



**Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας**

**π. Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Βιομηχανικού Σχεδιασμού**

**Εισ. Κατ.: Βιομηχανικού Σχεδιασμού Τ.Ε.**

Πτυχιακή Εργασία με τίτλο:

**“Οργάνωση παραγωγικών διαδικασιών, νέες τεχνολογίες  
και μελλοντικές προοπτικές του μηχανοκίνητου κλάδου”**

**Του: Γεώργιου Τζαβέλα**

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Βάγια Δινοπούλου

Κοζάνη 2023

# Περιεχόμενα

<b>Περίληψη .....</b>	<b>5</b>
<b>Κεφάλαιο 1: Ανάλυση του μηχανοκίνητου κλάδου.....</b>	<b>7</b>
1.1 Η Κατάσταση του κλάδου την περίοδο της πανδημίας .....	7
1.2 Παγκόσμιες τάσεις της αγοράς .....	8
1.3 Σταθερή ανάπτυξη στο after market αυτοκινήτων.....	9
1.4 Πτώση της ζήτησης .....	11
1.5 Κοινωνικό-δημογραφική αλλαγή.....	12
1.6 Μετάβαση στα ηλεκτρικά οχήματα EVs .....	15
1.7 Προμηθευτές.....	16
1.8 Ανάλυση δευτερευουσών αγορών .....	19
1.8.1 Τάσεις ελαστικών: μεγάλα και οικονομικά .....	19
1.8.2 Τάσεις για μικρά και συνθετικά λιπαντικά κινητήρα .....	21
1.8.3 Τάσεις ηλεκτροκίνησης: βιωσιμότητα και αποτελεσματικότητα.....	21
<b>Κεφάλαιο 2: Ψηφιακός Μετασχηματισμός .....</b>	<b>23</b>
2.1 Εισαγωγή .....	23
2.2 Ο ψηφιακός μετασχηματισμός πολύτιμος για την κατασκευαστικό τομέα .....	24
2.3 Επιπτώσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού στην αυτοκινητοβιομηχανία.....	27
<b>Κεφάλαιο 3: Εφαρμογές του IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία .....</b>	<b>31</b>
3.1 Εισαγωγή .....	31
3.2 Ιστορικό εφαρμογών IoT στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας.....	33
3.2.1 Εξέλιξη της τεχνολογίας IoT για εφαρμογές αυτοκινήτων .....	33
3.3 Τεχνολογία συνδεσιμότητας IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία .....	34
3.3.1 Αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID) .....	34
3.3.2 Bluetooth και Wi-Fi.....	35
3.3.3 Ultra-wideband και ZigBee .....	36
3.3.4 Δίκτυα επικοινωνίας οχημάτων .....	36
3.3.5 Ethernet αυτοκινήτου.....	37
3.3.6 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων.....	38
3.3.7 4G-LTE και 5G .....	38
3.3.8 Τεχνολογίες που βασίζονται στο cloud .....	39
3.3.9 Τεχνολογία NB-IoT και LoRa .....	41
3.4 Εφαρμογές της τεχνολογίας IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία .....	42
3.4.1 Πλοήγηση οχημάτων σε πραγματικό χρόνο.....	42
3.4.2 Σύστημα ασφαλείας και αντικλεπτικής προστασίας.....	42
3.4.3 Μαύρο κουτί και συσκευή εγγραφής δεδομένων συμβάντων με δυνατότητα IoT.....	43

3.4.4 Σύστημα διαχείρισης οχημάτων έκτακτης ανάγκης.....	44
3.4.5 Σύστημα παρακολούθησης της ρύπανσης.....	44
3.4.6 Σύστημα παρακολούθησης φυσικής κατάστασης οδηγού .....	45
3.4.7 Παρακολούθηση απόδοσης οχήματος.....	45
<b>3.5 Αναδυόμενες εφαρμογές του IoT στις αυτοκινητοβιομηχανίες.....</b>	<b>46</b>
3.5.1 Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας .....	46
3.5.2 Σύστημα παραγωγής .....	47
3.5.3 Σύστημα εξυπηρέτησης μετά την πώληση .....	48
<b>3.6 Πλαίσιο εφαρμογής IoT στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας .....</b>	<b>48</b>
3.6.1 Σκοπός παρακολούθησης οχημάτων σε πραγματικό χρόνο .....	49
3.6.2 Σκοπός βιομηχανικής και εμπορικής παρατήρησης σε πραγματικό χρόνο .....	50
3.6.3 Σκοπός διαχείρισης μεταφορών σε πραγματικό χρόνο .....	52
<b>3.7 Οφέλη του IoT, περιορισμοί και προκλήσεις.....</b>	<b>54</b>
3.7.1 Οφέλη .....	54
3.7.2 Περιορισμοί .....	56
3.7.3 Προκλήσεις .....	57
<b>3.8 Ζητήματα, προτάσεις και μελλοντική έρευνα.....</b>	<b>59</b>
3.8.1 Παρακολούθηση ευάλωτων εξαρτημάτων οχημάτων .....	59
3.8.2 Παρακολούθηση ηχητικής ρύπανσης και ενεργειακά αποδοτική τεχνολογία .....	59
3.8.3 Προηγμένος σχεδιασμός συστήματος μεταφορών.....	60
3.8.4 Ενεργειακά αποδοτική τεχνολογία και εναλλακτική πηγή ενέργειας.....	60
3.8.5 Ελαχιστοποίηση κόστους και αναβάθμιση του συστήματος διαχείρισης βιομηχανικών πωλήσεων.....	61
3.8.6 Κυβερνο-ασφάλεια.....	61
3.8.7 Χρήση οργάνου ανίχνευσης σε αναμονή .....	62
3.8.8 Αξιόπιστη αξιολόγηση δεδομένων .....	63
3.8.9 Σύστημα παρακολούθησης στο εξωτερικό .....	63
<b>Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα .....</b>	<b>65</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>67</b>



## Περίληψη

Η πρόοδος του σχεδιασμού, της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας του αυτοκινήτου επιτυγχάνεται μέσω της καινοτομίας στην αυτοκινητοβιομηχανία, η οποία περιλαμβάνει την εφαρμογή νέων τεχνολογιών και αντιλήψεων. Τις τελευταίες δεκαετίες, η αυτοκινητοβιομηχανία έχει υποστεί μια αξιοσημείωτη μεταμόρφωση, οδηγούμενη από ανατρεπτικές τεχνολογικές τάσεις που έχουν φέρει επανάσταση στην παράδοση αξίας στους πελάτες. Γρήγορες αλλαγές σημειώνονται στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, καθώς οι καινοτομίες και η τεχνολογία είναι έτοιμες να μεταμορφώσουν πλήρως τις μεταφορές. Το μέλλον επιφυλάσσει συναρπαστικές εξελίξεις στην αυτοκινητοβιομηχανία, που κυμαίνονται από ηλεκτρικά οχήματα έως αυτόνομα αυτοκίνητα.

Η αυτοκινητοβιομηχανία έχει υποστεί έναν επαναστατικό μετασχηματισμό με την ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), της τεχνητής νοημοσύνης, της μηχανικής μάθησης και της ανάλυσης δεδομένων για τη βελτίωση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας και την εξύψωση της εμπειρίας του πελάτη. Καθώς η βιομηχανία συνεχίζει να αποδέχεται και να προσαρμόζεται στις εξελίξεις και να δίνει προτεραιότητα στη βιωσιμότητα, η παρούσα εργασία παρουσιάζει μία εικόνα του μηχανοκίνητου κλάδου, με τις τάσεις και τις αναλύσεις των αγορών και στη συνέχεια εστιάζει στην ψηφιοποίηση του κλάδου με τις βασικές τάσεις που διαμορφώνουν τον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας στο παρόν αλλά και στο μέλλον.

Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, το συμπέρασμα είναι ότι η αυτοκινητοβιομηχανία αλλάζει ταχέως λόγω του ψηφιακού μετασχηματισμού, ο οποίος καθοδηγείται από την κυβερνητική νομοθεσία για περιβαλλοντικά ζητήματα και την υψηλή ζήτηση των καταναλωτών. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων και οι πάροχοι υπηρεσιών πρέπει να προσαρμοστούν στη διαδικασία ψηφιοποίησης για να παραμείνουν ανταγωνιστικοί στην παγκόσμια αγορά. Σύμφωνα με την αυξανόμενη εστίαση στη βιωσιμότητα και την φιλικότητα προς το περιβάλλον, οι κατασκευαστές επενδύουν ενεργά σε πράσινες τεχνολογίες, για να ελαχιστοποιήσουν τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Η επένδυση σε έργα υποδομής και δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης είναι απαραίτητη για την απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Η τεχνολογία IoT έχει τεράστια περιθώρια επέκτασης των εφαρμογών της στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, παρέχοντας τεχνική βοήθεια, ασφάλεια, λειτουργίες

ασφάλειας και δημιουργώντας νέες επιχειρήσεις μέσω καινοτόμων περιπτώσεων χρήσης. Ωστόσο, η διαχείριση του τεράστιου αριθμού εξελιγμένων συσκευών και ο σχεδιασμός τεχνολογίας επικοινωνίας υψηλής απόδοσης αποτελούν νέες ερευνητικές προκλήσεις.

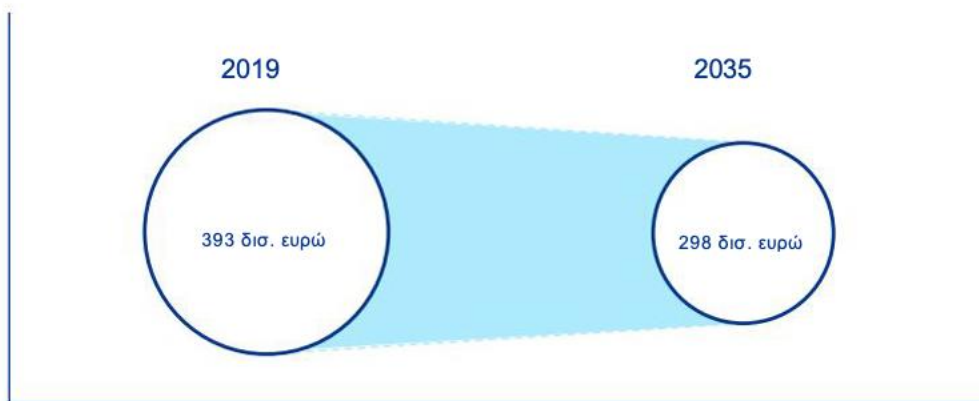
## Κεφάλαιο 1: Ανάλυση του μηχανοκίνητου κλάδου

### 1.1 Η Κατάσταση του κλάδου την περίοδο της πανδημίας

Ο μηχανοκίνητος κλάδος αναφέρεται σε όλες τις εταιρείες και τις δράσεις που σχετίζονται με τη παραγωγή μηχανοκίνητων οχημάτων. Στον παρόν κλάδο αναφέρονται και οι κατασκευαστές μηχανών και σκελετών ενώ δεν εντάσσονται οι εταιρείες καυσίμων, παραγωγής μπαταριών και ελαστικών. Το βασικό προϊόν του κλάδου είναι τα επιβατικά οχήματα, τα μικρά σε μέγεθος φορτηγά αυτοκίνητα αλλά και τα επαγγελματικά οχήματα τα λεγόμενα ημι-φορτηγά. Το αυτοκίνητο και η μηχανή πλαισιώνουν ένα σημαντικό κλάδο για τη παγκόσμια οικονομία συμπεριλαμβανομένων όλων των οχημάτων που αναφέρονται στα παραπάνω μεταφορικά μέσα αλλά και τους σχετικούς με αυτά κλάδους[73].

Η αβεβαιότητα ήταν έκδηλη την περίοδο της πανδημίας. Η αυτοκινητοβιομηχανία βίωσε έντονη αστάθεια, η οποία επηρέασε το μέλλον της αυτοκινητοβιομηχανίας. Πέντε ήταν οι βασικοί παράγοντες που οδήγησαν στην εν λόγω αναταραχή[18]:

1. Πτώση της ζήτησης: Η αυξανόμενη οικονομική αβεβαιότητα την περίοδο της πανδημίας επηρέασε σε μεγάλο βαθμό τη ζήτηση.
2. Κοινωνικό-δημογραφική αλλαγή: Η γήρανση του πληθυσμού και η μείωση της αγοραστικής δύναμης επιβραδύνουν τις πωλήσεις νέων αυτοκινήτων, δεδομένο που υφίσταται και πριν τη πανδημία
3. Μετάβαση στα ηλεκτρικά οχήματα (EV): Η μετάβαση στα ηλεκτρικά οχήματα αναμένεται να μειώσει την ένταση εργασίας και να διαβρώσει την αγοραία αξία για τους παραδοσιακούς προμηθευτές.
4. Προμηθευτές κοντά στο υψηλό χρέος: Η πλειοψηφία των παραδοσιακών προμηθευτών οδηγήθηκε σε οικονομική δυσπραγία, την περίοδο της πανδημίας.
5. Η ισοτιμία τιμών έρχεται νωρίς: Ο πληθωρισμός και το αυξανόμενο κόστος επηρέασαν την αγορά την περίοδο της πανδημίας γεγονός που επηρεάζει την πορεία του κλάδου.



Σχήμα 1.1-Προβλέψεις για το μέλλον της αγοράς. Πηγή: [18]

Το Σχήμα 1.1 παρουσιάζει την πρόβλεψη για το μέγεθος της αγοράς για τα επιβατικά αυτοκίνητα στην Ευρώπη (εκτός από μπαταρίες) 2019–2035, σε σταθερά (2010) δισεκατομμύρια ευρώ.

## 1.2 Παγκόσμιες τάσεις της αγοράς

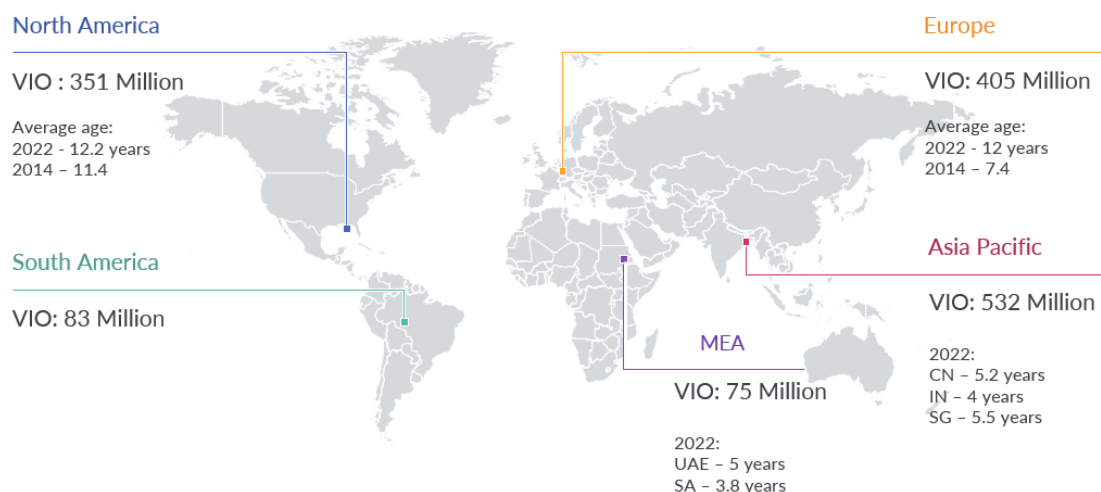
Η αυτοκινητοβιομηχανία αναμένεται να αναπτυχθεί μέσα στα επόμενα χρόνια, παρά το ασταθές μακροοικονομικό περιβάλλον[30]. Οι παγκόσμιες πωλήσεις αυτοκινήτων το 2023 προβλέπονται να ανέλθουν στα 69 εκατομμύρια, στηριζόμενες από τη μεγαλύτερη διεύρυνση στις αναδύμενες αγορές, την αυξανόμενη υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων και την επαναλειτουργία της Κίνας μετά τη χαλάρωση των περιορισμών που είχαν εφαρμοστεί λόγω της πανδημίας.

Σε συνδυασμό με τον σταθερό όγκο παραγωγής και την ζήτηση, οι παραπάνω ευκαιρίες προσφέρουν κάποια ανθεκτικότητα στο κλάδο, δίνοντας λύση και στα προβλήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας που επηρεάζουν τις πωλήσεις και την παραγωγή. Στο μέλλον αναμένεται ότι οι πωλήσεις αυτοκινήτων θα αυξηθούν στα 74 εκατομμύρια μέσα στο 2024, συνεχίζοντας την ανοδική πορεία που υπάρχει από το 2020 προς τα επίπεδα που επιτεύχθηκαν τα χρόνια πριν από την πανδημία[81].

Με δεδομένο ότι το περισσότερο από το 85% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει στην Ασία-Ειρηνικό, τη Μέση Ανατολή και την Αφρική ή τη Νότια Αμερική, θεωρείται ως πρόβλημα για τον μηχανοκίνητο κλάδο σε όλες αυτές οι περιοχές μαζί οι εταιρείες του κλάδου που λάνε λιγότερα αυτοκίνητα από τη Βόρεια Αμερική και την



Ευρώπη. Μέσα στα επόμενα χρόνια αυτό αναμένεται να αλλάξει. Συγκεκριμένα αναμένεται να αυξηθούν οι πωλήσεις τα επόμενα χρόνια στις εν λόγω αγορές, ενώ αναμένεται να υπάρχει μεγαλύτερη διείσδυση από τις μεγάλες εταιρείες του κλάδου πουλώντας αυτοκίνητα από όλες τις κατηγορίες τους (Βλέπε Εικόνα 1.1 -αγορές του εξεταζόμενου κλάδου)[65].



Σχήμα 1.2-Πωλήσεις στις διάφορες αγορές ανά τον κόσμο. Πηγή: [65]

Στη συνέχεια θα γίνει διεξοδική ανάλυση της παρούσας κατάστασης του μηχανοκίνητου κλάδου αλλά και των τάσεων που θα τον επηρεάσουν μέσα στα επόμενα χρόνια.

