει και η απαραίτητη νομοθεσία γύρω από την ασφάλεια των πολιτών σε δικτυακό επίπεδο, σε πιστοποιήσεις, αλλά και στο ιδιωτικό απόρρητο (Navarro, Fernández, Borraz, & Alonso, 2016, p. 2).

Η χρήση των αυτοματοποιημένων οχημάτων, θα φέρει όπως αναφέρθηκε, μεγάλες αλλαγές στην αγορά εργασίας. Θα χρειαστεί να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας, αλλά και κάποιες να καταργηθούν. Σε συνδυασμό δε, με την ραγδαία εξέλιξη και εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης, θα πρέπει να υπάρξει κάποια ισορροπία. Να μη γίνει πλήρης αντικατάσταση των ανθρωπίνων πόρων, αλλά τροποποίηση του αντικειμένου απασχόλησής τους, με αντίστοιχη εκπαίδευση.

Εκτός από την ασφάλεια σχετικά με το ιδιωτικό απόρρητο και τη νομοθεσία, θα πρέπει να γίνουν πολλές και επαρκείς δοκιμές και πειράματα, μέχρι να παρθεί η τελική απόφαση για την κυκλοφορία πλήρως αυτοματοποιημένων οχημάτων. Επίσης πρέπει να «εκπαιδευτούν» και να ενημερωθούν, όλοι οι χρήστες του οδικού ώστε να μην κινδυνέψει κανείς.

## 9. Παραρτήματα

Η αναζήτηση των επιστημονικών άρθρων και κειμένων που συνετέλεσαν μέρος της μελέτης προκειμένου να επιτελεστεί η παρούσα διπλωματική εργασία, έγινε στις επιστημονικές διαδικτυακές βάσεις Google Scholar, Science Direct και σε έντυπα βιβλία.

## 10. Βιβλιογραφία

*Adaptive Cruise Control (ACC)*. (n.d.). Ανάκτηση από MAN Ελλάς:

[https://www.man.eu/gr/el/bus/assistance\\_system\\_bus/adaptive\\_cruise\\_control\\_bus/abstandsgeregelter\\_tempomat\\_1.html](https://www.man.eu/gr/el/bus/assistance_system_bus/adaptive_cruise_control_bus/abstandsgeregelter_tempomat_1.html)

Afonseca, A., Rafael, S., & Bandeira, J. (2023). Impact of autonomous vehicles on air quality and energy efficiency of road traffic flows – a case study in an urban roundabout.

*Transportation Research Procedia*, 72, 4018-4025.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.377>

Alessandrini, A. (2018). *Implementing automated road transport systems in urban settings*.

Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/C2016-0-02348-3>

Alzubi, J., Nayyar, A., & Kumar, A. (2018). Machine learning from theory to algorithms: an overview. In *Journal of physics: conference series* (Vol. 1142, pp. 1-15). IOP Publishing.

doi:10.1088/1742-6596/1142/1/012012

Anderson, J. M., Kalra, N., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. A. (2016).

*Autonomous Vehicle Technology - A Guide for Policymakers*. California: RAND

Corporation. Retrieved from [https://wiscav.org/wp-](https://wiscav.org/wp-content/uploads/2017/03/RAND_RR443-2_Guide_Policymakers.pdf)

[content/uploads/2017/03/RAND\\_RR443-2\\_Guide\\_Policymakers.pdf](https://wiscav.org/wp-content/uploads/2017/03/RAND_RR443-2_Guide_Policymakers.pdf)

Anthopoulos, L. (2018). Experimenting with Data and IoT in the urban space: the case of Trikala.

*10442/15808*, 1-35. Retrieved from [https://helios-](https://helios-eie.ekt.gr/EIE/bitstream/10442/15817/2/ANTHOPOULOS.pdf)

[eie.ekt.gr/EIE/bitstream/10442/15817/2/ANTHOPOULOS.pdf](https://helios-eie.ekt.gr/EIE/bitstream/10442/15817/2/ANTHOPOULOS.pdf)

Anthopoulos, L., & Fitsilis, P. (2010). From Digital to Ubiquitous Cities: Defining a Common

Architecture for Urban Development. Greece. doi:10.1109/IE.2010.61

ASECAP. (n.d.). *Mission*. Ανάκτηση από ASECAP: <https://www.asecap.com/about-asecap/mission>

*Automated Driving Roadmap*. (2015). *European road Transport Research Advisory Council:*

*Brussel, Belgium*.

*Autonomous Cars: Past, Present and Future A Review of the Developments in the Last Century, the Present Scenario and the Expected Future of Autonomous Vehicle Technology*.