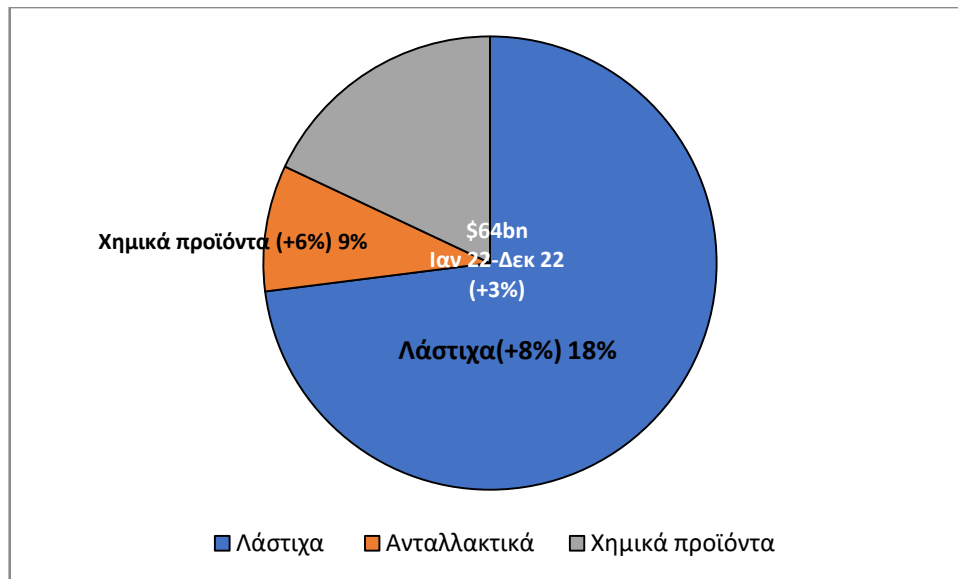
### 1.3 Σταθερή ανάπτυξη στο after market αυτοκινήτων

Ο όρος «after market αυτοκινήτων» αναφέρεται στη δευτερογενή αγορά της αυτοκινητοβιομηχανίας, η οποία αφορά την κατασκευή, ανακατασκευή, διανομή, λιανική πώληση και εγκατάσταση όλων των εξαρτημάτων, χημικών ουσιών, εξοπλισμού και αξεσουάρ του οχήματος, μετά την πώληση του αυτοκινήτου από τον κατασκευαστή του αρχικού εξοπλισμού στον καταναλωτή. Τα προς πώληση ανταλλακτικά, αξεσουάρ κ.λπ. μπορεί να κατασκευάζονται ή να μην κατασκευάζονται από τον κατασκευαστή του αρχικού εξοπλισμού. Η μεταγενέστερη αγορά περιλαμβάνει ανταλλακτικά για αντικατάσταση, σύγκρουση, εμφάνιση και απόδοση. Η μεταγενέστερη αγορά παρέχει μεγάλη ποικιλία εξαρτημάτων διαφορετικών ποιοτήτων και τιμών για όλες σχεδόν τις μάρκες και τα μοντέλα οχημάτων. Οι καταναλωτές έχουν τη δυνατότητα να επισκευάσουν οι ίδιοι τα οχήματά τους ή

μπορούν να μεταφέρουν το όχημα σε επαγγελματική εγκατάσταση επισκευής. Η μεταγενέστερη αγορά συμβάλλει στη διατήρηση των οχημάτων στο δρόμο, παρέχοντας στους καταναλωτές την επιλογή του τόπου όπου θέλουν να συντηρηθούν ή να προσαρμοστούν τα οχήματά τους.

Οι καταναλωτές με γνώση του κόστους και της σχέσης ποιότητας κόστους, ειδικά στις δυτικές ανεπτυγμένες οικονομίες είναι ολοένα και πιο απρόθυμοι να ανταλλάξουν τα αυτοκίνητά τους για νεότερα μοντέλα, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο ευκαιρίες για την ανάπτυξη στις δευτερογενείς αγορές αυτοκινήτων. Υπάρχουν τρεις κύριοι παράγοντες που οδηγούν σε αυτόν τον κορεσμό της αγοράς: α) Αυτοκίνητα καλύτερης ποιότητας και μεγαλύτερης διάρκειας, β) Ισχυρές αγορές μεταχειρισμένων αυτοκινήτων, γ) Αναμονή για μείωση των τιμών των ηλεκτρικών οχημάτων[25].

Η μέση ηλικία ενός αυτοκινήτου στην Ευρώπη είναι σήμερα 12 ετών, σε σύγκριση με την ηλικία των 7,4 ετών που ήταν το 2014. Στη Βόρεια Αμερική, από την άλλη η μέση ηλικία των αυτοκινήτων έχει αυξηθεί, από 11,4 έτη το 2014 σε 12,2 έτη το 2022. Στις δυο ηπείρους τα αυτοκίνητα που είναι από 7-12ετών είναι συνολικά πάνω από 750 εκατομμύρια. Η χρήση παλαιότερων μοντέλων θα επιφέρει αύξηση κερδών σε υποστηρικτικές αγορές όπως είναι αυτή των ελαστικών και των ανταλλακτικών[25]. Προς επιβεβαίωση της προηγούμενης άποψης είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η παγκόσμια αγορά ανταλλακτικών αυξήθηκε κατά 3% στα 64 δισεκατομμύρια δολάρια το 2022, με σταθερή ανάπτυξη σε όλες τις κατηγορίες και όλες τις περιοχές, εκτός από την Κίνα και την Ανεπτυγμένη Ασία. Τα ελαστικά, που αντιπροσωπεύουν σχεδόν τα τρία τέταρτα της αξίας των πωλήσεων after market, αυξήθηκαν κατά 3% το 2022, τα ανταλλακτικά κατά 6% και τα χημικά αυτοκινήτων κατά 6% [25] (Βλέπε Σχήμα 1.3).



Σχήμα 1.3: Aftermarket αγορά αυτοκινήτων. Πηγή: [25]

Με βάση το Σχήμα 1.2 διαπιστώνεται ότι η aftermarket αγορά αυτοκινήτων καταγράφει σταθερή ανάπτυξη σε όλες τις κατηγορίες το 2022. Τα έσοδα αυξήθηκαν κατά 10% σε σχέση με τα προ πανδημίας επίπεδα, κυρίως για ανταλλακτικά αυτοκινήτων, τα οποία σημείωσαν αύξηση 20% μεταξύ 2019 και 2022. Η ανάπτυξη στη δευτερογενή αγορά οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην κινητικότητα μετά την πανδημία αλλά και στις υψηλότερες τιμές των προϊόντων λόγω των πρόσφατων αυξήσεων στο κόστος αποστολής και στο κόστος της προσφοράς, αντί της ζήτησης, η οποία μειώθηκε το 2022 στις περισσότερες περιοχές και σε κάθε κατηγορία, εκτός από τα χημικά αυτοκινήτων. Οι πωλήσεις επίσης ενισχύθηκαν το 2022 στην Αναδυόμενη Ασία, όπου τόσο τα έσοδα όσο και ο όγκος πωλήσεων σημείωσαν διψήφια αύξηση. Ωστόσο, το aftermarket αυτοκινήτων σίγουρα δεν έμεινε ανεπηρέαστο από τις επιπτώσεις της κρίσης κόστους ζωής. Μετά από μια ανοδική πορεία το 2021, η ανάπτυξη επιβραδύνθηκε σταθερά καθ' όλη τη διάρκεια του 2022 και ειδικά το 4<sup>ο</sup> τρίμηνο, καθώς οι αυτοκινητιστές ένωσαν τη πίεση των υψηλών τιμών στην ενέργεια τα τρόφιμα κ.λ.π.[26].

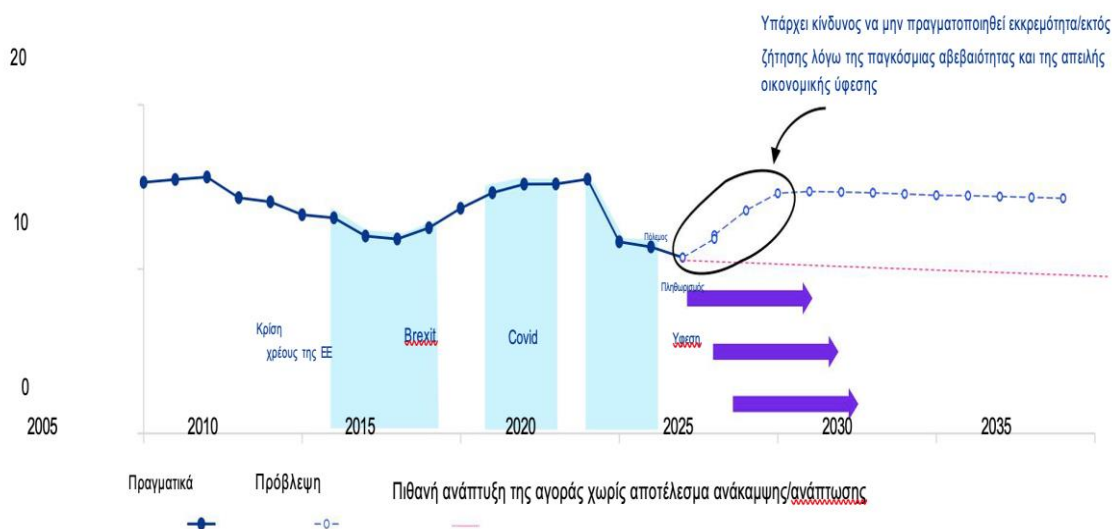
## 1.4 Πτώση της ζήτησης

Οι προβλέψεις των πωλήσεων για την επόμενη δεκαετία ως επί το πλείστον δείχνουν μία ανοδική κατεύθυνση. Οι αναλυτές θεωρούν ότι θα επέλθει ανάκαμψη μεταξύ 2023 και 2025 καθώς ο κλάδος λειτουργεί μέσω των καθυστερήσεων

παραγγελιών και της ζήτησης που συσσωρεύτηκε κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Σήμερα, λόγω της οικονομικής αβεβαιότητας και τα σενάρια ύφεσης υπάρχει υψηλός κίνδυνος να μην υπάρξει η αναμενόμενη ζήτηση[19].

Ακόμη και πριν από την τρέχουσα οικονομική αναταραχή, οι προβλέψεις για τις πωλήσεις για την επόμενη δεκαετία ήταν λιγότερο από ενθουσιώδεις. Οι περισσότεροι πρότειναν μια μικρή αύξηση των πωλήσεων κατά τη διάρκεια της δεκαετίας. Κάποιοι ανέμεναν στασιμότητα του όγκου. Η αυτοκινητοβιομηχανία θα απολάμβανε ανάκαμψη μεταξύ 2023 και 2025 με βάση τις υπάρχουσες καθυστερήσεις παραγγελιών και τη συσσωρευμένη ζήτηση από την περίοδο της πανδημίας[19].

Πιθανότατα η κατάσταση έχει σαφώς αλλάξει. Οι μακροοικονομικές τάσεις, ο αυξανόμενος πληθωρισμός και η οικονομική αβεβαιότητα σε συνδυασμό με την παγκόσμια γεωπολιτική αναστάτωση υποδηλώνουν ότι η αναμενόμενη ανάκαμψη της ζήτησης ενδέχεται να μην υλοποιηθεί. Εάν συμβαίνει αυτό, ο κλάδος μπορεί ήδη να βρίσκεται σε κατάσταση παρακμής στην Ευρώπη. Οι εταιρείες και οι προμηθευτές μπορεί να έχουν λίγο χρόνο να αντιδράσουν[19].



Σχήμα 1.4- Εξέλιξη των πωλήσεων αυτοκινήτων στην Ευρώπη με πρόβλεψη και προσαρμογή για κρίσεις 2005–2034, σε εκατομμύριο για την EE27. Πηγή: [19]

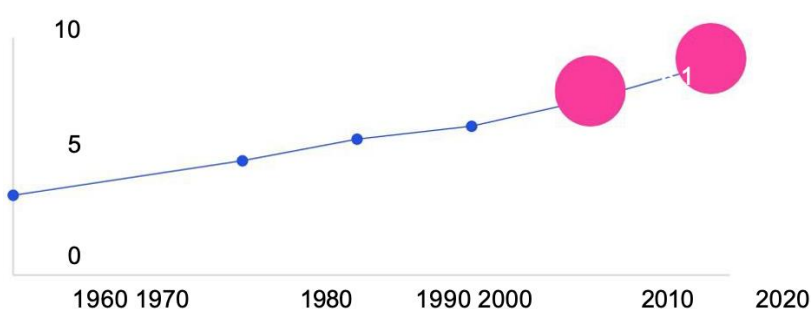
### 1.5 Κοινωνικό-δημογραφική αλλαγή

Ο αριθμός των νέων αγοραστών αυτοκινήτων μειώνεται, το ίδιο και η

αγοραστική τους δύναμη. Πράγματι, οι στατιστικές δείχνουν ότι μέχρι το 2030, τα δημογραφικά στοιχεία ηλικίας 45 έως 64 ετών θα συρρικνωθούν κατά 10%. Ταυτόχρονα, η πραγματική αγοραστική δύναμη μειώνεται από το 2019. Και οι τρέχουσες πληθωριστικές τάσεις δείχνουν ότι το χάσμα αγοραστικής δύναμης πιθανότατα θα συνεχίσει να αυξάνεται βραχυπρόθεσμα έως μεσοπρόθεσμα[14].

Τα βασικά δημογραφικά στοιχεία πελατών για νέους επιβάτες πιθανότατα θα συρρικνωθούν σημαντικά. Στη μεγαλύτερη αγορά της Ευρώπης, τη Γερμανία, η πλειονότητα των νέων αυτοκινήτων αγοράζεται παραδοσιακά από πελάτες ηλικίας 45–64 ετών. Ενώ ο συνολικός πληθυσμός της Γερμανίας αναμένεται να αυξηθεί. Στην πραγματικότητα, κατά την επόμενη δεκαετία, αυτό το βασικό δημογραφικό στοιχείο θα μειωθεί κατά περίπου 2,5 εκατομμύρια άτομα, ή το 10% του τρέχοντος μεγέθους της αγοράς[14].

Η ίδια τάση, αν και σε μικρότερο βαθμό, μπορεί να παρατηρηθεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο (ΕΕ27) ακόμη και στην πιο αισιόδοξη προσομοίωση, το ηλικιακό εύρος 45-64 προβλέπεται να συρρικνωθεί κατά τουλάχιστον 2%. Επιπλέον, οι νεότερες ηλικίες τείνουν να προτιμούν την εναλλακτική ιδιοκτησία όπως ενοικίαση, κοινή χρήση αυτοκινήτου ή χρήση μέσω leasing μέχρι την οριστική αγορά. Η δευτερογενής αγορά θα είναι ο κανόνας και όχι η εναλλακτική. Πριν από δέκα χρόνια, το μέσο αυτοκίνητο ήταν περίπου 8,5 ετών. Σήμερα, ο στόλος είναι πιο κοντά στα 10 χρόνια μια αύξηση 20%[2].

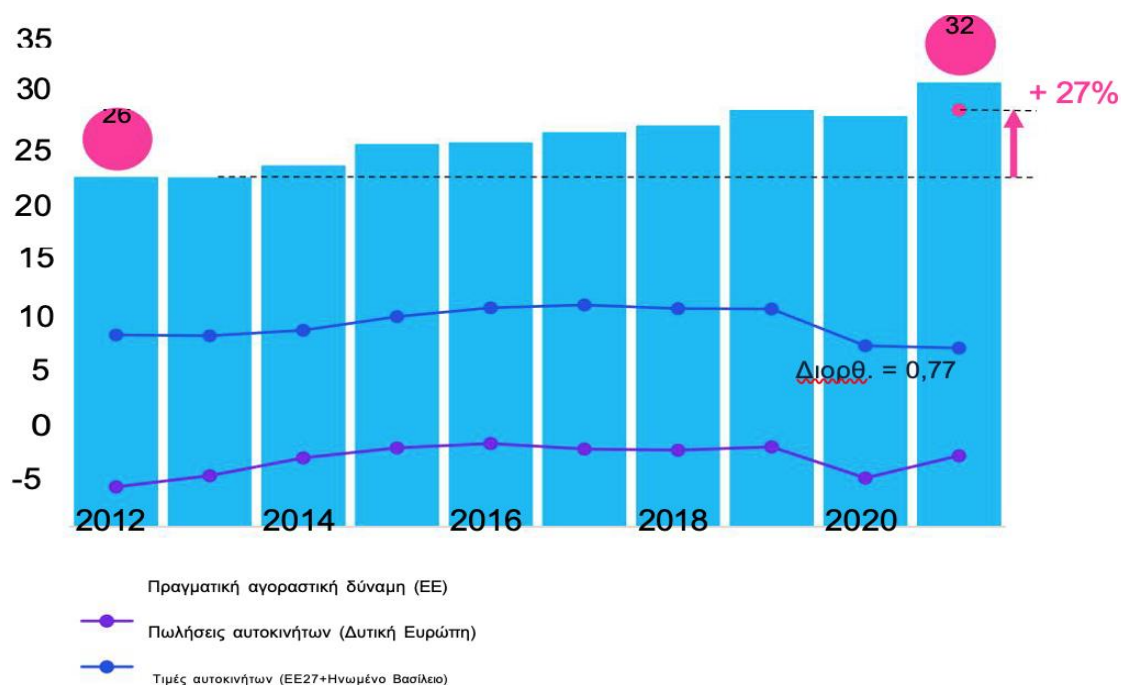


Σχήμα 1.5- Μέση εξέλιξη της ηλικίας επιβατικών αυτοκινήτων σε # χρόνια. Πηγή: [2]

Ο μέσος όρος ηλικίας ενός αυτοκινήτου στην ευρύτερη ΕΕ είναι ακόμη υψηλότερος. Αυτό υποδηλώνει ότι η αγορά μεταχειρισμένων αυτοκινήτων αυξάνεται και κερδίζει εξέχουσα θέση (ιδιαίτερα μεταξύ των νεότερων δημογραφικών ομάδων), γεγονός που θα μπορούσε να ξεκλειδώσει ευκαιρίες στον τομέα του after market[63].

Οι αγοραστές νέων αυτοκινήτων αντιμετωπίζουν αυξανόμενες οικονομικές προκλήσεις. Η αύξηση των τιμών των αυτοκινήτων σε συνδυασμό με τη μείωση της πραγματικής αγοραστικής δύναμης μπορεί να περιορίσει τις πωλήσεις αυτοκινήτων. Για περισσότερο από μια δεκαετία, υπάρχει ισχυρός συσχετισμός μεταξύ των ευρωπαϊκών πωλήσεων νέων επιβατικών αυτοκινήτων και της πραγματικής αγοραστικής δύναμης. Ακόμη και μετά την αντιμετώπιση της πανδημίας, των διαταραχών της εφοδιαστικής αλυσίδας και της κρίσης της οικονομίας, η σχέση μεταξύ των πωλήσεων αυτοκινήτων και της αγοραστικής δύναμης παραμένει ισχυρή[63].

Καθώς το μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης αντιμετωπίζει τώρα αυξανόμενες τιμές ενέργειας και αυξανόμενους ρυθμούς πληθωρισμού, υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι η αγοραστική δύναμη μπορεί να μειωθεί περαιτέρω καθώς μεγαλύτερο ποσοστό του πραγματικού διαθέσιμου εισοδήματος διατίθεται σε είδη πρώτης ανάγκης και οι μισθοί αποτυγχάνουν να συμβαδίσουν με τον πληθωρισμό. Ωστόσο, οι τιμές των νέων αυτοκινήτων ICE αυξάνονται: η τιμή ενός μέσου νέου αυτοκινήτου αυξήθηκε κατά περίπου 27% μεταξύ 2012 και 2021. Και η τάση είναι πιθανό να συνεχιστεί — καθώς ο Δείκτης Τιμών Καταναλωτή συνεχίζει να αυξάνεται, το ίδιο και οι τιμές των νέων αυτοκινήτων, ενδεχομένως τιμολόγηση μελλοντικών πιθανών αγοραστών[63].



Σχήμα 1.6-Ανάπτυξη αγοραστικής δύναμης (Πραγματικό διαθέσιμο εισόδημα σε ετήσια βάση έναντι πωλήσεων αυτοκινήτων). Πηγή: [63]

## 1.6 Μετάβαση στα ηλεκτρικά οχήματα EVs

Η τάση προς τα ηλεκτρικά οχήματα έχει τη δυνατότητα ουσιαστικής αλλαγής της αναλογικής αξίας των εισροών παραγωγής. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι τα ηλεκτρικά συστήματα μετάδοσης απαιτούν περίπου 25% λιγότερα εξαρτήματα και περίπου 65% λιγότερο χρόνο συναρμολόγησης. Εκτός από την μπαταρία, η συνολική αξία των εξαρτημάτων σε ένα EV (Electric Vehicle – Ηλεκτρικό Όχημα) είναι περίπου 15% χαμηλότερη από ότι σε ένα αυτοκίνητο ICE (Internal Combustion Engine - Μηχανή εσωτερικής καύσης), μειώνοντας έτσι την αξία την παραδοσιακή αγορά προμηθευτή[35].

Τα EV είναι γενικά λιγότερο μερικής έντασης από τα συμβατικά αυτοκίνητα. Ένας κινητήρας EV συχνά απαιτεί λιγότερα κινούμενα μέρη για να προσφέρει παρόμοια ή καλύτερη απόδοση. Για παράδειγμα, ένα μέσο EV χρειάζεται μόνο ένα απλό κιβώτιο ταχυτήτων μονής ταχύτητας, ωστόσο προσφέρει υψηλότερο εύρος στροφών και ευρύτερη ζώνη ισχύος από ένα αυτοκίνητο ICE [35].

Επιπλέον, ένα μεγάλο ποσοστό των εξαρτημάτων για ένα EV είναι προσυναρμολογημένο, μειώνοντας έτσι τον χρόνο συναρμολόγησης. Καθώς ο κλάδος αποκτά περισσότερη εμπειρία και βρίσκει περισσότερη απόδοση, μπορεί να εξοικονομηθεί επιπλέον χρόνος στη συναρμολόγηση του ίδιου του συστήματος μετάδοσης κίνησης. Ενώ τα EV εξακολουθούν να είναι πιο ακριβά από τα συγκρίσιμα συμβατικά οχήματα, μεγάλο μέρος αυτού του πρόσθετου κόστους (30–50%) μπορεί να ανιχνευθεί στην μπαταρία. Χωρίς την μπαταρία, η υπολειπόμενη αξία των ανταλλακτικών είναι στην πραγματικότητα 4.585 EUR μικρότερη από ένα παραδοσιακό αυτοκίνητο ICE. Υπάρχουν δύο πράγματα που πρέπει να ληφθούν από αυτή την τάση. Το ένα είναι ότι η συνολική αξία της αγοράς προμηθευτών OEM είναι πιθανό να μειωθεί καθώς η αγορά μετατοπίζεται στα EV. Το δεύτερο είναι ότι η πτώση των τιμών των μπαταριών θα μπορούσε να δώσει στα EV το πλεονέκτημα κόστους[35].

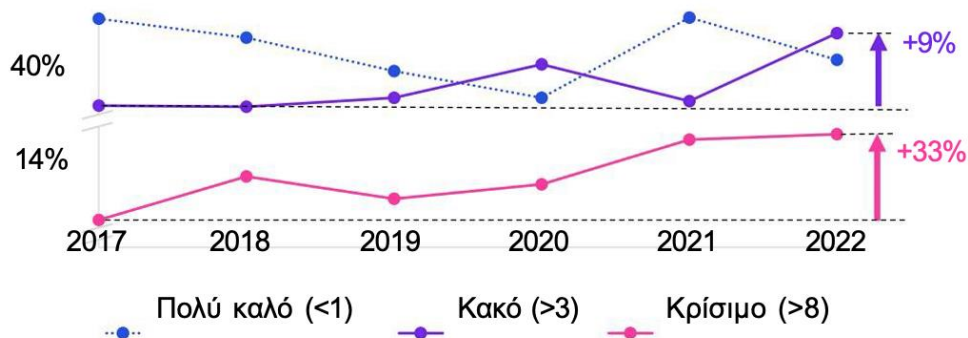
Πιστεύεται ότι η στροφή από τα συμβατικά οχήματα στα EV θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στις αλυσίδες και τις λειτουργίες εφοδιασμού. Για το ένα, χρειάζονται λιγότερα και διαφορετικά εξαρτήματα για τα EV, απαιτώντας από τους υπάρχοντες προμηθευτές να καινοτομούν και νέους προμηθευτές να προμηθεύονται. Οι εταιρείες που σχετίζονται με ανταλλακτικά, λάστιχα κ.λ.π θα πρέπει να αρχίσουν να δίνουν

προτεραιότητα στους προμηθευτές εξαρτημάτων EV, ιδιαίτερα καθώς οι πιο παραδοσιακοί προμηθευτές αγωνίζονται να καινοτομήσουν και να παραμείνουν σχετικοί. Η διαθεσιμότητα ποιοτικών προ συναρμολογημένων εξαρτημάτων και η ευρύτερη υιοθέτηση προηγμένου αυτοματισμού σημαίνει λιγότερη πολυπλοκότητα και λιγότερο ανθρώπινο δυναμικό στη γραμμή συναρμολόγησης[35].

## 1.7 Προμηθευτές

Η συνεχής πίεση στα περιθώρια κέρδους και οι επικείμενες αποπληρωμές χρέους αποτελούν υπαρξιακή απειλή για πολλούς προμηθευτές. Το μεγαλύτερο μέρος του χρέους προμηθευτή είναι πληρωτέο εντός 2 ετών. Καθώς τα ταμειακά αποθέματα μειώνονται και η υπερβολική εξάρτηση από το βραχυπρόθεσμο χρέος, η ανάγκη εξυπηρέτησης των αποπληρωμών του χρέους πιθανότατα θα ασκήσει άμεση πίεση στη δημιουργία βραχυπρόθεσμων κερδών και θα μειώσει την ικανότητα μετασχηματισμού των προμηθευτών[80].

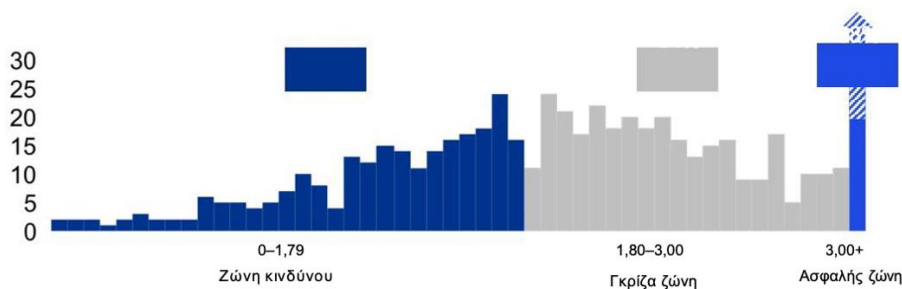
Οι χαμηλότεροι όγκοι παραγωγής σε συνδυασμό με μια αναγκαστική στροφή σε μια αγορά χαμηλότερης αξίας μπορεί να ασκήσουν σημαντική πίεση στους προμηθευτές καθώς αγωνίζονται σε μια δύσκολη μάχη ενάντια στη μείωση των εσόδων. Ταυτόχρονα, υπάρχει φθίνουσα αξία που πρέπει να συμπεσθεί από τα μέτρα μείωσης του κόστους, καθώς οι κεφαλαιουχικές δαπάνες είναι ζωτικής σημασίας για την καινοτομία και οι ανάγκες σε κεφάλαιο κίνησης είναι απίθανο να αλλάξουν. έρευνα δείχνει ότι οι προκύπτουσες αρνητικές ελεύθερες ταμειακές ροές θα οδηγήσουν σε αύξηση του χρέους. Από το 2017, το ποσοστό των προμηθευτών σε «κακή» θέση ρευστότητας αυξήθηκε κατά 9%[80].





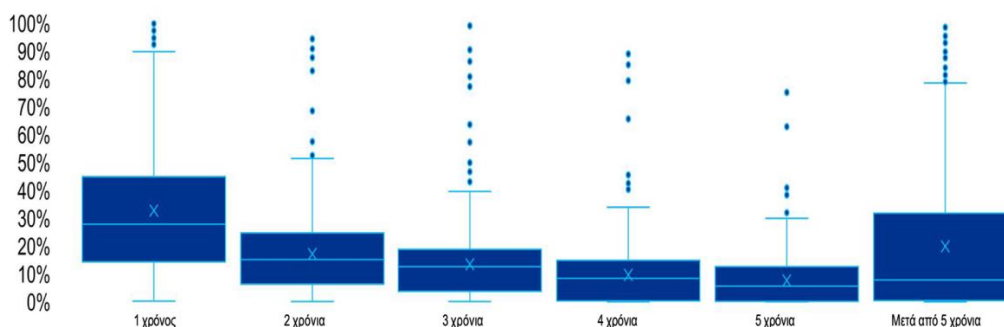
Σχήμα 1.7- Ανάπτυξη αναλογίας χρέους προς ίδια κεφάλαια προμηθευτών 2017–2022, σε %. Πηγή:[80]

Στην υπόθεση μιας κοινώς αποδεκτής αναλογίας μέγιστου χρέους προς ίδια κεφάλαια, τα δεδομένα υποδεικνύουν ότι περίπου το ένα τρίτο των προμηθευτών κινδυνεύει άμεσα.



Σχήμα 1.8 Προμηθευτές εξαρτημάτων αυτοκινήτων. Πηγή: [80]

Οι προμηθευτές πιθανότατα θα χρειαστούν πρόσθετη χρηματοδότηση. Κάτω από τις ίδιες τις πιέσεις, οι τράπεζες έχουν γίνει πολύ πιο επιλεκτικές ως προς το θέμα του δανεισμού. Τα επιτόκια αναχρηματοδότησης είναι υψηλά. Και οι επενδυτές αναζητούν ευκαιρίες. Η κορύφωση του οφειλόμενου χρέους αναμένεται να πλήξει τους προμηθευτές. Μέχρι το τέλος του 2023 θα υπάρξει ώθηση για αναχρηματοδότηση βραχυπρόθεσμων λήξεων χρέους. Η έγκαιρη φύση πολλών κατηγοριών στοιχείων έχει καλλιεργήσει μια δυναμική χρηματοδότηση που βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο βραχυπρόθεσμο χρέος. Το μέσο χαρτοφυλάκιο χρέους προμηθευτών αυτοκινήτων περιλαμβάνει περίπου 49% βραχυπρόθεσμο χρέος (με διάρκεια μικρότερη από 2 έτη), 31% μεσοπρόθεσμο χρέος (λήξης σε 2-5 χρόνια) και περίπου 20% μακροπρόθεσμο χρέος[80].

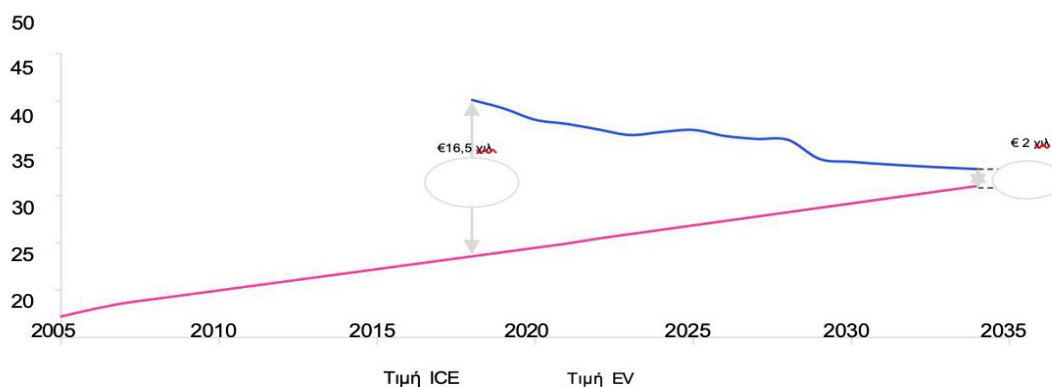


Σχήμα 1.9- Διάρθρωση χρέους προμηθευτών αυτοκινήτων σε %. Πηγή: [80]

Ο πληθωρισμός θα συνεχίσει να ανεβάζει το κόστος και την τιμή των

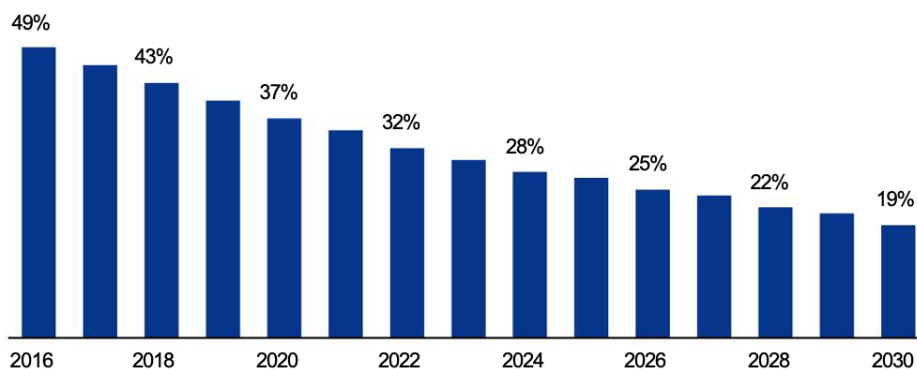
παραδοσιακών αυτοκινήτων. Τα EV μπορούν να μετριάσουν ορισμένες αυξήσεις τιμών και να διατηρήσουν τα περιθώρια κέρδους μέσω αυξημένης απόδοσης και χαμηλότερες τιμές μπαταρίας. Αυτό με τη σειρά του θα μπορούσε να επιταχύνει τη ταχύτερη υιοθέτηση των EV στην αγορά[56].

Το κόστος των μπαταριών για EV θα πρέπει να συνεχίσει να μειώνεται. Η μέση τιμή ενός συμβατικού επιβατικού αυτοκινήτου αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται την επόμενη δεκαετία, κυρίως λόγω του πληθωρισμού των τιμών. Ωστόσο, τα EV έχουν ακόμα περιθώριο ελιγμών. Το κόστος των μπαταριών αναμένεται να συνεχίσει να μειώνεται παρά τους περαιτέρω περιορισμούς της εφοδιαστικής αλυσίδας και των πόρων ως αποτέλεσμα όχι μόνο των νέων τεχνολογικών βελτιώσεων αλλά και των οικονομικών κλίμακας[80].

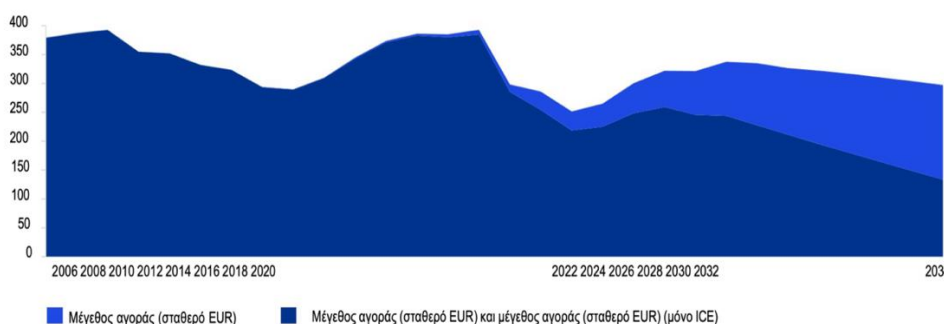


Σχήμα 1.10- Μέση εξέλιξη των τιμών για ICE και EV 2005 έως 2035, σε EUR. Πηγή: [56]

Η άνοδος της παραγωγής ηλεκτρικών οχημάτων θα πρέπει να οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγικής ικανότητας και σε νέες αποδοτικότερες παραγωγές που θα μειώσουν περαιτέρω το κόστος. Η εισαγωγή πρόσθετων μοντέλων EV τόσο από παραδοσιακούς προμηθευτές όσο και από startups θα μπορούσε να μειώσει περαιτέρω τις μέσες τιμές. Ακόμη και λαμβανομένων υπόψη των πρόσφατων γεωπολιτικών εξελίξεων, η συντηρητική εκτίμηση υποδηλώνει ότι τα οχήματα EV θα φτάσουν στην ισοτιμία τιμής έως το 2035[9].



Σχήμα 1.11- Ανάπτυξη του κόστους της μπαταρίας ως % του κόστους EV 2016–2030, σε %. Πηγή: [9]



Σχήμα 1.12-Εξέλιξη του μεγέθους της αγοράς για επιβατικά αυτοκίνητα στην Ευρώπη (εκτός από μπαταρίες) 2005–2034, σε #εκατομμύριο για την EE27+1. Πηγή: [29]

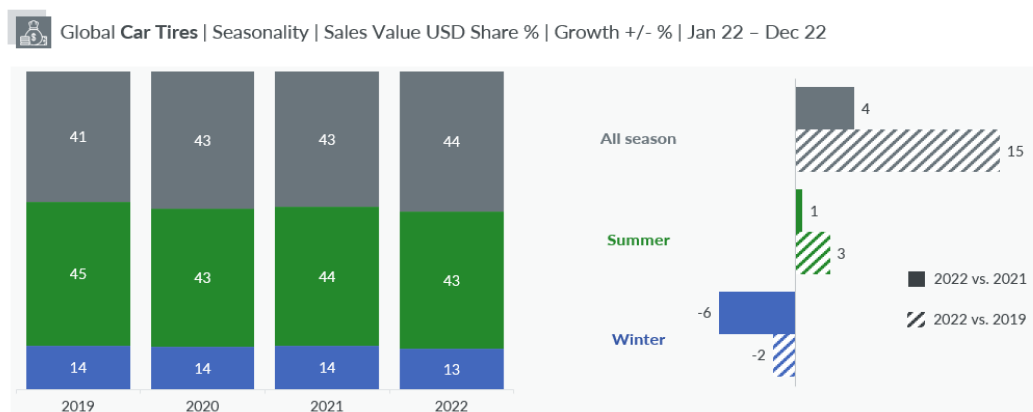
## 1.8 Ανάλυση δευτερευουσών αγορών

### 1.8.1 Τάσεις ελαστικών: μεγάλα και οικονομικά

Τα ελαστικά όλων των εποχών και αυτά με τα μεγαλύτερα μεγέθη ζαντών συνέχισαν την ισχυρή αναπτυξιακή τους τροχιά, λόγω της αυξανόμενης όρεξης σε όλο τον κόσμο για μεγαλύτερα αυτοκίνητα. Επισημαίνεται ότι η καινοτομία σημαίνει ότι οι καταναλωτές δεν χρειάζεται πλέον να αγοράζουν ξεχωριστά σετ χειμερινών ελαστικών σε περιοχές όπου ο χειμώνας δεν είναι συνήθως σκληρός. Για τους καταναλωτές, αυτό σημαίνει εξοικονόμηση κόστους, καθώς αλλάζουν τα ελαστικά τους μία φορά κάθε χρόνο, ενώ πληρώνουν υψηλότερη τιμή για την υπηρεσία[26].

Τα ελαστικά ελαφρών φορτηγών ξεχώρισαν το 2022, σημειώνοντας αύξηση 5% σε επίπεδα του 2021 και 22% έναντι του 2019 εν μέσω αυξημένης ζήτησης για

οδηγούς εφοδιαστικής και παράδοσης τελευταίου μιλίου. Ωστόσο, αυτή η ανάπτυξη οφείλεται κυρίως στην αγορά των ΗΠΑ, όπου υπάρχει μεγαλύτερος κορεσμός μεγαλύτερων αυτοκινήτων. Τα ελαστικά επιβατικών αυτοκινήτων, αν και εξακολουθούν να κυριαρχούν στην αγορά, είχαν αδύναμη συγκριτική απόδοση, μόλις 1% σε σχέση με το 2021 και δεν υπήρξε ανάπτυξη στα ελαστικά 4x4 κατά τη διάρκεια του έτους[26].