(2015). Στο K. Bimbraw, *2015 12th international conference on informatics in control*,

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

*automation and robotics (ICINCO)* (σσ. 191-198). SCITEPRESS (Science and Technology Publications, Lda.). doi:10.5220/0005540501910198

Balancing the Benefits of Autonomous Vehicles. (2019, January). In T. Geary, & D. Danks, *Proceedings of the 2019 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society* (pp. 181-186). Publication History. doi:<https://doi.org/10.1145/3306618.3314237>

Bătăgan, L. (2011). Smart Cities and Sustainability Models . *Informatica Economică* , 15(3), 80-87.  
Ανάκτηση από  
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=aa530b2d868ceeb07c579fe6612e407050e7d6dd>

Benmimoun, A., Lowson, M., Marques, A., Giustiniani, G., & Parent, M. (2009). Demonstration of advanced transport applications in CityMobil project. *Transportation research record*, 2110(1), 9-17. doi:10.3141/2110-02

Bharadwaj, C. (2022, January 21). *Autonomous Vehicles And Risks*. Retrieved from grm.institute:  
<https://grm.institute/blog/research-study-on-autonomous-vehicles-and-risks/>

Bolgova, E., Koroleva, E., & Bolgov, S. (2022). Smart transport in a smart city: European and Russian development management track. *Transportation Research Procedia*, 63, 844-852. doi:10.1016/j.trpro.2022.06.081

Bonnefon, J.-F., Shariff, A., & Rahwan, I. (2016, June 24). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, 352(6293), 1573-1576. doi:10.1126/science.aaf265

Brummelen, J. V., O'Brien, M., Gruyer, D., & Najjaran, H. (2018, April). Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow. *Transportation Research Part C*, 89, 384-406. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.02.012>

CAR-2-CAR. (n.d.). *C-ITS: Cooperative Intelligent Transport Systems and Services*. Retrieved from CAR 2 CAR: <https://www.car-2-car.org/about-c-its>

CAR-2-CAR. (n.d.). *Our Mission and Objectives*. Ανάκτηση από CAR-2-CAR: <https://www.car-2-car.org/>

Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2013). Smart Cities in Europe. Στο A. Caragliu, C. Del Bo, & P. Nijkamp, *Creating Smart-er Cities* (σσ. 65-82). Routledge. Ανάκτηση από  
<https://research.vu.nl/files/2474218/20090048.pdf>

Chintada, C. (2023, June 4). *Deconstructing Autonomous Driving*. Retrieved from LinkedIn:

<https://www.linkedin.com/pulse/deconstructing-autonomous-driving-chaitanya-chintada/>

*CityMobil2*. (2016). Ανάκτηση από e-trikala: [https://www.e-](https://www.e-trikala.gr/portfolio/citymobil2/?id=4411)

[trikala.gr/portfolio/citymobil2/?id=4411](https://www.e-trikala.gr/portfolio/citymobil2/?id=4411)

CLEPA. (n.d.). *Home*. Retrieved from CLEPA: <https://clepa.eu/>

Cocchia, A. (2014). *Smart and Digital City: A Systematic Literature Review*. Cham, Switzerland:

Springer International Publishing. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-319-06160-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06160-3_2)

Commission, E. (n.d.). *Vehicle Safety and automated - connected vehicles*. Retrieved from

European Commission: [https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/automotive-industry/vehicle-safety-and-automatedconnected-vehicles\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/automotive-industry/vehicle-safety-and-automatedconnected-vehicles_en)

Connekt. (n.d.). *A Horizon 2020 - EU-funded project*. Retrieved from Connekt:

<https://h2020connekt.eu/>

CRF Brignolo, R., Zott, C., Spence, A., Brakemeier, A., CRF Andreone, L., CRF Cosenza, S., . . . TUC

Schubert, R. (n.d.). SAFESPOT INTEGRATED PROJECT-IST-4-026963-IP DELIVERABLE.

*Unpublished Internal, 1*, 1-92. Retrieved from

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=4227b39637e03b2dbad975a0bc860c4af3153878>

Dameri, R. P. (2013, October). Searching for Smart City definition: a comprehensive

proposal. *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTERS & TECHNOLOGY*, 11(5), 2544-2551.

doi:10.24297/ijct.v11i5.1142

Dameri, R. P. (2017). *Smart City Implementation Creating Economic and Public Value in Innovative*

*Urban Systems*. Genoa, Italy: Springer International Publishing AG. doi:10.1007/978-3-

319-45766-6

Dameri, R. P., & Cocchia, A. (2013). Smart city and digital city: twenty years of terminology

evolution. Στο *X Conference of the Italian Chapter of AIS, ITAIS* (Τόμ. 1, σσ. 1-8). Ανάκτηση

από <https://www.itaish.org/proceedings/itaish2013/pdf/119.pdf>

De La Fortelle, A., Qian, X., Diemer, S., Grégoire, J., Moutarde, F., Bonnabel, S., . . . Festag, A.

(2014). Network of automated vehicles: the AutoNet 2030 vision. In *ITS World Congress*.

Detroit. Retrieved from <https://minesparis-psl.hal.science/hal-01063484/document>

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Dean, T. M. (1969). The history of McCook Field, Dayton, Ohio, 1917-1927. 1-175.