Σχήμα 1.13-Η ευκολία εξακολουθεί να είναι η βασική αυξητική τάση. Πηγή: [26]

Οι οικονομικές μάρκες ελαστικών αυτοκινήτων αυξήθηκαν στις περισσότερες περιοχές, ιδιαίτερα στη Λατινική Αμερική και στις Ηνωμένες Πολιτείες, καθώς οι καταναλωτές έσφιξαν τη ζώνη τους ως απάντηση στις πληθωριστικές πιέσεις. Ένας άλλος λόγος πίσω από την οικονομική ανάπτυξη της επωνυμίας είναι η διαθεσιμότητα. Κατά τη διάρκεια της πανδημίας, οι οικονομικές μάρκες, ειδικά από την Κίνα, αναζήτησαν ανάπτυξη σε άλλες περιοχές, με αποτέλεσμα υψηλότερα αποθέματα στην αγορά. Όταν αυτές οι αγορές άνοιξαν ξανά, οι καταναλωτές με περιορισμένους προϋπολογισμούς αναζητούσαν τις καλύτερες προσφορές. Ως μακροπρόθεσμη τάση, οι μεσαίες και οικονομικές επωνυμίες έχουν αυξήσει τη διανομή τους καθώς και τις τιμές τους και πιθανότατα θα συνεχίσουν να υπονομεύουν το μερίδιο premium[26].

Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτό σήμαινε πτώση ή πολύ μέτρια ανάπτυξη στις μάρκες premium. Η εξαίρεση ήταν στη ΜΕΑ, η οποία σημείωσε διψήφια ανάπτυξη σε όλα τα επίπεδα τιμών, με αποτέλεσμα την ισχυρή ανάπτυξη της μάρκας premium. Υπήρξαν αυξήσεις τιμών για τις μάρκες ελαστικών σε όλους τους τομείς, ειδικά τις γραμμές προϋπολογισμού, οι οποίες κατέλαβαν το 21% του μεριδίου της αξίας πωλήσεων το 2022 σε σύγκριση με 17% το 2019. Αξιοποιώντας το σημείο μεταξύ των αυστηρότερων προϋπολογισμών των νοικοκυριών και της όρεξης για SUV, οι

μάρκες επίσης αύξησε τη γκάμα των ελαστικών μεγάλων ζαντών που διατίθενται σε χαμηλές τιμές[26].

### **1.8.2 Τάσεις για μικρά και συνθετικά λιπαντικά κινητήρα**

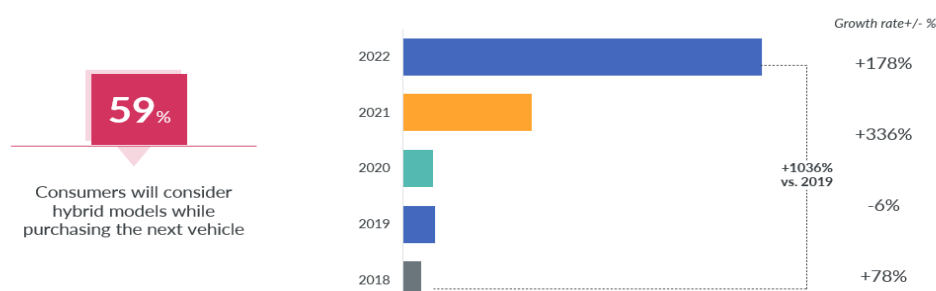
Τα παγκόσμια λιπαντικά κινητήρων σημείωσαν ισχυρή αύξηση εσόδων από έτος σε έτος κατά 6,6% το 2022, κυρίως λόγω των αυξήσεων των τιμών. Υπήρξε επίσης μέτρια ετήσια αύξηση κατά 2,2% σε ετήσια βάση, αν και οι επιδόσεις ήταν ελαφρώς ασθενέστερες από τα προ πανδημίας επίπεδα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η αξία των πωλήσεων αυξήθηκε κατά 13% σε σχέση με το 2019, με τη μεγαλύτερη αύξηση να σημειώνεται στην Ευρώπη και την Αναδυόμενη Ασία[9].

Τα πλήρως συνθετικά λιπαντικά που προσφέρουν καλύτερη απόδοση και ευκολία σε υψηλότερη τιμή συνέχισαν την ανοδική τους τάση κατακτώντας το 54% της αγοράς και αναμένουμε ότι αυτή η προνομιούχηση θα συνεχιστεί το 2023. Μια άλλη τάση που καταγράφηκε ήταν η άνοδος μικρότερων εμπορικών σημάτων, όπως η Idemitsu και η Motul, που συνεχίζουν να καταπατούν το μερίδιο αγοράς μεγαλύτερων ηγετών της αγοράς. Ωστόσο, οι δύο μεγαλύτερες εταιρείες μαζί εξακολουθούν να έχουν μερίδιο 29% στην αγορά. Μετά την απότομη άνοδο των τιμών του πετρελαίου μετά την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία τον Φεβρουάριο, οι τιμές των παγκόσμιων λιπαντικών κινητήρων άρχισαν να σταθεροποιούνται σε υψηλά επίπεδα προς το τέλος του έτους, αλλά η αβεβαιότητα παραμένει σχετικά με τις μελλοντικές τιμές λόγω της υψηλής αστάθειας της αγοράς[9].

### **1.8.3 Τάσεις ηλεκτροκίνησης: βιωσιμότητα και αποτελεσματικότητα**

Τα ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία και τα plug-in υβριδικά οχήματα αντιπροσώπευαν το 13% των παγκόσμιων πωλήσεων αυτοκινήτων το 2022 σε σύγκριση με 8% το 2021, καθώς οι βασικές αγορές πίεζαν τους στόχους για σταδιακή κατάργηση των κινητήρων εσωτερικής καύσης τις επόμενες δύο δεκαετίες. Σχεδόν έξι στους 10 καταναλωτές λένε ότι θα εξετάσουν ένα υβριδικό όχημα ως την επόμενη αγορά τους και η αδυσώπητη πορεία προς την ηλεκτροκίνηση φαίνεται σε μετρήσεις

όπως τα παγκόσμια έσοδα από ελαστικά ηλεκτρικών αυτοκινήτων που αυξήθηκαν κατά περισσότερο από 1.000% μεταξύ 2019 και 2022[27].



Σχήμα 1.14-Νέες τάσεις. Πηγή: [27]

Η βιομηχανία ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα μπορούσε να δει υψηλά επίπεδα ανάπτυξης τα επόμενα χρόνια. Για τις έξυπνες αυτοκινητοβιομηχανίες και τους προμηθευτές τους στη βαθμίδα 1, υπάρχουν ευκαιρίες για καινοτομία στον αναπτυσσόμενο χώρο των οχημάτων που καθορίζονται από λογισμικό (SDV) με νέα χαρακτηριστικά και λειτουργίες με επίκεντρο το λογισμικό που βελτιώνουν την ασφάλεια, την άνεση και την εμπειρία του οχήματος. Καθώς οι επιχειρήσεις υφίστανται αυξανόμενη πίεση να μειώσουν τον άνθρακα και να βελτιστοποιήσουν τα logistics για τον μετριασμό του πληθωρισμού, υπάρχει επίσης αυξανόμενο ενδιαφέρον για αποδοτικά ηλεκτρικά οχήματα στόλου που μειώνουν το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας[59].

Η διαχείριση των υψηλών αποθεμάτων και η πλοήγηση στην αστάθεια των τιμών της αγοράς των πρώτων υλών είναι μεταξύ των προκλήσεων που ενδέχεται να αντιμετωπίσουν το aftermarket και η αυτοκινητοβιομηχανία. Ο πληθωρισμός, το κόστος τροφίμων και ενέργειας θα συνεχίσουν να βρίσκονται στην πρώτη γραμμή του μυαλού των καταναλωτών, ωθώντας τους προς περισσότερα προσιτά προϊόντα. Ωστόσο, τα premium τμήματα που προσφέρουν επιδόσεις και άνεση, όπως όλες τις εποχές, μεγαλύτερα μεγέθη ζαντών και συνθετικά λιπαντικά, θα συνεχίσουν να τροφοδοτούν την ανάπτυξη. Οι αναδυόμενες οικονομίες θα προσφέρουν ευκαιρίες για έξυπνους κατασκευαστές, ενώ το άνοιγμα της Κίνας θα υποστηρίξει την ανθεκτικότητα του κλάδου. Εν τω μεταξύ, η επιταγή της βιωσιμότητας θα ανταμείψει τις καινοτόμες μάρκες των οποίων τα προϊόντα ανταποκρίνονται στην αυξανόμενη πίεση των κανονισμών και των καταναλωτών για πιο φιλικές προς το περιβάλλον εναλλακτικές λύσεις[59].

## Κεφάλαιο 2: Ψηφιακός Μετασχηματισμός

### 2.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, ο Ψηφιακός Μετασχηματισμός (Digital Transformation - DT) έχει εμφανιστεί ως ένα σημαντικό ερευνητικό θέμα φαινομένων που σχετίζεται με τις εταιρείες. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι η ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών και νέων επιχειρηματικών μοντέλων σε όλους τους τομείς, με αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας των βιομηχανιών και στον τρόπο με τον οποίο παρέχουν αξία στους πελάτες. Ο DT ενσωματώνει τις αλλαγές που συμβαίνουν στον κόσμο και τις βιομηχανίες μέσω της χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών. Προκειμένου να δημιουργηθεί η ικανότητα δημιουργίας νέων μονοπατιών για τη δημιουργία αξίας στην ψηφιακή εποχή, υπάρχει ανάγκη να έχουμε διαφορετική κουλτούρα, διαδικασίες, δομή και στρατηγικές[57].

Τα περισσότερα από τα οφέλη στην κατασκευή από τον ψηφιακό μετασχηματισμό θα μπορούσαν να συνοψιστούν σε πέντε ομάδες. Πρώτο όφελος που σχετίζεται με τη βελτίωση της παραγωγικότητας όπου οι διαδικασίες ανάπτυξης και σχεδίασης είναι ταχύτερες και καλύτερα ενημερωμένες χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) και η τρισδιάστατη εκτύπωση, αξιοποιώντας διαδραστικά δεδομένα από χρήστες σε πραγματικό χρόνο. Η βελτίωση στην παραγωγή με ελάχιστο χρόνο διακοπής λειτουργίας θα μπορούσε να επιτευχθεί χάρη στην καλύτερη συνδεσιμότητα του μηχανήματος με την αποστολή ζωτικής σημασίας δεδομένων συντήρησης που μπορούν να βοηθήσουν στην αποφυγή σφαλμάτων του μηχανήματος και στη βελτίωση της απόδοσης. Το δεύτερο σχετίζεται με την ποιότητα με τη μέτρηση υψηλής ευκρίνειας των παραμέτρων παραγωγής και των προϊόντων σε όλη τη διαδικασία. Νέα εργαλεία μηχανικής εκμάθησης για την αξιολόγηση της ποιότητας των προϊόντων εφαρμόζονται στα δεδομένα παραγωγής για να υποδεικνύουν αυτόματα τις βαθύτερες αιτίες των ελαττωμάτων ποιότητας και να προβλέψουν ζητήματα που σχετίζονται με τα απόβλητα προτού εμφανιστούν. Το τρίτο όφελος αφορούσε το κόστος όπου τα δεδομένα συλλέγουν και αναλύουν τη διαδικασία παραγωγής σε όλα τα στάδια, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων μηχανών, της γραμμής παραγωγής, της μεταφοράς και της εφοδιαστικής[39].

Αυτή η ανάλυση βοηθά στον εντοπισμό ευκαιριών μείωσης κόστους και καλύτερη διαχείριση του αποθέματος για την κάλυψη των απαιτήσεων, ενώ τα

μηχανήματα προσφέρουν υψηλό επίπεδο ευελιξίας που επιτρέπει γρήγορες αλλαγές μεταξύ των προϊόντων. Το τέταρτο πλεονέκτημα σχετίζεται με την ύπαρξη μεγαλύτερης προσαρμογής προϊόντων, η οποία είναι ένας σημαντικός παράγοντας επιλογής για τους πελάτες. Οι γραμμές παραγωγής με ψηφιοποίηση μπορούν να προσφέρουν στους πελάτες εξατομίκευση με ελκυστικές επιλογές, ενώ παράλληλα παράγουν σε μεγάλη κλίμακα και αποτελεσματικά με ανταγωνιστικές τιμές. Η τελευταία και πολύ πιο σημαντική πτυχή της κατασκευής σχετίζεται με την ασφάλεια σε χώρους εργασίας στους οποίους μπορούν να εκτελούνται επικίνδυνες εργασίες από ρομπότ. Το προσωπικό μπορεί να ειδοποιηθεί εκ των προτέρων για τους πιθανούς και πιθανούς κινδύνους χρησιμοποιώντας τους εγκατεστημένους αισθητήρες σε όλο το χώρο εργασίας[8].

Η στρατηγική ψηφιακού μετασχηματισμού θεωρείται ως ένα δομημένο και επίσημο σχέδιο που κατευθύνει μια εταιρεία σε όλο το ταξίδι της στον ψηφιακό μετασχηματισμό[36]. Επεκτείνει έτσι την πρακτική ανάλυση και συζητά τα οφέλη και τους κινδύνους που συνδέονται με τις ψηφιακές τεχνολογίες διεξοδικά. Η χαρακτηριστική ουσία της περιεκτικότητας όλων των επιχειρηματικών τμημάτων και των χαρακτηριστικών του οργανισμού περιλαμβάνει πολλαπλούς μηχανισμούς συντονισμού: πρώτον, ευθυγράμμιση με την επιχειρηματική στρατηγική, και δεύτερον, ευθυγράμμιση με άλλες λειτουργίες.

## **2.2 Ο ψηφιακός μετασχηματισμός πολύτιμος για την κατασκευαστικό τομέα**

Στην εισαγωγή, αναφέρθηκαν κατηγορίες για αυτά τα οφέλη και παρακάτω θα αναλυθούν εν συντομία οι κορυφαίες περιπτώσεις χρήσης που βοηθούν τον κατασκευαστικό τομέα να επωφεληθεί από τις τεχνολογίες και τις πρωτοβουλίες ψηφιοποίησης. Ο πρώτος πολύτιμος παίκτης ψηφιοποίησης για την κατασκευή είναι το Additive Manufacturing, που συνήθως αναφέρεται ως 3D Printing[60]. Η κατασκευή προσθέτων συνδυάζει μια μεγάλη ποικιλία διαδικασιών και υλικών που μοιράζονται ένα κοινό χαρακτηριστικό της μετάφρασης τρισδιάστατων δεδομένων απευθείας στο φυσικό πεδίο. Αυτός ο τρόπος παραγωγής επιτρέπει τη σχεδιαστική ευελιξία που δεν ήταν ποτέ δυνατή στο παρελθόν, και καθώς αυτή η τεχνολογία προχωρά, γινόμαστε μάρτυρες του πολλαπλασιασμού των εφαρμογών σε τομείς όπως,



ενδεικτικά η ιατρική, η αυτοκινητοβιομηχανία, η αεροδιαστημική και ο τρόπος ζωής.

Η Διαχείριση Απόδοσης Περιουσιακών Στοιχείων (APM - Asset Performance Management) είναι μια άλλη περίπτωση χρήσης και κοινός παράγοντας για την κατασκευή και προσφέρεται από τους περισσότερους παρόχους λύσεων ψηφιοποίησης ως τυπικό προϊόν. Με την εμφάνιση του Industry 4.0, η APM περιλαμβάνει ένα ευρύτερο φάσμα λειτουργιών λόγω της δυνατότητας ανάλυσης δεδομένων, της δυνατότητας λήψης εξοπλισμού από OEM (Original Equipment Manufacturer) και ενσωμάτωσης δεδομένων από πολλαπλές εγκαταστάσεις και τοποθεσίες. Η APM παρέχει πολλά εργαλεία για τη βελτίωση του εξοπλισμού και της διαθεσιμότητας των εγκαταστάσεων του εξοπλισμού κατασκευής. Τα εργαλεία APM συγκεντρώνουν, ενοποιούν, οπτικοποιούν και στη συνέχεια αναλύουν δεδομένα που συλλέγονται από όλο τον εξοπλισμό. Το APM βοηθά στην πρόβλεψη, την παρακολούθηση της κατάστασης και τη συντήρηση αξιοπιστίας του εξοπλισμού συστηματικά και εύκολα[21].

Το Industrial Internet of Thing (IIoT) εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς καθώς οι κατασκευαστές συνειδητοποιούν τις τεράστιες δυνατότητες αυτής της τεχνολογικής προσέγγισης να αλλάξει εντελώς τον τρόπο λειτουργίας τους. Μερικές από τις κορυφαίες περιπτώσεις χρήσης του Industry 4.0 είναι η προγνωστική συντήρηση, η παρακολούθηση κατάστασης/κατάστασης, η ψηφιακή διπλή, η έρευνα και ανάπτυξη βάσει δεδομένων και η διαχείριση στόλου[61].

Οι αναλυτικές πληροφορίες των Συνδεδεμένων Προϊόντων και Υπηρεσιών επιτρέπουν στους πελάτες να παρακολουθούν τα πρότυπα κατανάλωσης των μηχανημάτων τους και να βελτιώνουν τις λειτουργίες βελτιστοποιώντας τα χρονοδιαγράμματα αναπλήρωσης. Ένα άλλο παράδειγμα είναι οι υπηρεσίες πρόβλεψης συντήρησης, οι οποίες βοηθούν τους πελάτες να μειώσουν τους χρόνους διακοπής λειτουργίας του μηχανήματος και να μειώσουν το κόστος συντήρησης. Οι υπηρεσίες απομακρυσμένων παραγγελιών δίνουν στους πελάτες τη δυνατότητα να επαληθεύουν το απόθεμα και να προσφέρουν ανεφοδιασμό από οπουδήποτε μέσω εφαρμογών. Οι κατασκευαστές συσκευών μπορούν επίσης να αξιοποιήσουν τις πληροφορίες δεδομένων από τις συσκευές και να στραφούν στην παραγωγή και διαχείριση αποθεμάτων κατ' απαίτηση[61].

Οι πλατφόρμες Cloud είναι νέες τεχνολογίες για τη δημιουργία και τη φιλοξενία εφαρμογών σε σύγκριση με τη μεθοδολογία πελάτη-διακομιστή. Αυτή η νέα τεχνολογία για τη δημιουργία και την ανάπτυξη εφαρμογής έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τον πελάτη-διακομιστή όσον αφορά το κόστος διαχείρισης και συντήρησης. Είναι πολύ φθηνότερο και ταχύτερο να αποκτήσετε πρόσθετη επεξεργαστική ισχύ εάν χρειάζεται σε σύγκριση με τη μεθοδολογία πελάτη-διακομιστή[43].

Το Edge Computing βελτιώνει την επεξεργαστική ισχύ επιτρέποντας τη διεκπεραίωση περισσότερων εργασιών από τις τελικές συσκευές του χρήστη. Αυτό μειώνει τον λανθάνοντα χρόνο μειώνοντας το φορτίο που συνδέεται με το Internet of Things και το cloud, μειώνει τους κινδύνους για την ασφάλεια των δεδομένων και μειώνει το κόστος παράδοσης. Αυτή η ικανότητα επεξεργασίας ανοίγει πολλές δυνατότητες εντός του πεδίου εφαρμογής του Διαδικτύου των πραγμάτων, όπως η αποφυγή εμποδίων, η επεξεργασία γλώσσας, ο εντοπισμός αντικειμένων, η αναγνώριση προσώπου και άλλες εφαρμογές μηχανικής εκμάθησης[79].

Το Fog computing βρίσκεται στην απόσταση μεταξύ των τελικών σημείων του Internet of Things και του Cloud. Με άλλα λόγια, το Fog computing είναι ένα δίκτυο που συνδέει σημεία εισαγωγής δεδομένων και μηχανές cloud όπου αποθηκεύονται αυτά τα δεδομένα. Το Fog είναι μια ενδιάμεση περιοχή επεξεργασίας που φροντίζει τα δεδομένα από το edge και διαχειρίζεται εργασίες που δεν απαιτούν μηχανές cloud, αλλά δεν μπορούν να τις χειριστούν συσκευές άκρη[1].

Το Advanced Analytics and Machine Learning είναι μία από τις σημαντικότερες ψηφιακές εφαρμογές του κλάδου. Μπορεί να λαμβάνει και να αναλύει συνεχείς ενημερώσεις από αισθητήρες και άλλα σημεία συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο - και να μπορεί να ανταποκρίνεται με άμεση δράση. Με αυτόν τον τρόπο, η μηχανική μάθηση είναι ένα πολύ ισχυρό μέσο για την αξιοποίηση του IoT για βιομηχανικές εφαρμογές. Χρησιμοποιώντας τη μηχανική μάθηση και την προγνωστική συντήρηση, το προσωπικό θα είναι σε θέση να κατανοήσει τη συμπεριφορά και την απόδοση των μηχανών κατά τη ρύθμιση της κατασκευής καθώς οι αλγόριθμοι προσαρμόζονται με βάση νέες πληροφορίες. Αυτό μας επιτρέπει να εντοπίζουμε ασυνήθιστες συμπεριφορές και να προβλέψουμε σφάλματα και δυσλειτουργίες με υψηλή ακρίβεια[31].

Το Open Process Automation στοχεύει να παρέχει μια νέα και ανοιχτή αρχιτεκτονική λύσης αυτοματισμού που είναι ευέλικτα προσαρμοσμένη για βιομηχανικές εφαρμογές και σενάρια εφαρμογών μη εγκατάστασης. Πολλές από τις αυτοματοποιημένες κατασκευές είναι έλεγχος με χρήση συστήματος κατακεντρωμένου ελέγχου (DCS) ή προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (PLC). Αυτοί οι τύποι ελεγκτών δεν είναι βολικοί για την τάση της νέας τεχνολογίας, καθώς η αρχιτεκτονική τους είναι κατάλληλη για παραδοσιακό έλεγχο. Επίσης, είναι δύσκολο να γίνουν αλλαγές σε αυτά τα συστήματα, καθώς είναι πολύ αφοσιωμένα σε μια συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής[46].

Η χρήση ρομπότ στη βιομηχανική κατασκευή είναι κοινή σήμερα με περίπου 2 εκατομμύρια βιομηχανικά ρομπότ που λειτουργούν σε όλο τον κόσμο. Το κίνητρο πίσω από τα ρομπότ είναι υψηλό λόγω της ικανότητάς τους σε αυτό που προσφέρουν, καθώς μπορούν να κάνουν μονότονη, δυσάρεστη και επικίνδυνη εργασία αντί για ανθρώπους. Το Internet of Robotic Things (IoRT) οδηγεί την τεχνολογία στο επόμενο επίπεδο και θα αποτελέσει σημαντικό μέρος του μέλλοντος της κατασκευής. Στα ρομπότ που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή θα παρέχονται στιγμιαία δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με το συγχρονισμό και την απόδοση στο εργοστάσιο. Το IoRT θα επιτρέψει στους κατασκευαστές να ανταποκρίνονται καλύτερα και να υπερβαίνουν τις απαιτήσεις των πελατών τους και να αντιδρούν με ακρίβεια σε αποκλίσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού[10].

### **2.3 Επιπτώσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού στην αυτοκινητοβιομηχανία**

Η σύγχρονη εποχή ορίζεται ως μια εποχή συνεχών αλλαγών λόγω της εξέλιξης των ψηφιακών τεχνολογιών που προκαλούν μετασχηματισμό στον τρόπο λειτουργίας της αγοράς και των επιχειρήσεων γενικότερα. Αυτό δημιουργεί μια ανατρεπτική επίδραση σε σχέση με τις παραδοσιακές διαδικασίες όσον αφορά τον τρόπο παραγωγής και ανταλλαγής των προϊόντων, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο διεξάγονται οι επιχειρήσεις και επιτυγχάνονται οφέλη για τους παραγωγούς και τους πελάτες[22].

Οι επιπτώσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού στον κόσμο είναι εμφανείς και παράγουν τεράστια οφέλη για τους επιχειρηματίες, τους καταναλωτές και την κοινωνία

γενικότερα, αν και υπάρχουν περιβαλλοντικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν[66]. Το αποτέλεσμα που προκύπτει από την ψηφιοποίηση έχει φτάσει και στην αυτοκινητοβιομηχανία και είναι το πιο σημαντικό φαινόμενο στην ιστορία των 140 χρόνων του κλάδου. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός, η παγκοσμιοποίηση και ο πιο έντονος ανταγωνισμός πρωτοστατούν[23].

Οι στρατηγικές ψηφιακού μετασχηματισμού είναι σημαντικές επειδή αντικατοπτρίζουν την πανταχού παρουσία των αλλαγών που επιφέρουν οι ψηφιακές τεχνολογίες σε έναν οργανισμό. Ως εκ τούτου, οι οργανισμοί πρέπει να αλλάξουν τα παραδοσιακά επιχειρηματικά μοντέλα, τα οποία ήταν ισχυρά για πολλές δεκαετίες, και να μεταμορφώσουν τους οργανισμούς τους ώστε να προσαρμοστούν σε αυτές τις τάσεις, π.χ. πλατφόρμες κοινής χρήσης αυτοκινήτου ή νέες τηλεματικές υπηρεσίες[45].

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αυτοκινητοβιομηχανία, με αυξανόμενη επιρροή και πολυπλοκότητα, είναι διαφορετικοί. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν, ειδικότερα, την παγκοσμιοποίηση, η οποία δίνει στους κατασκευαστές την ευκαιρία να επεκταθούν σε νέες αγορές, τη διαφοροποίηση των καταναλωτών και την ταχεία τροποποίηση και διαφοροποίηση των προϊόντων. Η διαφοροποίηση των καταναλωτών θα συμβάλει σε νέα πρότυπα συμπεριφοράς και στην ανάγκη να ικανοποιηθούν οι προτιμήσεις τους μεμονωμένα, ενώ η διαφοροποίηση των προϊόντων θα συνεπάγεται τη μείωση του κύκλου ζωής των μοντέλων για να αντιδράσουν στη γρήγορη και μεταβαλλόμενη ζήτηση των καταναλωτών με καινοτόμα προϊόντα[92].

Ο μέσος κύκλος ζωής ενός οχήματος ήταν οκτώ χρόνια, ενώ σήμερα οι κατασκευαστές έχουν αλλάξει και τροποποιήσει τα μοντέλα τους μέσα σε διάστημα 3 ετών[37]. Σήμερα, οι ψηφιακές τεχνολογίες στα οχήματα αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 50% της συνολικής αξίας ενός οχήματος. Η ενοποίηση λογισμικού και υλικού έχει αυξήσει όχι μόνο τη λειτουργικότητα ενός αυτοκινήτου αλλά και την πολυπλοκότητά του. Έχουν εντοπιστεί βασικές πτυχές που συμβάλλουν στην επιτάχυνση της διαδικασίας ψηφιοποίησης του τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, όπως η συνδεσιμότητα οδηγών, οι υπηρεσίες που βασίζονται στην τοποθεσία και ο τύπος του οδηγού με βάση τα γούστα και τις προτιμήσεις τους, χαρακτηριστικό που δεν υπήρχε εδώ και 20 χρόνια. πριν. Μια άλλη βασική πτυχή είναι η αυτόνομη οδήγηση, όπου οι οδηγοί θα χρειαστεί μόνο να πατήσουν ένα κουμπί για να μεταβούν στον προορισμό τους. Από αυτή την άποψη, μπορούν να επισημανθούν η

υποβοηθούμενη οδήγηση και η αυτόνομη οδήγηση. Η υποβοηθούμενη οδήγηση καλύπτει λειτουργίες για την υποβοήθηση του οδηγού, οι οποίες θα γίνονται όλο και πιο κοινές έως ότου ο οδηγός γίνει παθητικό στοιχείο στη διαδικασία μεταφοράς, ενώ η αυτόνομη οδήγηση συνεπάγεται ότι τα οχήματα μπορούν να κινούνται και να πλοηγούνται μόνο τους σε επαρκή κυκλοφορία συνθήκες σε όλους τους τύπους δρόμων[20].

Η ψηφιοποίηση θα επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην αλυσίδα αξίας ενισχύοντας την αποδοτικότητα, μειώνοντας το κόστος και δημιουργώντας μεγαλύτερη συνεργασία και καινοτομία. Θα καταστήσει δυνατή την εξέλιξη από τις προσεγγίσεις επιχείρηση σε επιχείρηση μέσω των αντιπροσωπειών τους σε ένα μοντέλο επιχείρησης σε καταναλωτή, με νέους τρόπους αλληλεπίδρασης με πελάτες και συνεργασίες με προμηθευτές που αλληλεπιδρούν μέσω δεδομένων. Τα ολοένα και πιο συνδεδεμένα οχήματα θα αλλάξουν τις επιχειρηματικές στρατηγικές από την πώληση ενός προϊόντος στην προσφορά αξίας εστιασμένης στην εμπειρία του πελάτη. Σύμφωνα με τους Zamora και Arrufi [94], η ψηφιοποίηση θα επηρεάσει τη συνδεδεμένη αλυσίδα εφοδιασμού, η οποία έχει το πλεονέκτημα της μείωσης του κόστους και της καλύτερης διαχείρισης της όλης διαδικασίας από την αρχή μέχρι το τέλος. Επιπλέον, η ψηφιακή κατασκευή θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο, με τις νέες γενιές ρομπότ που επιτρέπουν πολλαπλές συναρμολογήσεις και την αυξανόμενη σημασία της ρομποτικής, της τεχνητής νοημοσύνης και του διαδικτύου, που θα αποτελέσει μέρος της νέας βιομηχανικής επανάστασης.

Άλλοι παράγοντες θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη στον ψηφιακό μετασχηματισμό της αυτοκινητοβιομηχανίας. Η επίδραση στον πωλητή λιανικής, που καλύπτει τους κατασκευαστές, το δυναμικό πωλήσεων και τους καταναλωτές, που επαναπροσδιορίζει δυναμικά τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν και επικοινωνούν μεταξύ τους. Επιπλέον, οι πελάτες αναμένουν μια ρευστή αλληλεπίδραση τόσο σωματικά όσο και ψηφιακά όταν αγοράζουν προϊόντα ή υπηρεσίες. Η συντήρηση και οι συνδεδεμένες υπηρεσίες, που θα παρέχουν προγνωστική συντήρηση, είναι εξελιγμένα διαγνωστικά συστήματα. Για παράδειγμα, τα έξυπνα εξαρτήματα και η πανταχού παρούσα συνδεσιμότητα θα επιτρέψουν σε ορισμένα εξαρτήματα να στείλουν ένα σήμα όταν χρειάζονται συντήρηση ή αντικατάσταση.

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός στη μετέπειτα αγορά θα διευκολύνει τόσο τις

ενημερώσεις υλικού όσο και λογισμικού, αλλά οι κατασκευαστές και οι προμηθευτές θα πρέπει να κάνουν τα συστήματά τους συμβατά. Η αγορά δεδομένων αυτοκινήτου θα είναι επίσης ένας βασικός παράγοντας, όπου η εμπορική υπόσχεση για ακριβέστερα στοχευμένες προσφορές πελατών, νέα επιχειρηματικά μοντέλα και αυξημένη αποτελεσματικότητα από δεδομένα και αναλύσεις θα κάνουν αυτές τις νέες επιχειρήσεις ένα πραγματικό ορυχείο χρυσού για τους παίκτες της αυτοκινητοβιομηχανίας. Επιπλέον, οι συνδεδεμένες υποδομές V2V και V2I (Vehicle-to-Vehicle and Vehicle-to-Infrastructure, αντίστοιχα) αποτελούν βασικούς παράγοντες διευκόλυνσης της έξυπνης μεταφοράς, που θα δημιουργήσει ένα ολοκληρωμένο δίκτυο επικοινωνιών συνεχούς μετακίνησης ψηφιακών πληροφοριών για την αύξηση της ασφάλειας και τη βελτίωση ροή της κυκλοφορίας. Καλύπτουν αισθητήρες, αναμεταδότες, αναγνώστες αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (RFID – Radio Frequency Identification) στο δρόμο, φανάρια, γέφυρες και χώρους στάθμευσης. Επιπλέον, η εμπειρία του πελάτη ήταν και θα συνεχίσει να είναι βασικός παράγοντας διαφοροποίησης στην αγορά αυτοκινήτων, είτε κατά τη διαδικασία πωλήσεων, είτε κατά την εμπειρία οδήγησης στο αυτοκίνητο είτε στην αγορά μετά την πώληση.

Όσον αφορά τα ηλεκτρικά οχήματα, θα υπάρχει επίσης ανταγωνισμός μεταξύ των κατασκευαστών για την παράδοση του πιο πρόσφατου μοντέλου EV. Ένας χώρος που θα προσελκύσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και θα αποτελέσει πρόκληση είναι το aftermarket.

Επί του παρόντος, οι κατασκευαστές αυθεντικού εξοπλισμού (OEM) επενδύουν πολλά για να προσαρμοστούν σε αυτές τις τάσεις. Ωστόσο, παραμένει ασαφές ποιες τεχνολογίες θα επικρατήσουν, οδηγώντας σε εντάσεις στην αυτοκινητοβιομηχανία, καθώς οι ΚΑΕ δεν θέλουν να εγκαταλείψουν την ηγεσία τους σε προϊόντα και τεχνολογία [20].

## Κεφάλαιο 3: Εφαρμογές του IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία

### 3.1 Εισαγωγή

Η αξιοσημείωτη πρόοδος στο υλικό και το λογισμικό της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών έχει ανοίξει το δρόμο για την προώθηση της καινοτομίας, προηγούμενως αδιανόητης συνδεσιμότητας και αλληλεπίδρασης μεταξύ των ανθρώπων και του φυσικού τους περιβάλλοντος. Αυτό το φαινόμενο αποτυπώνεται καλά από την ολοένα και πιο δημοφιλή ορολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT-Internet of Things)[67].

Το IoT αντιπροσωπεύει συγκλίνοντα ενσωματωμένα συστήματα και υποδομή δικτύωσης που διασυνδέουν φυσικά αντικείμενα με ένα καθορισμένο σύστημα τελικού χρήστη για πρόσβαση, συσσώρευση, επεξεργασία και μεταφορά δεδομένων με τη βοήθεια του Διαδικτύου. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, το IoT ενσωματώνει πολλές ζωτικές λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων και στοιχείων αναγνώρισης, της ευφυΐας λογισμικού και μιας καθολικής σύνδεσης στο Διαδίκτυο.

Το IoT βρέθηκε σε εκτεταμένες εφαρμογές σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής περίθαλψης, των έξυπνων πόλεων, των κτιρίων, της ενέργειας και των έξυπνων δικτύων, της μεταποιητικής βιομηχανίας, της πρόβλεψης καιρού και της περιβαλλοντικής παρακολούθησης, των logistics και της διαχείρισης πόρων, της γεωργίας, της αυτοκινητοβιομηχανίας[75] και ούτω καθεξής λόγω της πανταχού παρουσίας και των χαρακτηριστικών της διάχυσης.

Από την τελευταία δεκαετία, οι αναλύσεις της αγοράς έχουν προβλέψει 26 δισεκατομμύρια έως 30,73 δισεκατομμύρια πράγματα που θα συσχετιστούν με το διαδίκτυο ως συσκευές με δυνατότητα IoT έως το τέλος του 2020, τα οποία θα αυξηθούν σε 75,44 δισεκατομμύρια στοιχεία έως 2025[69].

Ένας από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους τομείς για την ανάπτυξη του IoT είναι η αυτοκινητοβιομηχανία[75]. Οι αναλυτές της αγοράς έχουν προβλέψει ότι θα υπάρχουν περίπου 250 εκατομμύρια οχήματα με δυνατότητα IoT έως το 2020[62].

Όσον αφορά τις οικονομικές αξίες, μια έκθεση για την Παγκόσμια Αγορά IoT Αυτοκινήτων έδειξε σημαντική προβλεπόμενη αύξηση της αξίας της αγοράς IoT από 20,49 δισεκατομμύρια δολάρια το έτος 2016 σε 100,93 δισεκατομμύρια δολάρια το

έτος 2023[84]. Σε αυτό το πλαίσιο, το IoT μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της συνολικής αποδοτικότητας και άνεσης στις ταξιδιωτικές δραστηριότητες μέσω ενός ευφυούς συστήματος μεταφοράς (ITS - Intelligent Transportation System) για την ελαχιστοποίηση της διακοπής ταξιδιού και του ποσοστού ατυχημάτων με την κατάλληλη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των χρηστών του οχήματος και άλλες σχετικές αρχές. Επιπλέον, το IoT μπορεί να λειτουργήσει ως ενεργοποιητής για παρακολούθηση της απόδοσης των οχημάτων σε πραγματικό χρόνο από απόσταση, για διδακτική διάγνωση και συντήρηση ανωμαλιών οχημάτων και για βελτίωση της παραγωγικότητας στην έξυπνη κατασκευή αυτοκινήτων. Ως αποτέλεσμα, οι εφαρμογές της τεχνολογίας IoT πολλαπλασιάζονται στην αυτοκινητοβιομηχανία, με παράδειγμα την παρακολούθηση της κατάστασης του οχήματος, την έξυπνη διαχείριση της κυκλοφορίας και την παρακολούθηση της βιομηχανικής δραστηριότητας. Για παράδειγμα, στην περίπτωση των βιομηχανικών διεργασιών, μια εξέχουσα επιλογή είναι η εκτενής υιοθέτηση εξελιγμένων τεχνολογιών συνδεσιμότητας για την παρακολούθηση και την επιτάχυνση των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, των πρώτων υλών, της διαχείρισης αποθεμάτων ανταλλακτικών, της διαχείρισης πωλήσεων και των υπηρεσιών μετά την πώληση αυτοκινήτων - προϊόντα κίνησης[89].