Delft, T. (n.d.). *About TU Delft*. Retrieved from tudelft: <https://www.tudelft.nl/en/about-tu-delft>

Dr. Jadranka, D., Dr. Beate, M., & Dr. Gereon, M. (2015). European roadmap smart systems for automated driving. *European Technology Platform on Smart Systems Integration*, 39, 1-34. Retrieved from <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=0a4395370276dfb192bfcbbbe6f96327d892b267>

Duan, R. (2023, October 27). A comparative study on ITS (intelligent transport system) standardization policies in the U.S. and Europe . *Heliyon*, 9(11). doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21310>

econews. (2016, Φεβρουάριος 28). *Τρίκαλα: Το λεωφορείο χωρίς οδηγό εγκαταλείπει την πόλη*. Ανάκτηση από ifarsala: <https://www.ifarsala.gr/2016/02/28/trikala-to-leoforeio-choris-odigo-egkatalepei-tin-poli/>

Ettinger, S., Cheng, S., Caine, B., Liu, C., Zhao, H., Pradhan, S., . . . Anguelov, D. (2021). Large scale interactive motion forecasting for autonomous driving: The waymo open motion dataset. Στο *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision* (σσ. 9710–9719). Ανάκτηση από [https://openaccess.thecvf.com/content/ICCV2021/papers/Ettinger\\_Large\\_Scale\\_Interactive\\_Motion\\_Forecasting\\_for\\_Autonomous\\_Driving\\_The\\_Waymo\\_ICCV\\_2021\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content/ICCV2021/papers/Ettinger_Large_Scale_Interactive_Motion_Forecasting_for_Autonomous_Driving_The_Waymo_ICCV_2021_paper.pdf)

*EU-Level*. (2023). Retrieved from Connected Automated Driving.eu:

<https://www.connectedautomateddriving.eu/regulation-and-policies/eu-level/>

Faghihian, H., & Sargolzaei, A. (2023). Energy efficiency of connected autonomous vehicles: A review. *Electronics*, 12(19), 1-22. doi:<https://doi.org/10.3390/electronics12194086>

Faied, M., Daimi, K., & Bayan, S. (2019). Securing Perception System of Autonomous Vehicle. In *AICT 2019 : The Fifteenth Advanced International Conference on Telecommunications* (pp. 52-57). IARIA. Retrieved from [https://personales.upv.es/thinkmind/dl/conferences/aict/aict\\_2019/aict\\_2019\\_3\\_30\\_10089.pdf](https://personales.upv.es/thinkmind/dl/conferences/aict/aict_2019/aict_2019_3_30_10089.pdf)

Feys, M., Rombaut, E., & Vanhaverbeke, L. (2020). Experience and acceptance of autonomous shuttles in the brussels capital region. *Sustainability*, 12(20), 1-23. doi:<https://doi.org/10.3390/su12208403>

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Ford. (n.d.). *Πώς λειτουργεί το προσαρμοζόμενο σύστημα ελέγχου ταχύτητας ταξιδιού με σύστημα Stop-and-Go*. Ανάκτηση από Ford:

[https://www.fordservicecontent.com/Ford\\_Content/vdirsnet/OwnerManual/Home/Content?variantid=6913&languageCode=EL&countryCode=GRC&Uid=G2047529&ProcUid=G2045335&userMarket=GRC&div=f&vCode=&vFilteringEnabled=False&buildtype=web](https://www.fordservicecontent.com/Ford_Content/vdirsnet/OwnerManual/Home/Content?variantid=6913&languageCode=EL&countryCode=GRC&Uid=G2047529&ProcUid=G2045335&userMarket=GRC&div=f&vCode=&vFilteringEnabled=False&buildtype=web)

FOT-Net. (2010, September). FIELD OPERATIONAL TESTS: Evaluating ITS-applications in a real-world environment. *FOT-Net*. Retrieved from [https://erticonetwork.com/wp-content/uploads/2011/03/www.fot-net.eu\\_download\\_Print\\_material\\_j02193\\_pol\\_fotnet\\_brochure\\_design\\_09\\_web.pdf](https://erticonetwork.com/wp-content/uploads/2011/03/www.fot-net.eu_download_Print_material_j02193_pol_fotnet_brochure_design_09_web.pdf)

Fraedrich, E., Heinrichs, D., Bahamonde-Birke, F., & Cyganski, R. (2019). Autonomous driving, the built environment and policy implications. *Transportation research part A: policy and practice*, 122, 162-172. Retrieved from [https://elib.dlr.de/120740/1/Fraedrich\\_et\\_al\\_AV\\_Planning\\_resubmission\\_20180108.pdf](https://elib.dlr.de/120740/1/Fraedrich_et_al_AV_Planning_resubmission_20180108.pdf)

Francesco, F. (2009, May 7). *CityMobil Resarch Center for transport and Logistics Francesco Filippi JIM-EV 2009 7 May 2009*. Retrieved from slideplayer: <https://slideplayer.com/slide/7819870/>

Garus, A., Christidis, P., Mourtzouchou, A., Duboz, L., & Ciuffo, B. (2024, August 1). Unravelling the last-mile conundrum: A comparative study of autonomous delivery robots, delivery bicycles, and light commercial vehicles in 14 varied European landscapes. *Sustainable Cities and Society*, 108, 1-14. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105490>

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart cities – Ranking of European medium-sized cities*. Centre of Regional Science (SRF) of Vienna University of Technology - Department of Geography at University of Ljubljana - OTB Research Institute for Housing - Urban and Mobility Studies at the Delft University of Technology. Vienna: Centre of Regional Science. Retrieved from [https://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf)

Google. (n.d.). Retrieved from

[https://www.google.com/search?sca\\_esv=ecb8cd266217b6f9&sca\\_upv=1&sxsrf=ADLYWII587nblBiX2rot1Vdq5VQJZbz7QA:1725890379809&q=cruising+speed&si=ACC90nyCA\\_YIOl8NnE-SsyMedG7I55YUXCUCmTI-Pn3AvX\\_zUptgtle9rxUJajYAFRHfWpC9U8CMSWki4nnm3bq5wq7Oe40TQ1KgXnu5c-\\_9lBjulV](https://www.google.com/search?sca_esv=ecb8cd266217b6f9&sca_upv=1&sxsrf=ADLYWII587nblBiX2rot1Vdq5VQJZbz7QA:1725890379809&q=cruising+speed&si=ACC90nyCA_YIOl8NnE-SsyMedG7I55YUXCUCmTI-Pn3AvX_zUptgtle9rxUJajYAFRHfWpC9U8CMSWki4nnm3bq5wq7Oe40TQ1KgXnu5c-_9lBjulV)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Gupta, M., Benson, J., Patwa, F., & Sandhu, R. (2022). Secure V2V and V2I communication in intelligent transportation using cloudlets. *IEEE Transactions on Services Computing*, 15(4), 1912-1925. doi:10.1109/TSC.2020.3025993

Hammond, J. H., & S., P. E. (1957). A history of some foundations of modern radio-electronic technology. *Proceedings of the IRE*, 45(9), 1191-1208.

Hudson, J., Orviska, M., & Hunady, J. (2018). People's attitudes to autonomous vehicles. *Elsevier*, 121, 164–176. doi:https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.018

IEFIMERIDA.GR, N. (2015, Νοέμβριος 28). *Γιατί το λεωφορείο χωρίς οδηγό στα Τρίκαλα βγήκε εκτός δρόμου [βίντεο]*. Ανάκτηση από efimerida:  
<https://www.iefimerida.gr/news/238119/giati-leoforeio-horis-odigo-sta-trikalas-vgike-ektos-dromoy-vinteo>

Ignatious, H. A., Sayed, H. E., & Khan, M. (2022). An overview of sensors in Autonomous Vehicles. *Procedia Computer Science*, 198, 736-741. doi:10.1016/j.procs.2021.12.315

Ilková, V., & Ilka, A. (2017). Legal aspects of autonomous vehicles – an overview. In *2017 21st international conference on process control (PC)* (pp. 428-433). Štrbské Pleso, Slovakia: IEEE. Retrieved from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://folk.ntnu.no/skoge/prost/proceedings/process-control-slovakia-2017/data/papers/077.pdf

Jan. (2020, Μάιος 13). *A Brief History of Automated Driving — Part One: The Driverless Car Era Began 100 Years Ago*. Retrieved from apex.ai: <https://www.apex.ai/post/the-history-of-automated-driving-part-one-the-driverless-car-era-began-100-years-ago>

Jaszberenyi, M., Asvanyi, K., Csiszar, C., & Kokeny, L. (2024, April-June). Demographic and social differences in autonomous vehicle technology acceptance in Hungary Melinda J' aszberenyi a a , Katalin ' Asv' anyi a , Csaba Csisz' ar b. *Journal of Engineering and Technology Management*, 72, 1-15. doi:https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2024.101813

Jiang, W., Li, H., Liu, S., Luo, X., & Lu, R. (2020). Poisoning and evasion attacks against deep learning algorithms in autonomous vehicles. *IEEE transactions on vehicular technology*, 69(4), 4439-4449. doi:10.1109/TVT.2020.2977378

Kabashkina, I., & Sansyzybayevab, Z. (2024). Intelligent transport systems for green transformation of transport corridor . *Procedia Computer Science*(236), 493–501. doi:https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.05.058.