Η έξυπνη επεξεργασία και η λήψη αποφάσεων είναι ένα κεντρικό μέρος ενός οικοσυστήματος IoT αυτοκινήτου για την προσφορά υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Αυτό είναι δυνατό μέσω της ενσωμάτωσης βασικών λειτουργικών στοιχείων, δηλαδή του στρώματος ανίχνευσης, του επιπέδου σύνδεσης, του επιπέδου ανάλυσης, των συσκευών μεταφοράς/συγκέντρωσης δεδομένων και του επιπέδου διεπαφής. Εδώ το αισθητήριο στοιχείο είναι αισθητήρες ή παρόμοια αντικείμενα για τη λήψη φυσικών πληροφοριών και τη μεταφορά τους σε άλλες συσκευές μέσω ενός ηλεκτρικού σήματος. Αυτό το στοιχείο έχει κρίσιμο ρόλο στη συλλογή δεδομένων από τα καθορισμένα σημεία. Η αναγνώριση ραδιοσυχνότητας (RFID) και η κάμερα μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν ως συσκευή ανίχνευσης. Οι συσκευές ανίχνευσης χρησιμοποιούνται ευρέως στα οχήματα για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη θερμότητα του κινητήρα, το φως, τη θερμότητα του ψυγείου, την πίεση των ελαστικών, την κίνηση του οχήματος και ούτω καθεξής. Το επίπεδο σύνδεσης είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία της σύνδεσης μεταξύ των τερματικών λήψης και μεταφοράς για τη μεταφορά δεδομένων που συλλέγονται και αναλύονται από τα σημεία παράδοσης στα



επιθυμητά σημεία προορισμού, όπως το διαδίκτυο και ο υπολογισμός cloud-fog. Αυτό το επίπεδο αποτελείται από σχετικές τεχνολογίες συνδεσιμότητας κατάλληλες για το οικοσύστημα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Το εργαλείο ανάλυσης χρησιμοποιείται για την ανάλυση χρήσιμων πληροφοριών και μοτίβων από τα συλλεγμένα δεδομένα που παρέχονται από τον αισθητήρα σύμφωνα με προκαθορισμένες οδηγίες και υπολογιστικά μοντέλα. Οι συσκευές μεταφοράς/συγκέντρωσης δεδομένων είναι υπεύθυνες για τη συγκέντρωση δεδομένων και τη μετάδοση μέσω της δημιουργίας διασυνδέσεων μεταξύ αισθητήρων, τερματικών τελικού χρήστη όπως οθόνες, απομακρυσμένων δρομολογητών. Το επίπεδο διεπαφής χρησιμοποιείται για την εμφάνιση σχετικών εξόδων μετά τη μεταφορά και την ανάλυση δεδομένων. Πολλές συσκευές για την υποστήριξη της λειτουργικότητάς του καλύπτουν κινητές οθόνες, προσωπικούς υπολογιστές, εκτυπωτές κ.λπ.[72].

## **3.2 Ιστορικό εφαρμογών IoT στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας**

### **3.2.1 Εξέλιξη της τεχνολογίας IoT για εφαρμογές αυτοκινήτων**

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 έως τώρα, έχουν γίνει τεράστιες προσπάθειες για την προώθηση και την ανάπτυξη της ευφυΐας και της ευφυΐας σε οχήματα και αυτοκίνητα, συμπεριλαμβανομένης της συνδεδεμένης τεχνολογίας IoT, για τον εμπλουτισμό των αμφίδρομων αλληλεπιδράσεων μεταξύ ανθρώπων και οχημάτων αυτοκινήτων. Αυτή η εξελισσόμενη πρόοδος εκδηλώνεται στο πλαίσιο της Εποχής Έρευνας και Ανάπτυξης (1966 έως 1995) και σε μια μεταγενέστερη πρόοδο που επιτεύχθηκε από τη New Mobility Era (αναμένεται να ξεκινήσει το 2020). Αυτός ο μετασχηματισμός γεφυρώθηκε μέσω του Embedded Era (1995 έως 2002), του Infotainment Era (2007 έως 2012) και του Vehicle-to-Everything (V2X) Era [2012 έως τώρα (2020)][47].

Συνοπτικά, ο μετασχηματισμός της ευφυΐας και της ευφυΐας στα οχήματα έχει οδηγήσει στην εξέλιξη της τεχνολογίας και των εφαρμογών IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία. Το IoT έχει αρχικά ενεργοποιήσει την τεχνολογία RFID ως προαπαιτούμενο μέσο επικοινωνίας. Η Αρχή Διοδίων της Κομητείας Harris εγκατέστησε ένα σύστημα συλλογής διοδίων και διαχείρισης της κυκλοφορίας χρησιμοποιώντας τεχνολογία RFID, η οποία διαμορφώνει μια νέα διάσταση για την

εξέλιξη του IoT στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας[86]. Αυτό το σύστημα επικοινωνίας βελτιώθηκε περαιτέρω με την εισαγωγή του GPS, του Bluetooth και του Wi-Fi[64].

Από το 2011 περίπου, η αυτοκινητοβιομηχανία συνειδητοποίησε τη σημασία της τεχνολογίας IoT για την εξ αποστάσεως παρακολούθηση των δυσλειτουργιών των οχημάτων, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί για τον μετριάσμο διαφόρων σχετικών ζητημάτων. Αυτό θα συνεχιστεί στη συνέχεια τα επόμενα χρόνια μέσω της εισαγωγής του "IoT" κατασκευής αυτοκινήτων για να διασφαλιστεί η ομαλή διαδικασία κατασκευής αυτοκινήτων και η τεχνολογία V2X ως η ραχοκοκαλιά των πλατφορμών IoT αυτοκινήτου που καταδεικνύει την ενσωμάτωση του συνδεδεσιμότητα οχημάτων και Διαδίκτυο. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα σύνδεσης στο διαδίκτυο για οχήματα αναφέρεται συχνά ως Internet of Vehicles (IoV). Επιπλέον, οι αποκλειστικές συσκευές επικοινωνίας μικρής εμβέλειας (DSRC) ενσωματώθηκαν στο σύστημα επικοινωνίας V2X μετά το 2012 για τη βελτίωση της απόδοσης του IoT για κοινή χρήση δεδομένων και επικοινωνιών με οχήματα[62].

Οι εφαρμογές της τεχνολογίας IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία έχουν επεκταθεί σημαντικά, ανοίγοντας το δρόμο για μελλοντικές απρόσκοπτες αλληλεπιδράσεις ανθρώπου-οχήματος. Η ανάπτυξη του IoT για τη σύνδεση οχημάτων σηματοδοτεί την αρχή της νέας εποχής κινητικότητας, που οραματίζεται με μεγάλη αυτονομία και δυνατότητες αυτομάθησης των οχημάτων.

### **3.3 Τεχνολογία συνδεδεσιμότητας IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία**

#### **3.3.1 Αναγνώριση ραδιοσυχνότητας (RFID)**

Η RFID περιγράφεται ως μια τεχνολογία για την αυτόματη αναγνώριση του αντικειμένου και τη συλλογή πληροφοριών με τη βοήθεια ενός αναγνώστη χρησιμοποιώντας ηλεκτρομαγνητικά σήματα από ένα αυτοκόλλητο που ονομάζεται μικροτσιπ πομποδέκτη. Γενικά, η συνημμένη ετικέτα περιέχει πληροφορίες ηλεκτρονικά ως ηλεκτρονικό κωδικό προϊόντος. Σύμφωνα με την αναφορά[3], η συχνότητα του RFID ταξινομείται σε τέσσερις κατηγορίες (Low frequency - High frequency - Ultra-high frequency - Microwave frequency) Η ετικέτα RFID

κατηγοριοποιήθηκε επίσης σε τρεις ομάδες, δηλαδή Ενεργό RFID, Παθητικό RFID και Ημιπαθητικό RFID[49]. Λόγω μιας βολικής διευκόλυνσης μεταφοράς δεδομένων, η τεχνολογία RFID θεωρήθηκε ως ένα σημαντικό στοιχείο συνδεσιμότητας IoT σε οχήματα για την παρακολούθηση των πρωταρχικών παραμέτρων εξ αποστάσεως και τη διασφάλιση της ομαλής διαχείρισης της κυκλοφορίας. Αυτή η τεχνολογία είναι επίσης κατάλληλη για την αυτοκινητοβιομηχανία για τη διασφάλιση ομαλών εγκαταστάσεων παραγωγής βελτιώνοντας την αποτελεσματική χρήση πρώτων υλών, εξοπλισμού και εργαλείων. Με τα χρόνια, η σκέψη έχει εξελιχθεί καθώς διάφορες τεχνικές είναι πλέον διαθέσιμες με πιο αποδοτική απόδοση από την RFID για τον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Αυτές οι τεχνικές παρουσιάζονται στις ακόλουθες υποενότητες μαζί με τη συνάφειά τους για το αυτοκινητιστικό όχημα, τη σωστή διαχείριση της κυκλοφορίας και τη βιομηχανική διαχείριση σε οργανισμούς αυτοκινητοβιομηχανίας[74].

### **3.3.2 Bluetooth και Wi-Fi**

Το Bluetooth είναι μια καθολική τεχνολογία διασύνδεσης ραδιοφώνου για τη δημιουργία σύνδεσης με άλλη συσκευή ασύρματα με βάση επικοινωνίες μικρής εμβέλειας και δίκτυα ad-hoc. Η Toshiba, η IBM, η Ericsson, η Nokia και η Intel σχημάτισαν το Bluetooth Special Interest Group για την παραγωγή τυπικής ραδιοεπικοινωνίας για να εξασφαλίσουν ομαλή και γρήγορη σύνδεση μεταξύ ενός ευρέος φάσματος συσκευών. Οι εφαρμογές του Bluetooth στην καθημερινή μας ζωή είναι σημαντικές, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης ψυχαγωγίας οχημάτων, της παρακολούθησης της υγείας του κινητήρα και των παραμέτρων του οχήματος, της διαχείρισης της κυκλοφορίας, της σχετικής θέσης του οχήματος, των σαρωτών γραμμωτού κώδικα, των ιατρικών υπηρεσιών κ.λπ.[24].

Από την άλλη πλευρά, η σημασία του Wi-Fi (Wireless Fidelity) στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας έχει αυξηθεί, ιδιαίτερα για την παρακολούθηση της υγείας των οχημάτων, τη διαχείριση της κυκλοφορίας, την κατασκευή αυτοκινήτων και τη διαδικασία μετά την πώληση. Ως αποτέλεσμα, διευρύνει τις ευκαιρίες διαφορετικών περιπτώσεων χρήσης και προσφέρει τις δυνατότητες παραγωγικών οργανισμών κατασκευής αυτοκινήτων μέσω μιας ενοποιημένης διαδρομής που χρησιμοποιεί την ιδέα του IoT. Σε αυτό το πλαίσιο, μια πλήρης διαδικασία παραγωγής κυμαίνεται από

την παρακολούθηση της παραγωγής, τη διαχείριση πρώτων υλών έως τη διατήρηση της δραστηριότητας μετά την πώληση και ούτω καθεξής. Ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων του Wi-Fi είναι συγκριτικά πολύ υψηλότερος από το Bluetooth και το ZigBee, που είναι το μέγιστο 54 Mbps και η εμβέλεια μεταφοράς είναι περίπου 305 μέτρα[16].

### **3.3.3 Ultra-wideband και ZigBee**

Το Ultra-Wideband (UWB) αντιστοιχεί σε μια τεχνολογία ραδιοφώνου που λειτουργεί μεταξύ 3,10 και 10,6 GHz. Ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων του UWB είναι περίπου 480 Mbps με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας[70]. Η WiMedia Alliance έχει υιοθετήσει μια τεχνολογία φυσικού επιπέδου που βασίζεται στο πρότυπο ECMA-368 για το UWB, το οποίο έχει μια πολλά υποσχόμενη απόδοση για να υποστηρίξει τη δημιουργία ενός συστήματος ενδο-οχήματος επικοινωνίας ασύρματων αισθητήρων. Εκτός από αυτό, το Zig-Bee είναι μια άλλη δημοφιλής τεχνολογία επικοινωνίας για το IoT, η οποία έχει σχεδιαστεί με βάση το πρότυπο IEEE 802.15.4 με πρωτόκολλα υψηλού επιπέδου που καταναλώνουν χαμηλή ισχύ με ελάχιστο κόστος. Αναπτύχθηκε από την ZigBee Alliance για να παρέχει καλύτερες εγκαταστάσεις δικτύωσης, εξαιρετική ασφάλεια και φιλικά προς το χρήστη επίπεδα εφαρμογών. Είναι σε θέση να δημιουργεί επικοινωνίες μεταξύ λιγότερων από 65.000 συσκευών/κυψελών κάθε φορά σε ένα δίκτυο με ικανοποιητική απόδοση. Ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων είναι περίπου 250 kbps και συγκριτικά χαμηλότερος από Bluetooth, Wi-Fi, UWB. Έτσι, καθιστά το ZigBee προτιμότερο για εφαρμογές μικρού ρυθμού δεδομένων, π.χ. παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης και δημιουργία επικοινωνίας με άλλα οχήματα και ούτω καθεξής. Παρά ορισμένους περιορισμούς, το ZigBee θεωρείται ως μια εφικτή και πολλά υποσχόμενη επιλογή για την υλοποίηση ασύρματων δικτύων αισθητήρων εντός του οχήματος[52].

### **3.3.4 Δίκτυα επικοινωνίας οχημάτων**

Υπάρχουν διαθέσιμα διάφορα δίκτυα επικοινωνίας οχημάτων για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ασφάλειας των επιβατών, την παροχή πληροφοριών για την κυκλοφορία, την ειδοποίηση του οδηγού για τις συνθήκες και τη θέση του

οχήματος, συμβάλλοντας στη διαχείριση της κυκλοφορίας καθώς και στη μείωση των ατυχημάτων. Τα πιο δημοφιλή παραδείγματα επικοινωνίας οχημάτων είναι τα V2V, V2I, δίκτυα ad-hoc οχημάτων (VANET) και ούτω καθεξής[90]. Ωστόσο, το σύστημα επικοινωνίας V2V επιτρέπει την ανταλλαγή απαιτούμενων πληροφοριών μεταξύ των οχημάτων για την αποφυγή ατυχημάτων, κυκλοφοριακής συμφόρησης και πέδησης έκτακτης ανάγκης. Από την άλλη πλευρά, τα συστήματα V2I συλλέγουν και μοιράζονται τα δεδομένα μεταξύ των μονάδων υποδομής του οχήματος και των οδικών υποδομών (RSU) μέσω πρόσβασης στο Διαδίκτυο. Επιπλέον, τόσο το V2V όσο και το V2I αποτελούν μέρος του V2X χρησιμοποιώντας την αναδυόμενη τεχνολογία IoT για την ανταλλαγή πληροφοριών από οπουδήποτε σε οτιδήποτε[95]. Τα VANET ορίστηκαν ως το θεμελιώδες μέρος του ITS, το οποίο παρουσίαζε αποτελεσματικές επικοινωνίες μεταξύ των διαθέσιμων διαδικτυακών εγκαταστάσεων και των οχημάτων.

Επιπλέον, τα VANET είναι η υπομορφή των Mobile ad-hoc δικτύων (MANETs) για ανάπτυξη χρησιμοποιώντας κινούμενα οχήματα ως κόμβους για τη δημιουργία ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Εδώ τα MANET μπορούν να οριστούν ως ο τύπος ad-hoc δικτύου που μπορεί να διαμορφωθεί με την αλλαγή των θέσεων. Έτσι, μετατρέπει όλα τα συμμετέχοντα οχήματα σε μεμονωμένους ασύρματους κόμβους και δημιουργεί ένα δίκτυο εκτεταμένης εμβέλειας συνδέοντας κόμβους οχημάτων για τη διασφάλιση της ασφάλειας της κυκλοφορίας. Επιπλέον, η ασφάλεια της κυκλοφορίας για τους χρήστες γίνεται πιο ισχυρή και αξιόπιστη στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας με την εισαγωγή της τεχνολογίας IoV μέσω της ενσωμάτωσης των VANET και του IoT. Τα MANET χρησιμοποιούνται κυρίως για την ανταλλαγή πληροφοριών συνδέοντας ασύρματους κόμβους με το προσωρινό δίκτυο. Τα κινητά τηλέφωνα, οι φορητοί υπολογιστές, οι συσκευές αναπαραγωγής MP3, οι προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί, οι ψηφιακές κάμερες και πολλά άλλα θεωρούνται ως κόμβοι δικτύου για τα MANET. Σχεδιάστηκε αντιμετωπίζοντας ζητήματα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και συνήθως, αυτοί οι κόμβοι λειτουργούν με μπαταρία[88].

### **3.3.5 Ethernet αυτοκινήτου**

Το Automotive Ethernet είναι μια άλλη τεχνολογία που εισήχθη για το αυτοκίνητο για να βοηθήσει τους οδηγούς να μεταφέρουν τεράστιο όγκο δεδομένων εγκαθιστώντας ένα καλύτερο δίκτυο επικοινωνίας στο όχημα. Τα σύγχρονα οχήματα

κατασκευάζονται με πολλά προηγμένα εργαλεία και εξοπλισμό, όπως μεγάλου μεγέθους ενσωματωμένες ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου (ECU) και σημαντικό αριθμό αισθητήρων και ενεργοποιητών για τη συλλογή όλων των πληροφοριών οχημάτων και άλλων εγκαταστάσεων. Η τεχνολογία ethernet αυτοκινήτου αποδείχθηκε ως εξαιρετική επιλογή για λειτουργική ασφάλεια, αξιοπιστία και ασφάλεια δεδομένων στο όχημα. Ωστόσο, στο ethernet αυτοκινήτου, όλοι οι ενεργοποιητές και οι αισθητήρες συνδέονται με ενσωματωμένες ECU χρησιμοποιώντας πολλούς σειριακούς διαύλους. Σε αυτό το σύστημα, το HU (Head Unit) και το CCU (Communication Control Unit) μοιράζονται τις συγκεντρωτικές πληροφορίες στο εξωτερικό μέσο ως προσβάσιμη διεπαφή[11].

### **3.3.6 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων**

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN) μπορούν να οριστούν ως ένα δίκτυο που αποτελείται από διάφορους κόμβους ως αισθητήρας που λειτουργεί συνεργατικά για να ανιχνεύει, να υπολογίζει και να επικοινωνεί με έναν άλλο κόμβο για να μοιράζεται τα δεδομένα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του δικτύου μέσα στο όχημα, όπως κραδασμοί, πίεση, υγρασία, αισθητήρας θερμοκρασίας και πολλοί άλλοι. Κυρίως, το WSN διαθέτει ραδιόφωνα χαμηλής ισχύος, πολλούς έξυπνους αισθητήρες, καθώς και ενσωματωμένες κεντρικές μονάδες επεξεργασίας. Σήμερα, έχει εκτεταμένες εφαρμογές σε πολλούς τομείς, και η αυτοκινητοβιομηχανία είναι ένας από αυτούς. Επιπλέον, ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας έχει ένα σημαντικό πεδίο μελλοντικής έρευνας WSN που περιλαμβάνει WSN εντός του οχήματος (IVWSN) αντί του δικτύου ελεγκτών περιοχής (CAN). Διαφορετικά, η απόδοση των IVWSN έχει μελετηθεί πρόσφατα στο πλαίσιο του IoT[70].