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

- Karolemeas, C., Tsigdinos, S., Bakogiannis, D., & Nikitas, A. (2022). Evaluating the suitability of urban road networks to facilitate autonomous buses. *Transportation Research Procedia*, 62, 599-606. doi:10.1016/j.trpro.2022.02.074
- Kasap, A. (2022). Paving the way: defining the “autonomy” and “automated” of autonomous and automated vehicles. In *Autonomous Vehicles - Tracing the Locus of Regulation and Liability* (pp. 2-6). Edward Elgar Publishing 2021. doi:https://doi.org/10.4337/9781803924434
- Koopman, P., Ferrell, U., Fratrick, F., & Wagner, M. (2019). A safety standard approach for fully autonomous vehicles. In *Computer Safety, Reliability, and Security: SAFECOMP 2019 Workshops, ASSURE, DECSoS, SASSUR, STRIVE, and WAISE, Turku, Finland, September 10, 2019, Proceedings 38* (pp. 326-332). Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-26250-1\_26
- Kumar, G., James, A. T., Choudhary, K., Sahai, R., & Song, W. K. (2022, December). Investigation and analysis of implementation challenges for autonomous vehicles in developing countries using hybrid structural modeling . *Technological Forecasting & Social Change* , 185, 1-14. doi:https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122080
- Kylili, A., & Fokaides, P. A. (2015, July). European smart cities: The role of zero energy buildings. *Sustainable Cities and Society*, 15, 86-95. doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.12.003
- Kyriakidis, M., Happee, R., & De Winter, J. (2015). Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 32, 127-140. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.014
- Lemann, A. B. (2019). Autonomous Vehicles, Technological Progress, and the Scope Problem in Products Liability Problem in Products Liability. *Journal of tort law*, 12(2), 157-212. doi:https://doi.org/10.1515/jtl-2019-0029
- Li, J., Rombaut, E., & Vanhaverbeke, L. (2023). Simulation of Shared Autonomous Vehicles Operations with Relocation Considering External Traffic: Case Study of Brussels. *Procedia Computer Science*, 220, 686-691. doi:https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.089



Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

- Liedtke, M. (2016, December 13). *Google's self-driving car project gets a new name: Waymo (Update)*. Retrieved from phys.org: <https://phys.org/news/2016-12-google-self-driving-car-waymo.html>
- Lnenicka, M., Nikiforova, A., Clarival, A., Luterek, M., Rudmark, D., Neumaier, S., . . . Bolívar, M. P. (2024, May). Sustainable open data ecosystems in smart cities: A platform theory-based analysis of 19 European cities. *Cities*, *148*, 1-17.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104851>
- Mahesh, B. (2020). Machine learning algorithms-a review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, *9*(1), 381-386. doi:10.21275/ART20203995
- Malhéné, N. (n.d.). *CITYMOBIL2 project: Cities demonstrating cybernetic mobility*. Retrieved from EIGSI: <https://www.eigsi.fr/engineering-school-france-research/research-projects/citymobil2-project-cities-demonstrating-cybernetic-mobility/?lang=en>
- Mehmood, Y., Ahmad, F., Yaqoob, I., Adnane, A., Imran, M., & Guizani, S. (2017). Internet-of-things-based smart cities: Recent advances and challenges. *IEEE Communications Magazine*, *55*(9), 16-24. doi:10.1109/MCOM.2017.1600514
- Meneguette, R. I., De Grande, R. E., & Loureiro, A. A. (2018). *Intelligent Transport System in Smart Cities*. Switzerland: Springer International Publishing. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-319-93332-0>
- Metz, D. (2018). Developing Policy for Urban Autonomous Vehicles: Impact on congestion. *Urban Science*, *2*(2), 1-11. doi:<https://doi.org/10.3390/urbansci2020033>
- Meyer, J., Becker, H., Bösch, P. M., & Axhausen, K. W. (2017). Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities? *Research in Transportation Economics*, *62*, 80-91.  
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.retrec.2017.03.005>
- micd. (n.d.). *New collaboration: RDW*. Retrieved from micd:  
<https://micd.tudelftcampus.nl/news/collaboration-with-rdw/>
- Milanes, V., Naranjo, J. E., Gonzalez, C., Alonso, J., & De Pedro, T. (2008). Autonomous vehicle based in cooperative GPS and inertial systems. *Robotica*, *26*(5), 62337-  
doi:10.1017/S0263574708004232
- Mo, L., Cui, Z., Jia, R., Dong, K., & Zhao, C. (2024, March). How does autonomous vehicles affect taxi industry? A two-stage Van Damme based tripartite evolutionary game perspective .

*Research in Transportation Economics*, 103, 1-17.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2023.101387>

Museum, T. Q. (n.d.). *Telekino: Το πρώτο τηλεχειριστήριο*. Retrieved from Google Arts and Culture: [https://artsandculture.google.com/story/telekino-the-first-remote-control/GQWBy6\\_ArC-\\_Ilg](https://artsandculture.google.com/story/telekino-the-first-remote-control/GQWBy6_ArC-_Ilg)

Navarro, P. J., Fernández, C., Borraz, R., & Alonso, D. (2016). A machine learning approach to pedestrian detection for autonomous vehicles using high-definition 3D range data. *Sensors*, 17(1), 18. doi:<https://doi.org/10.3390/s17010018>

Nikitas, A., Vitel, A.-E., & Cotet, C. (2020). Autonomous vehicles and employment: An urban futures revolution or catastrophe? *Cities*, 114, 1-14. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103203>

Noyman, A., Stibe, A., & Larson, K. (2017). Roadmap for autonomous cities: Sustainable transformation of urban spaces. Retrieved from [https://static1.squarespace.com/static/58efcb3bdb29d67bb2681146/t/5a5484728165f57dfd207a60/1515488376075/Stibe\\_2017a\\_Autonomous\\_Cities.pdf](https://static1.squarespace.com/static/58efcb3bdb29d67bb2681146/t/5a5484728165f57dfd207a60/1515488376075/Stibe_2017a_Autonomous_Cities.pdf)

Papadima, G., Genitsaris, E., Karagiotas, I., Naniopoulos, A., & Nalmpantis, D. (2020, February). Investigation of acceptance of driverless buses in the city of Trikala and optimization of the service using Conjoint Analysis. *Utilities Policy*, 62, 1-9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.100994>

Patti, F. P. (2019). The European road to autonomous vehicles. *Fordham Int'l LJ*, 43, 125-162. Retrieved from <https://ir.lawnet.fordham.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2766&context=ilj>

Perez, A. Y. (2007). Electrical Engineering Hall of Fame - Early Developments of Wireless Remote Control: The Telekino of Torres-Quevedo. *Proceedings of the IEEE*, 96, pp. 186-189. Madrid: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/JPROC.2007.909931>

Ph.D. Gibson, B. (2017). *Analysis of Autonomous Vehicle Policies*. Kentucky. Transportation Cabinet. Kentucky: University of Kentucky, Kentucky Transportation Center. doi:DOI: <https://doi.org/10.13023/KTC.RR.2016.29>

Pillath, S. (2016). Automated vehicles in the EU. 1-12. EPRS: European Parliamentary Research Service. Retrieved from

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573902/EPRS\\_BRI\(2016\)573902\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573902/EPRS_BRI(2016)573902_EN.pdf)

Polis. (n.d.). *About POLIS*. Retrieved from Polis: <https://www.polisnetwork.eu/>

Provera, M. (2006). SAFESPOT integrated project: Co-operative systems for road safety—Smart vehicles on smart roads. In *The Secure Vehicle Communication Workshop, Lausanne*. Retrieved from [https://www.sevecom.eu/Presentations/2006-02\\_Lausanne/Sevecom\\_2006-02-02\\_B%20SAFESPOT%20general%20presentation.pdf](https://www.sevecom.eu/Presentations/2006-02_Lausanne/Sevecom_2006-02-02_B%20SAFESPOT%20general%20presentation.pdf)

Rahiman, W., & Zainal, Z. (2013). An overview of development GPS navigation for autonomous car. In *2013 IEEE 8th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)* (pp. 1112-1118). IEEE. doi:DOI: 10.1109/ICIEA.2013.6566533

Ramaprasad, A., Sánchez-Ortiz, A., & Syn, T. (2017). A Unified Definition of a Smart City. (M. Janssen, K. Axelsson, O. Glassey, B. Klievink, R. Krimmer, I. Lindgren, . . . D. Trutnev, Eds.) *Electronic Government - 16th IFIP WG 8.5 International Conference, EGOV 2017, St. Petersburg, Russia, September 4-7, 2017, Proceedings*, 13-24. doi:10.1007/978-3-319-64677-0\_2

Santa, J., Gomez-Skarmeta, A. F., & Sanchez-Artigas, M. (2008). Architecture and evaluation of a unified V2V and V2I communication system based on cellular networks. *Computer Communications*, 31(12), 2850-2861. doi:10.1016/j.comcom.2007.12.008

Schepis, S., Purchase, S., Olaru, D., Smith, B., & Ellis, N. (2023, December). How governments influence autonomous vehicle (AV) innovation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 178, 1-16. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103874>

Schwall, M., Daniel, T., Victor, T., Favarò, F., & Hohnhold, H. (2020). Waymo Public Road Safety Performance Data. *arXiv preprint arXiv:2011.00038*, 1-16. Ανάκτηση από [https://www.researchgate.net/profile/Trent-Victor/publication/345215588\\_Waymo\\_Public\\_Road\\_Safety\\_Performance\\_Data/links/602d0b6d4585158939adc2b1/Waymo-Public-Road-Safety-Performance-Data.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Trent-Victor/publication/345215588_Waymo_Public_Road_Safety_Performance_Data/links/602d0b6d4585158939adc2b1/Waymo-Public-Road-Safety-Performance-Data.pdf)

Seuwou, P., Banissi, E., & Ubakanma, G. (2020). The future of mobility with connected and autonomous vehicles in smart cities. *Digital twin technologies and smart cities*, 37-52. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-18732-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18732-3_3)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