### **3.3.7 4G-LTE και 5G**

Η μακροπρόθεσμη εξέλιξη (LTE) έχει πρόσβαση σε κινητές συσκευές χαμηλής καθυστέρησης με υψηλότερη απόδοση για πολύ υψηλό όγκο μεταφοράς δεδομένων με ανάπτυξη μέσω μετάδοσης και πολλαπλής εκπομπής χρησιμοποιώντας το δίκτυο 4ης γενιάς σε όλο τον κόσμο. Το ενσωματωμένο δίκτυο 4G-LTE με τεχνολογία IoV

καθιερώνει το μακροπρόθεσμο όχημα εξέλιξης (LTE-V) για να εξασφαλίσει την υψηλότερη απόδοση κυκλοφορίας και οδική ασφάλεια μέσω ενός αποτελεσματικού και αποδοτικού συστήματος επικοινωνίας οχημάτων. Ωστόσο, έχει πανταχού παρούσα κάλυψη με την υψηλότερη αξιοπιστία και χαμηλό χρόνο καθυστέρησης μεταξύ των διαφορετικών υποδομών και οχημάτων με μεγάλο αριθμό χρηστών[77].

Αυτό το δίκτυο αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το πλαίσιο ετερογενών δικτύων οχημάτων του IoV. Ως αποτέλεσμα, το LTE-V μπορεί να χρησιμοποιήσει πλήρως τους διαθέσιμους σταθμούς βάσης σε όλο τον κόσμο με τη γρήγορη ανάπτυξη του απαιτούμενου οργάνου και τα ελάχιστα έξοδα. Και πάλι, για τη συνδεσιμότητα IoV, η ζήτηση για τεχνολογική πρόοδο αυξάνεται τρομερά λόγω της χαμηλής καθυστέρησης, της υπέρτατης αξιοπιστίας και του εξαιρετικά υψηλού εύρους ζώνης για τη σύνδεση του οχήματος με οτιδήποτε, οπουδήποτε, οποτεδήποτε και ούτως ή άλλως με την υψηλότερη ασφάλεια. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα ζητήματα, ένα σύστημα κινητής επικοινωνίας 5ης γενιάς (5G) είναι μια εξαιρετική επιλογή για τη δημιουργία του περιβάλλοντος IoV για τη διασφάλιση της εξαιρετικής απόδοσης του δικτύου οχημάτων καθώς και τη βελτίωση της απόδοσης της υποδομής μεταφορών για διαφορετικούς σκοπούς. Επιπλέον, πρόσφατη έρευνα προέβλεψε ότι το μέλλον του IoV εξαρτάται κυρίως από το 5G λόγω του κολοσσιαίου αριθμού συνδεδεμένων δικτύων οχημάτων[44].

Το 5G αναμένεται να είναι πολύ πιο αποτελεσματικό από το 4G-LTE καθώς και από τις προηγούμενες γενιές δικτύου. Ένας τυπικός περιορισμός των κυψελοειδών δικτύων δίνεται από την ευελιξία, καθώς χρησιμοποιούν ένα αδειοδοτημένο φάσμα συχνοτήτων και συχνά έχουν περιορισμένες περιοχές επικοινωνίας. Υπάρχει ελπίδα ότι η ενσωμάτωση του μη αδειοδοτημένου φάσματος στο 5G θα διευκολύνει τους βιομηχανικούς στόχους επικοινωνίας 5G για τη βελτίωση της παρακολούθησης της υγείας των οχημάτων σε πραγματικό χρόνο, των δραστηριοτήτων κατασκευής αυτοκινήτων και του ITS[6].

### **3.3.8 Τεχνολογίες που βασίζονται στο cloud**

Η σημασία της βελτιωμένης διαχείρισης της κυκλοφορίας, της ασφάλειας των επιβατών και των βελτιωμένων θεμάτων ενημέρωσης και ψυχαγωγίας αυξάνεται με

την αύξηση του αριθμού των οχημάτων. Για να εκπληρώσει αυτές τις απαιτήσεις, το υπάρχον σύστημα αντιμετωπίζει πολλές τεχνικές προκλήσεις όπως η επεκτασιμότητα, η κακή συνδεσιμότητα, η λιγότερη ευελιξία και η ελαττωματική νοημοσύνη. Ως εκ τούτου, οι τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους IoV γίνονται ένα σημαντικό ζήτημα για να ξεπεραστούν αυτές οι πολυπλοκότητες με την ανάλυση, την αποθήκευση και την παροχή αποτελεσματικών αποφάσεων μαζικών δεδομένων για τον τεράστιο αριθμό των συνδεδεμένων οχημάτων. Ωστόσο, το συμβατικό υπολογιστικό νέφος είναι αδύνατον να παρέχει αποφάσεις με χαμηλή καθυστέρηση, υψηλή κινητικότητα και συνδεσιμότητα σε πραγματικό χρόνο με τα γειτονικά οχήματα που οδηγούν σε παράπλευρες ζημιές[76].

Για την επίλυση αυτών των δυσκολιών για το βελτιωμένο IoV, το edge cloud computing (ECC) είναι η καλύτερη επιλογή αντί για το συμβατικό cloud computing. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν τρεις τύποι ECC (όπως υπολογισμός ομίχλης, υπολογισμός κινητής ακμής και cloudlets) για τη δημιουργία μιας ασφαλούς σύνδεσης γέφυρας στο χώρο μεταξύ του συμβατικού υπολογιστικού νέφους και των συσκευών ακμής IoV. Το cloud computing συνήθως λειτουργεί μεταξύ των συνδεδεμένων ετερογενών αντικειμένων και του νέφους για να εξασφαλίσει ασφάλεια και διαλειτουργικότητα για σύνδεση με τελικούς χρήστες και τεράστια επεξεργασία δεδομένων καθώς και διαχείριση με χαμηλό λανθάνοντα χρόνο[82].

Η προώθηση των υπηρεσιών οχημάτων και της διαχείρισης μεταφορών από ένα ισχυρό δίκτυο οχημάτων που βασίζεται στο σύννεφο λειτουργούν σαν ένα ευνοϊκό παράδειγμα. Ωστόσο, οι περιορισμοί είναι το απομακρυσμένο νέφος, η καθυστέρηση εκφόρτωσης δεδομένων και η αβεβαιότητα του συστήματος επικοινωνίας των υπάρχοντων δικτύων οχημάτων αυξάνεται. Το mobile edge computing (MEC) είναι μια εξαιρετική επιλογή λόγω του παραδείγματος IoV για τον μετριασμό αυτών των προβλημάτων. Το MEC διασφαλίζει τη μέγιστη αξιοποίηση πόρων και την εκτέλεση άριστοι υπολογισμών χρησιμοποιώντας διαθέσιμα γειτονικά RSU, σταθμούς βάσης, οχήματα, καθώς και cloud μέσω του συστήματος δικτύων πολλαπλής πρόσβασης ως δίκτυο ραδιοπρόσβασης για τερματικά κινητών οχημάτων. Σε λίγο, τα κυψελωτά δίκτυα IoV, MEC και 5G εξυπηρετούν εξαιρετικές υπηρεσίες διαχείρισης οχημάτων σε όλο τον κόσμο[76].

Τα Cloudlet είναι μια άλλη τεχνολογία ECC, λαμβάνοντας υπόψη τον



λανθάνοντα χρόνο από άκρο σε άκρο με την τεχνολογία φορητών υπολογιστών για το εχθρικό περιβάλλον. Μόλις, τα cloudlet τοποθετούσαν τη μεσαία βαθμίδα μεταξύ τριών βαθμίδων ιεραρχίας που αντιπροσωπεύουν ως πληρεξούσιο του αρχικού νέφους, όπως κινητές συσκευές, cloudlet και σύννεφα. Ωστόσο, λειτουργεί σαν σύννεφο διατηρώντας την απουσία του πραγματικού νέφους σε μια εχθρική στιγμή και τελικά διατηρεί τα δεδομένα στο σύννεφο ως αντικείμενα κοντινής ακμής[76].

### 3.3.9 Τεχνολογία NB-IoT και LoRa

Η εξάρτηση από την ασύρματη συνδεσιμότητα αυξάνεται τρομερά για στιβαρή επικοινωνία οχημάτων για τη διασφάλιση της ασφάλειας των χρηστών οχημάτων και των πεζών. Ως αποτέλεσμα, οι ισχυρές τεχνολογίες συνδεσιμότητας είναι απαραίτητες για την ασύρματη κάλυψη της ευρείας περιοχής. Το Narrowband-IoT (NB-IoT) και το Long-range (LoRa) είναι εξαιρετικές επιλογές για την επέκταση της ασύρματης συνδεσιμότητας οχημάτων με τον μέγιστο αριθμό κόμβων και την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Και οι δύο αυτές τεχνολογίες συνδεσιμότητας έχουν εξέχοντα πεδίο εφαρμογής στις αυτοκινητοβιομηχανίες για να επιταχύνουν την παραγωγή και το χειρισμό πρώτων υλών χρησιμοποιώντας μεταφορές δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, αυτά θα βοηθήσουν στη δημιουργία εθνικής κάλυψης για την κοινή χρήση βασικών και χρήσιμων πληροφοριών από οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή, διασφαλίζοντας παράλληλα το απόρρητο του οργανισμού[78].

Η συνδεσιμότητα NB-IoT λειτουργεί με βάση την τεχνολογία ραδιοφώνου στενής ζώνης και τα πρότυπα ενός έργου συνεργασίας 3ης γενιάς (3GPP) χρησιμοποιώντας υπάρχοντα κυψελωτά δίκτυα όπως το LTE. Από την άλλη πλευρά, η LoRa, ως αναδυόμενη τεχνολογία συνδεσιμότητας, λειτουργεί με βάση μια μη αδειοδοτημένη ζώνη καναλιών και μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την τοποθεσία. Επιπλέον, σε ορισμένες περιπτώσεις, το NB-IoT δεν είναι κατάλληλο σε σύγκριση με το LoRa επειδή η ανάπτυξη του NB-IoT περιορίζεται σε 4G-LTE και για προαστιακές και αγροτικές περιοχές είναι αρκετά περίπλοκο να λάβουν την κάλυψη του 4G-LTE. Ωστόσο, το LoRa έχει ευελιξία και την ικανότητα να δημιουργεί επεκτατική συνδεσιμότητα σε οποιαδήποτε τοποθεσία. Επιπλέον, η κατανάλωση ενέργειας του NB-IoT είναι συγκριτικά υψηλότερη από το LoRa λόγω του συνεχούς συγχρονισμού. Και πάλι, το NB-IoT είναι κατάλληλο για χαμηλή καθυστέρηση και καλή ποιότητα

υπηρεσίας (QoS) από το LoRa[78].

### **3.4 Εφαρμογές της τεχνολογίας IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία**

Ως ευφυής τεχνολογία, το IoT έχει μεγάλη σημασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα από τα υποσχόμενα οφέλη του σε διάφορους τομείς και την προβλεπόμενη μελλοντική υιοθέτησή του[67]. Ωστόσο, στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, το IoT έχει ένα εκτεταμένο πεδίο εφαρμογής για να δώσει έμφαση στους τύπους τεχνολογίας επικοινωνίας, ανίχνευσης δεδομένων, εργαλείων συλλογής και εργαλείων ανάλυσης που ενσωματώνονται στο παράδειγμα του IoT για πολλαπλούς σκοπούς. Η σημασία των ποικίλων και ευρέως διαδεδομένων εφαρμογών στην αυτοκινητοβιομηχανία θα παρουσιαστεί στις ακόλουθες υποενότητες.

#### **3.4.1 Πλοήγηση οχημάτων σε πραγματικό χρόνο**

Η σημασία ενός συστήματος πλοήγησης οχημάτων σε πραγματικό χρόνο που χρησιμοποιεί IoT έχει τεράστιο αντίκτυπο στη διασφάλιση μιας ασφαλούς και έξυπνης μεταφορικής εγκατάστασης. Διαθέτει επιθυμητά χαρακτηριστικά που βοηθούν τον οδηγό ακολουθώντας ζωντανούς χάρτες σε οθόνες microHD σε οποιαδήποτε τοποθεσία. Από την άλλη πλευρά, ένα μοντέλο με δυνατότητα IoT που χρησιμοποιεί τη μονάδα GPS SKM53 και τον τύπο Haversine για να ειδοποιεί την πλησιέστερη ομάδα διάσωσης για επείγουσα βοήθεια και ταχεία βοήθεια στα θύματα όταν ένα όχημα αντιμετωπίζει δυσκολίες έκτακτης ανάγκης όπως ένα ατύχημα. Πέρα από την πλοήγηση προσωπικών οχημάτων σε πραγματικό χρόνο, η τεχνολογία IoT βρίσκει επίσης εφαρμογές στην παρακολούθηση σχολικών λεωφορείων, στην παρακολούθηση των μέσων μαζικής μεταφοράς για επιβάτες και ούτω καθεξής[33].

#### **3.4.2 Σύστημα ασφαλείας και αντικλεπτικής προστασίας**

Τα αντικλεπτικά χαρακτηριστικά για τα οχήματα είναι μια συμβατική τεχνική για την προστασία του από διάρρηξη. Σήμερα, αυτά τα χαρακτηριστικά εξελίσσονται με την προσθήκη τεχνολογίας IoT για να γίνει το όχημα πιο οικονομικά, ασφαλές και αξιόπιστο. Επωφελούμενος από ένα αντικλεπτικό σύστημα υποβοηθούμενο από IoT, ο

ιδιοκτήτης ενός κλεμμένου οχήματος μπορεί γρήγορα να παρακολουθεί την ακριβή τοποθεσία του με τη βοήθεια του έξυπνου τηλεφώνου προσβάσιμου στο Διαδίκτυο. Αυτή η τεχνολογία εξασφαλίζει μεγαλύτερη αξιοπιστία λόγω των χαρακτηριστικών εκκίνησης που μπορούν να ελεγχθούν εξ αποστάσεως από τον ιδιοκτήτη χρησιμοποιώντας μια ενσωματωμένη εφαρμογή smartphone καθώς και μια ενσωματωμένη κάμερα στο τιμόνι που μπορεί να καταγράψει τη φωτογραφία του δράστη ως ψηφιακή απόδειξη[58].

### **3.4.3 Μαύρο κουτί και συσκευή εγγραφής δεδομένων συμβάντων με δυνατότητα IoT**

Το μαύρο κουτί (Black Box) είναι εγκατεστημένο ως ηλεκτρονική συσκευή συλλογής βίντεο για την καταγραφή διαφόρων πληροφοριών κατά τη λειτουργία για μελλοντική έρευνα. Δυστυχώς, σε πολλές προηγούμενες περιπτώσεις, το μαύρο κουτί θα μπορούσε να είχε χαθεί για πάντα λόγω απρόβλεπτων θανατηφόρων ατυχημάτων και, ως αποτέλεσμα, οι ερευνητές δεν κατάφεραν να ανακαλύψουν τον πραγματικό λόγο πίσω από οδικά γεγονότα. Με κίνητρο αυτόν τον ανεπιθύμητο περιορισμό, το μαύρο κουτί με δυνατότητα IoT εισήχθη στο αυτοκίνητο για μελλοντική βαθιά ανάλυση. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας IoT, το σύστημα μπορεί να καταγράψει την εικόνα, να εγγράψει βίντεο, να συλλέξει συντεταγμένες τοποθεσίας, να εκτελέσει επεξεργασία δεδομένων χρησιμοποιώντας εργαλεία ανάλυσης. Στη συνέχεια, μεταφέρει τις απαιτούμενες πληροφορίες στον διακομιστή cloud και τις μοιράζεται με τον καθορισμένο υπεύθυνο μέσω email και SMS. Επιπλέον, ένα άλλο προηγμένο gadget με εξαιρετικές δυνατότητες επινοήθηκε επίσης για αποθήκευση δεδομένων και μεταδίδεται μέσω της τεχνολογίας IoT κατά τη διάρκεια του ατυχήματος, το οποίο βοηθά στην ανακάλυψη του γεγονότος για τα απροσδόκητα περιστατικά, και αυτό ονομάζεται καταγραφέας δεδομένων συμβάντων. Λόγω της εξέχουσας ωφέλιμης πτυχής, το EDR είναι υποχρεωτικό τα τελευταία χρόνια για την εγκατάσταση στο εσωτερικό του αυτοκινήτου για την καταγραφή τυχαίων πληροφοριών για ιατροδικαστικές εκθέσεις μετά από ατύχημα[28].

### **3.4.4 Σύστημα διαχείρισης οχημάτων έκτακτης ανάγκης**

Σε όλο τον κόσμο, η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι ένα σημαντικό πρόβλημα που μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ζωών και περιουσίας λόγω της μη διαθεσιμότητας οχημάτων έκτακτης ανάγκης (EV) την κατάλληλη στιγμή για την εξασφάλιση υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης. Περίπου το 24% των ζωών ασθενών με αιφνίδια καρδιακή ανακοπή είναι δυνατό να σωθεί μειώνοντας τον χρόνο απόκρισης κατά τουλάχιστον ένα λεπτό. Επομένως, είναι κατανοητό πόσο σημαντικό είναι να διευκολυνθεί το EV για την εξασφάλιση των απαιτούμενων ιατρικών υπηρεσιών. Δεδομένης της αναγκαιότητας και της μοναδικής ταυτότητας του EV για να ταξιδεύει σε ένα μεγάλο κυκλοφοριακό σημείο συμφόρησης, εγκαθιστώντας μια κατάλληλη πλατφόρμα IoT που εκμεταλλεύεται αισθητήρες, το V2I και το V2V μπορούν να ανιχνεύσουν αυτόματα EV με βάση μια προκαθορισμένη προτεραιότητα και στη συνέχεια να στείλουν μια ειδοποίηση στην αρχή κυκλοφορίας. Η διοίκηση διαχειρίζεται το εναλλακτικό συντομότερο πέρασμα για να φτάσει στον επιθυμητό προορισμό για να παρέχει υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Αυτή η τεχνολογία IoT διασφαλίζει την αποφυγή τροχαίων ατυχημάτων EV σε οδικές διασταυρώσεις και άλλα μέρη παρέχοντας ειδοποίηση έκτακτης ανάγκης στους χρήστες του δρόμου σχετικά με την προσέγγιση EV καθώς και διασφαλίζοντας την ασφάλεια[48].

### **3.4.5 Σύστημα παρακολούθησης της ρύπανσης**

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, περίπου 2,4 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν ετησίως λόγω παραγόντων που μπορούν να αποδοθούν άμεσα στην ατμοσφαιρική ρύπανση[38]. Ως εκ τούτου, η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα ζωτικό πρόβλημα ως αποτέλεσμα της εκπομπής διαφόρων αερίων και σκόνης από το όχημα, τη βιομηχανία και πτητικές χημικές ενώσεις. Στην περίπτωση αυτή, ο τομέας των μεταφορών είναι σημαντικά υπεύθυνος για την ατμοσφαιρική ρύπανση και συμβάλλει από 12% έως 70% στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Ως εκ τούτου, η συνεχής παρακολούθηση είναι απαραίτητη για τον έλεγχο των υπερβολικών εκπομπών από απαρχαιωμένα οχήματα. Σε αυτήν την περίπτωση, η τεχνολογία IoT αναπτύχθηκε για τη μέτρηση του μεγέθους των ρύπων των καυσαερίων των οχημάτων και την ενημέρωση του ιδιοκτήτη και της διοίκησης του οχήματος σχετικά με την ποιότητα των εκπομπών, καθώς και για τη σύσταση περαιτέρω δράσης. Το IoT είναι επίσης

εφαρμόσιμο για την παρακολούθηση του επιπέδου ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε διάφορα σημεία της χώρας[41].