- Severino, A., Curto, S., Barberi, S., Arena, F., & Pau, G. (2021). Autonomous Vehicles: An Analysis Both on Their. (L. P. Santos, Ed.) *Applied Sciences*, *11*(8), 3604.  
doi:<https://doi.org/10.3390/app11083604>
- Sharma, O., Sahoo, N. C., & Puhan, N. B. (2021, May). Recent advances in motion and behavior planning techniques for software architecture of autonomous vehicles: A state-of-the-art survey. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *101*, 1-19.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2021.104211>
- Suchanek, M. (2019). Challenges of Urban Mobility, Transport Companies and Systems. In M. Suchanek (Ed.), *2018 TranSopot Conference* (p. 335). Gdańsk: Springer Nature Switzerland AG. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-030-17743-0>
- Sun, P., Kretschmar, H., Dotiwalla, X., Chouard, A., Patnaik, V., Tsui, P., . . . Anguelov, D. (2020). Scalability in perception for autonomous driving: Waymo open dataset. Στο *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition* (σσ. 2446-2454). Computer Vision Foundation. doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.04838>
- Sun, Z., Lin, M., Chen, W., Dai, B., Ying, P., & Zhou, Q. (2024). A case study of unavoidable accidents of autonomous vehicles. *Traffic Injury Prevention*, *25*(1), 8-13.  
doi:<https://doi.org/10.1080/15389588.2023.2255333>
- SZELE, A., & KISGYÖRGY, L. (2019). AUTONOMOUS VEHICLES IN SUSTAINABLE CITIES: MORE QUESTIONS THAN ANSWERS. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, *217*, 725-734. doi:10.2495/SDP180611
- Tate, L., Hochgreb, S., Hall, J., & Bassett, M. (2018). Energy efficiency of autonomous car powertrain. 1-18. Retrieved from <https://api.repository.cam.ac.uk/server/api/core/bitstreams/d75d5db6-d435-43dc-a79c-904ea502c081/content>
- Thomopoulos, N., & Givoni, M. (2015). The autonomous car—a blessing or a curse for the future of low carbon mobility? An exploration of likely vs. desirable outcomes. *European Journal of Futures Research*, *3*, 1-14. doi:10.1007/s40309-015-0071-z
- Toli, A. M., & Murtagh, N. (2020, June 02). The Concept of Sustainability in Smart City Definitions. (C. Gorse, Ed.) *Frontiers in Built Environment*, *6*, 1-10.  
doi:<https://doi.org/10.3389/fbuil.2020.00077>

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

*Vehicle Connectivity: Telematics and V2X Communication*. (n.d.). Retrieved from

monolithicpower:

<https://www.monolithicpower.com/en/learning/mpscholar/automotive-electronics/in-vehicle-infotainment-and-connectivity/vehicle-connectivity>

Wang, J., Zhang, L., Huang, Y., & Zhao, J. (2020). Safety of Autonomous Vehicles. (F. Bella, Ed.) *Hindawi - Journal of Advanced Transportation*, 2020, 1-13.

doi:<https://doi.org/10.1155/2020/8867757>

*What is Sensor Fusion for Autonomous Driving Systems? – Part 2*. (n.d.). Retrieved from rgbsi:

<https://blog.rgbsi.com/sensor-fusion-autonomous-driving-systems-part-2>

*Wikipedia*. (n.d.). Retrieved from Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo\\_Torres\\_Quevedo](https://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo_Torres_Quevedo)

*Wikipedia*. (n.d.). *Advanced driver-assistance system*. Retrieved from Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced\\_driver-assistance\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_driver-assistance_system)

*Wikipedia*. (n.d.). *CAN bus*. Retrieved from Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/CAN\\_bus](https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus)

*Wikipedia*. (n.d.). *Conference of European Directors of Roads*. Retrieved from Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Conference\\_of\\_European\\_Directors\\_of\\_Roads](https://en.wikipedia.org/wiki/Conference_of_European_Directors_of_Roads)

*Wikipedia*. (n.d.). *Cruise control*. Retrieved from Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Cruise\\_control](https://en.wikipedia.org/wiki/Cruise_control)

*Wikipedia*. (n.d.). *Dedicated Short Range Communication*. Retrieved from Wikipedia:

[https://el.wikipedia.org/wiki/Dedicated\\_Short\\_Range\\_Communication](https://el.wikipedia.org/wiki/Dedicated_Short_Range_Communication)

*Wikipedia*. (n.d.). *Inertial measurement unit*. Retrieved from Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Inertial\\_measurement\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Inertial_measurement_unit)

*Wikipedia*. (n.d.). *Kaya identity*. Retrieved from Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Kaya\\_identity](https://en.wikipedia.org/wiki/Kaya_identity)

*Wikipedia*. (n.d.). *LIDAR*. Ανάκτηση από Wikipedia: <https://el.wikipedia.org/wiki/LIDAR>

*Wikipedia*. (n.d.). *Research and development*. Retrieved from Wikipedia:

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CF%81%CE%B5%CF%85%CE%BD%CE%B1\\_%CE%BA%CE%B1%CE%B9\\_%CE%91%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CF%81%CE%B5%CF%85%CE%BD%CE%B1_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CE%91%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7)

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Wikipedia. (n.d.). *Unique selling proposition*. Retrieved from Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Unique\\_selling\\_proposition](https://en.wikipedia.org/wiki/Unique_selling_proposition)

Wikipedia. (n.d.). *Verband der Automobilindustrie*. Retrieved from Wikipedia:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Verband\\_der\\_Automobilindustrie](https://en.wikipedia.org/wiki/Verband_der_Automobilindustrie)

Wikipedia. (n.d.). *Νόμος του Μουρ*. Retrieved from Wikipedia:

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CF%8C%CE%BC%CE%BF%CF%82\\_%CF%84%CE%BF%CF%85\\_%CE%9C%CE%BF%CF%85%CF%81](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CF%8C%CE%BC%CE%BF%CF%82_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%9C%CE%BF%CF%85%CF%81)

Wikipedia. (n.d.). *Παραγωγός πρωτότυπου εξοπλισμού*. Ανάκτηση από Wikipedia:

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CF%8C%CF%82\\_%CF%80%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CF%84%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%85\\_%CE%B5%CE%BE%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CF%8C%CF%82_%CF%80%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CF%84%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%85_%CE%B5%CE%BE%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D)

Wikipedia. (n.d.). *Ραντάρ*. Ανάκτηση από Wikipedia:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%AC%CF%81>

Yathisha, L. (2015-2016). *Aircraft controlling system using optimal controllers*. ATMECE.

Ye, F., Zhang, S., Wang, P., & Chan, C.-Y. (2021). A survey of deep reinforcement learning algorithms for motion planning and control of autonomous vehicles. In *2021 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)* (pp. 1073-1080). IEEE.

doi:10.1109/IV48863.2021.9575880

Ye, L., & Yamamoto, T. (2019, July 15). Evaluating the impact of connected and autonomous vehicles on traffic safety. *Physica A*, 526, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.245>

Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things journal*, 1(1), 22-32. doi:10.1109/JIOT.2014.2306328

Βλαχάκης, Κ. (2015, Νοέμβριος 27). *Εκτός πορείας το αυτόματο λεωφορείο χωρίς οδηγό στα Τρίκαλα*. Ανάκτηση από techblog: <https://techblog.gr/b2b/citymobil2-trikala-leoforio-xoris-odigo-atixima-2232/>

Έξυπνες πόλεις. (2020, Μάιος 27). Ανάκτηση από e-me: <https://blogs.e-me.edu.gr/hive-sttaxi11oudimotikousxoleioukaterinispierias/2020/05/27/%ce%ad%ce%be%cf%85%cf%80%ce%bd%ce%b5%cf%82-%cf%80%cf%8c%ce%bb%ce%b5%ce%b9%cf%82/>

Μελέτη για τις εφαρμογές και την χρήση αυτόνομων οχημάτων στις έξυπνες πόλεις εντός της ΕΕ

Καραγιαννόπουλος, Ν. (2024, Μάιος 3). *Λεξικό αυτοκινήτων: Τι σημαίνουν οι όροι και τα αρχικά που διαβάζουμε – Μέρος δεύτερο (εικόνες)*. Ανάκτηση από [motori.gr](https://www.motori.gr):

<https://www.motori.gr/lexiko-aftokiniton-ti-simainoun-oi-oroi-kai-ta-archika-pou-diavazoume-meros-deftero-eikones/>

Κομνηνός, Ν. (2006). ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ: Συστήματα Καινοτομίας και Τεχνολογίες Πληροφορίας στην Ανάπτυξη των Πόλεων. *Αρχιτέκτονες*, 60, σσ. 1-7. Ανάκτηση από

<https://www.urenio.org/wp-content/uploads/2008/11/2006-ceadcebecf85cf80cebdceb5cf82-cf80cf8ccebcb5ceb9cf82-ceb1cf81cf87ceb9cf84ceadcebacf84cebfcabdceb5cf82-1.pdf>

Μπαμπινιώτης, Γ. Δ. (2002). *Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας - Με σχόλια για τη σωστή χρήση των λέξεων*. Αθήνα: Κέντρο Λεξικολογίας Ε.Π.Ε.

Τσιάνου, Γ. (2020). Διερεύνηση Λειτουργίας Συστήματος Κομβί Αυτόνομων Οχημάτων

Παράδοσης Δεμάτων Στην Περιοχή της Ανατολικής Θεσσαλονίκης. *Διερεύνηση Λειτουργίας Συστήματος Κομβί Αυτόνομων Οχημάτων Παράδοσης Δεμάτων Στην Περιοχή της Ανατολικής Θεσσαλονίκης*. (Ε. Ναθαναήλ, & Ι. Δρ. Αδάμο, Επιμ.) Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Χατζή, Ε. Α. (2019-2020). Η έξυπνη πόλη των Τρικάλων από την θεωρία στην εφαρμογή (Master's thesis). Ανάκτηση από

<https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/55155/22431.pdf?sequence=1>