#### **3.4.6 Σύστημα παρακολούθησης φυσικής κατάστασης οδηγού**

Η οδήγηση του οχήματος φέρει μεγάλη ευθύνη για τη διασφάλιση της οδικής ασφάλειας όλων των χρηστών, συμπεριλαμβανομένου του οδηγού, των επιβατών, των πεζών και άλλων. Οι συμπεριφορές του οδηγού αποτελούν τον πιο ουσιαστικό παράγοντα για τη διάπραξη ατυχήματος στο δρόμο. Σε πολλές περιπτώσεις, το ατύχημα που προκαλείται από τον οδηγό είναι συχνά αποτέλεσμα της έλλειψης ικανοποιητικών κριτηρίων σωματικής και ψυχικής υγείας για την οδήγηση. Η τεχνολογία IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης του οδηγού. Οι σωματικές συνθήκες του οδηγού περιλαμβάνουν ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, Ηλεκτρομυογράφημα, Ηλεκτροκαρδιογράφημα και καρδιακό ρυθμό με χρήση ενσωματωμένης μονάδας αισθητήρα μέσα στο κάθισμα του οδηγού, καθώς και άλλα προβλήματα υγείας, όπως συσκευές παρακολούθησης ματιών/προσώπων. την κατάλληλη θέση από τον οδηγό για την παρατήρηση φυσικής ανωμαλίας. Αυτές οι πληροφορίες στη συνέχεια σχηματίζουν μια ροή δεδομένων για μια ειδοποίηση στα επιθυμητά άτομα με τη βοήθεια της τεχνολογίας IoT. Αυτή η τεχνολογία μπορεί επίσης να βελτιώσει τις εγκαταστάσεις ανίχνευσης αλκοολούχων για την αποφυγή απροσδόκητων ατυχημάτων και να σώσει τη ζωή των οδηγών, των επιβατών και των χρηστών του δρόμου[69].

#### **3.4.7 Παρακολούθηση απόδοσης οχήματος**

Η παρακολούθηση της απόδοσης του οχήματος και των συνθηκών του κινητήρα είναι το πιο κρίσιμο ζήτημα λόγω της θερμοκρασίας του κινητήρα, της ταχύτητας και της πίεσης των ελαστικών που αντιστοιχούν στα βασικά εξαρτήματα ενός οχήματος. Όταν η θερμοκρασία του κινητήρα ήταν όλο και πιο υψηλή, τότε αύξησε την κατανάλωση καυσίμου, τον ρυθμό εκπομπών καυσαερίων, επηρέασε την απόδοση του συμπιεστή στροβιλοσυμπιεστή και έπιασε τον κινητήρα. Αντίστοιχα, οι στροφές του κινητήρα και η πίεση των ελαστικών έχουν μοναδική επίδραση στην απόδοση του οχήματος και τους σκοπούς ασφάλειας, αντίστοιχα. Η τεχνολογία IoT

έχει μια πολλά υποσχόμενη ικανότητα να παρακολουθεί τη θερμοκρασία του κινητήρα, τις στροφές του κινητήρα και την πίεση των ελαστικών καθώς και να παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο στον ιδιοκτήτη του οχήματος μέσω της τεχνολογίας IoT[40].

### **3.5 Αναδυόμενες εφαρμογές του IoT στις αυτοκινητοβιομηχανίες**

Καθώς η τεχνολογία IoT χρησιμοποιείται για διάφορους σκοπούς, τόσο εντός οχήματος όσο και σε ευρύτερους κλάδους της αυτοκινητοβιομηχανίας, είναι επιτακτική να χαρακτηριστεί το IoT ως αναδυόμενο τεχνολογικό παράδειγμα. Σήμερα, προσελκύει την προσοχή της βιομηχανίας και η εφαρμογή της στην αυτοκινητοβιομηχανία για ένα ευρύ φάσμα επικοινωνιών, δηλαδή, P2P (Peer to Peer), P2M (Peer to Machine) και M2M (από μηχανή σε μηχανή) είναι επιθυμητή μαζί με τη βελτίωση ευκαιρίες μέσω της απόδοσης, της παραγωγικότητας, της αξιοπιστίας, της ασφάλειας και της ιδιωτικής ζωής. Αυτή η τεχνολογία έχει ένα άλλο προσοδοφόρο χαρακτηριστικό που δίνει τη δυνατότητα σύνδεσης ετερογενών δικτύων και συσκευών μέσω του Διαδικτύου[54].

#### **3.5.1 Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας**

Για τη βιομηχανική περίπτωση, ένα σύστημα διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας (SCM) είναι κρίσιμος παράγοντας για την επίτευξη στρατηγικών στόχων. Επί του παρόντος, το SCM που βασίζεται στο IoT δημιουργεί ένα νέο παράδειγμα παρέχοντας αξιοπιστία, διαλειτουργικότητα, αξιοπιστία και αποτελεσματικότητα στις βιομηχανικές λειτουργίες. Ως εκ τούτου, το IoT επέτρεψε στο SCM να έχει αξιοσημείωτο αντίκτυπο στη βελτίωση της συνολικής οικονομίας με την αποτελεσματική χρήση πόρων και την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ κατασκευαστών, προμηθευτών και καταναλωτών στην αυτοκινητοβιομηχανία. Και πάλι, η τεχνολογία IoT στο σύστημα προμήθειας υλικών της SCM ανοίγει μια νέα πύλη για να κλείσει η απόσταση μεταξύ των προμηθευτών πρώτων υλών και των κατασκευαστών αυτοκινήτων. Ο κατασκευαστής αυτοκινήτων μοιράζεται πληροφορίες σχετικά με την προβλεπόμενη ζήτηση οχημάτων στον προμηθευτή πρώτων υλών χρησιμοποιώντας συνεργατικό σχεδιασμό, πρόβλεψη και αναπλήρωση

(CFPR - Collaborative Planning, Forecasting, And Replenishment). Σύμφωνα με την απαίτηση, ο προμηθευτής παραδίδει τις πρώτες ύλες και τα εξαρτήματα άμεσα, γεγονός που οδηγεί σε συνεχή παραγωγή λόγω της διαθεσιμότητας αυτών των υλικών. Ως εκ τούτου, το CFPR που βασίζεται στο IoT είναι ένας πολλά υποσχόμενος τρόπος για την προμήθεια πρώτων υλών εξοικονομώντας το κόστος μέσω της επιδιωκόμενης συνεργασίας στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Έχει ήδη αναπτυχθεί εύρωστος συνεργατικός σχεδιασμός και διαδικασίες πρόβλεψης από την Toyota μέσω αξιόπιστης συνεργασίας αγοραστή-προμηθευτή χρησιμοποιώντας CPFR[51].

Περίπου χιλιάδες εξαρτήματα συνδέονται διαδοχικά για τη συναρμολόγηση ενός νέου οχήματος. Ως εκ τούτου, η σωστή απογραφή και διανομή των εξαρτημάτων του οχήματος είναι πολύπλοκες εργασίες για την κατασκευή ενός νέου οχήματος. Ένα σύστημα διαχείρισης αποθεμάτων που βασίζεται στο IoT διευκολύνει την απόκτηση και ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τη διαθέσιμη ποσότητα στη βάση δεδομένων για την προετοιμασία για την πρόβλεψη ζήτησης[93]. Τα εξαρτήματα μπορούν επίσης να εντοπιστούν γρήγορα χρησιμοποιώντας RFID για διαδοχική διανομή στη γραμμή συναρμολόγησης ενώ βρίσκεστε στην αποθήκη. Εκτός από τη διαχείριση αποθεμάτων, η υποστήριξη logistics είναι ένα σημαντικό μέρος της αυτοκινητοβιομηχανίας για τη μεταφορά των πρώτων υλών για τη συνέχιση της παραγωγικής διαδικασίας και την παράδοση των τελικών προϊόντων στην πόρτα των πελατών. Μια μονάδα RFID μπορεί να εγκατασταθεί μαζί με την τεχνολογία IoT για τη συλλογή πληροφοριών δυναμικής παρακολούθησης και την κοινή χρήση βασικών δεδομένων σχετικά με την εφοδιαστική. Ως αποτέλεσμα, αυτή η τεχνολογία συμβάλλει στην αύξηση της ικανοποίησης και της αξιοπιστίας των πελατών με την παράδοση του επιθυμητού προϊόντος εντός καθορισμένου χρόνου, παράλληλα με τη βελτίωση της αφοσίωσης της διαχείρισης για καλύτερες υπηρεσίες[32].

### **3.5.2 Σύστημα παραγωγής**

Το σύστημα κατασκευής αυτοκινήτων που βασίζεται στο IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία συμπεραίνει σχετικά με την προσάρτηση ηλεκτρονικών ετικετών σε ανταλλακτικά στην αποθήκη για την παρακολούθηση και παρακολούθηση διαφόρων λειτουργιών. Όπως η προετοιμασία ημικατεργασμένου ή έτοιμου προϊόντος, οι συνθήκες ασφαλείας κατά την παραγωγή, οι πληροφορίες ποιοτικού ελέγχου, η

αποθήκευση τελικού προϊόντος και οι πληροφορίες πωλήσεων. Επιπλέον, η τεχνολογία RFID με δυνατότητα IoT ως ηλεκτρονική ετικέτα διασφαλίζει την ανταλλαγή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο στις διαδικασίες παραγωγής. Για την περίπτωση ασφάλειας και ασφάλειας στους χώρους εργασίας, όταν κάποιος κινείται μέσα από ένα επικίνδυνο σημείο, τότε το σύστημα μπορεί να ανιχνεύσει με τη βοήθεια εγκατεστημένων αισθητήρων, σάρωση λέιζερ και ανάλυση δεδομένων μέσω της ενσωμάτωσης του IoT[42].

### **3.5.3 Σύστημα εξυπηρέτησης μετά την πώληση**

Ο πιο ζωτικός παράγοντας για να είναι ένας επιτυχημένος οργανισμός είναι η εξυπηρέτηση μετά την πώληση. Ομοίως, η εξυπηρέτηση μετά την πώληση έχει σημαντικό αντίκτυπο στην αποδοχή των προϊόντων από τους πελάτες για την αυτοκινητοβιομηχανία. Το σύστημα εξυπηρέτησης μετά την πώληση που βασίζεται στην τεχνολογία IoT μπορεί να διατηρήσει μια εξαιρετική συμβολή στην απόκτηση σχολίων και προτάσεων σχετικά με το όχημα που διατίθεται στην αγορά από τους πελάτες. Με βάση τα αναλυμένα δεδομένα των σχολίων των πελατών, την τεχνική υποστήριξη και τις απαραίτητες πρωτοβουλίες για την ικανοποίηση των πελατών οδηγούν την αυτοκινητοβιομηχανία να προχωρήσει σε μια ανταγωνιστική αγορά οχημάτων. Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία RFID με δυνατότητα IoT διασφαλίζει ειδοποίηση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τις απαιτήσεις συντήρησης για τα άτομα που περιμένουν να λάβουν υπηρεσίες συντήρησης[7].

## **3.6 Πλαίσιο εφαρμογής IoT στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας**

Οι παρούσες και οι μελλοντικές εφαρμογές του IoT στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ενότητες, όπως ο σκοπός παρακολούθησης οχημάτων σε πραγματικό χρόνο, ο σκοπός βιομηχανικής και εμπορικής παρατήρησης σε πραγματικό χρόνο και ο σκοπός διαχείρισης μεταφορών σε πραγματικό χρόνο. Η εννοιολογική ιδέα που απεικονίζεται να φέρει όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με το αυτοκίνητο υπό παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας τεχνολογία IoT. Θα βοηθήσει στην ελαχιστοποίηση του λειτουργικού κόστους και του κόστους συντήρησης, στη μείωση της κατανάλωσης



χρόνου, στη βελτίωση της παραγωγικότητας, στη διασφάλιση της οργανωτικής διαφάνειας και ασφάλειας, στη διασφάλιση της ασφάλειας των πεζών και των χρηστών του οχήματος καθώς και στην άνεση, και πολλά άλλα ευεργετικά ζητήματα.

### **3.6.1 Σκοπός παρακολούθησης οχημάτων σε πραγματικό χρόνο**

Η ανάπτυξη του IoT έχει δώσει τελειότητα στο σύστημα παρακολούθησης οχημάτων σε πραγματικό χρόνο στον σημερινό κόσμο. Έτσι προτείνεται ένα νέο εννοιολογικό πλαίσιο για να κάνουμε το σύστημα παρακολούθησης οχημάτων σε πραγματικό χρόνο πιο περίπλοκο και αποτελεσματικό. Ο αιτών πληροφοριών απαιτεί να γνωρίζει πληροφορίες για το όχημα. Οι χρήστες οχημάτων, οι κατασκευαστές και οι μηχανικοί συντήρησης αντιπροσωπεύονται ως αιτούντες πληροφορίες μέσω της μηχανής αποφάσεων που βασίζεται σε μια προσέγγιση ασαφούς λογικής. Οι ζητούμενες απαιτήσεις θα κατηγοριοποιηθούν και θα ακολουθηθούν ενέργειες για την παροχή πληροφοριών μετά τη συλλογή δεδομένων από τους παρόχους πληροφοριών, όπως αισθητήρες και συσκευές. Ως πάροχος πληροφοριών, εισάγεται ένα σύνολο αισθητήρων που εξαρτώνται από το όχημα, όπως αισθητήρας θέσης, αισθητήρας κίνησης, αισθητήρας δύναμης, αισθητήρας πίεσης, αισθητήρας ροής, ακουστικός αισθητήρας, αισθητήρας υγρασίας, φως αισθητήρας, αισθητήρας θερμοκρασίας, χημικός αισθητήρας, αισθητήρας φρένων, αισθητήρας πόρτας, αισθητήρας θερμότητας, αισθητήρας στάθμης καυσίμου, αισθητήρας στάθμευσης, αισθητήρας ανίχνευσης λωρίδας, RFID και ούτω καθεξής.

Ταυτόχρονα, ένα σύνολο συσκευών ανεξάρτητων από το όχημα ορίζονται επίσης ως άλλοι πάροχοι πληροφοριών συλλέγοντας τις πρόσθετες απαιτούμενες πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένης της φυσικής κατάστασης του οδηγού. Υπάρχουν μερικές εξωτερικές συσκευές που πρέπει να εγκατασταθούν, όπως για παράδειγμα αισθητήρας καρδιακού παλμού, κάμερα παρακολούθησης ματιών και προσώπου. Εκτός από αυτά, οι συσκευές πλοήγησης, οι ενεργοποιητές, τα φρένα αντιμπλοκαρίσματος, οι ελεγκτές ψεκασμού καυσίμου, τα συστήματα αερόσακων και πολλά άλλα παίζουν επίσης ρόλο ως πάροχοι πληροφοριών. Αυτές οι συσκευές και οι αισθητήρες είναι υπεύθυνοι για την παροχή πληροφοριών στη μηχανή αποφάσεων που βασίζεται στη λογική Fuzzy σύμφωνα με τη ζήτηση του αιτούντος, εκτός από τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Σε αυτό το σύστημα, ένας μεγάλος όγκος

δεδομένων θα δημιουργεί συνεχώς και θα μοιράζεται μεταξύ του αιτούντος με βάση τη ζήτησή του. Έτσι, η εξαγωγή δεδομένων και η μείωση των δεδομένων αποθήκευσης είναι ο πιο κρίσιμος παράγοντας και η ιδέα της Μηχανικής Μάθησης/Βαθιάς μάθησης Enabled Big Data Analytics μπορεί να βοηθήσει στην αποτελεσματική επεξεργασία και εξαγωγή για την απόκρυψη των χρήσιμων πληροφοριών από αυτά τα δεδομένα που συλλέγονται[34].

Ωστόσο, η μηχανή λήψης αποφάσεων ενεργεί ως αναπόσπαστο μέρος του εννοιολογικού πλαισίου της παρακολούθησης οχημάτων. Είναι συγχρονισμένο με μια υπάρχουσα μονάδα ελέγχου κινητήρα οχήματος για τη συλλογή των πλήρεις πληροφορίες συστήματος και στη συνέχεια τον προγραμματισμό με βάση τη λογική Fuzzy. Είναι επίσης υπεύθυνο για τη συσσώρευση, την επαλήθευση και τη μεταφορά των επιλεγμένων δεδομένων στο σύστημα αποθήκευσης cloud. Από την άλλη πλευρά, η διαδικασία επαλήθευσης δεδομένων επιταχύνεται και διασφαλίζει την ακρίβεια συγκρίνοντας τα συγκεντρωμένα δεδομένα με προκαθορισμένες τυπικές πληροφορίες. Οι τυπικές πληροφορίες είναι το πρότυπο εξάτμισης του οχήματος, τα επιτρεπόμενα δεδομένα λαδιού κινητήρα, οι πληροφορίες αλλαγής λαδιού κινητήρα, οι λεπτομέρειες συντήρησης, η υγεία του οχήματος, οι πληροφορίες κινητήρα και πολλά άλλα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του αιτούντος. Μετά την επεξεργασία, τα αποδεκτά δεδομένα αποθηκεύονται στο cloud και μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο στο καθορισμένο άτομο χρησιμοποιώντας το διαθέσιμο δίκτυο. Για παράδειγμα, οι κατασκευαστές οχημάτων (περίοδος εγγύησης), το προσωπικό συντήρησης (πληροφορίες που σχετίζονται με τη συντήρηση), οι χρήστες του οχήματος μπορούν να λάβουν λεπτομέρειες χρησιμοποιώντας την τεχνολογία IoT κατόπιν αιτήματος.

### **3.6.2 Σκοπός βιομηχανικής και εμπορικής παρατήρησης σε πραγματικό χρόνο**

Στις βιομηχανικές και εμπορικές περιπτώσεις αυτοκινήτων, η τεχνολογία IoT έχει προσελκύσει την προσοχή στη βελτίωση της λειτουργικής ομαλότητας και αποτελεσματικότητας. Περιλαμβάνει τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, τις υπηρεσίες μετά την πώληση, την πρόβλεψη της ζήτησης της αγοράς, τον χειρισμό υλικών σε πραγματικό χρόνο, την κατασκευή, την αναγνώριση ανταλλακτικών και τα προγράμματα συντήρησης. Κυρίως, το εταιρικό γραφείο μπορεί εύκολα να παρακολουθεί όλες τις διαδικασίες και στη συνέχεια να σχεδιάζει τις απαραίτητες

ενέργειες και να προτείνει γρήγορα προτάσεις με τη βοήθεια της τεχνολογίας IoT. Έχει ως επί το πλείστον κοινά χαρακτηριστικά με την παρακολούθηση του οχήματος, ωστόσο, με διαφορετικές συγκεκριμένες λειτουργίες. Ο αιτών πληροφοριών λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο με την παρακολούθηση οχήματος. Ωστόσο, η κατηγορία και οι τύποι αιτούντων είναι διαφορετικοί, καθώς αυτή η ιδέα βασίζεται κυρίως στην επέκταση του πεδίου εφαρμογής της αυτοκινητοβιομηχανίας και των μέτρων βελτίωσης της παραγωγικότητας.

Ως εκ τούτου, οι μονάδες εξυπηρέτησης μετά την πώληση, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, το τμήμα παραγωγής και οι κυβερνητικές μονάδες θεωρούνται ως αιτητές πληροφοριών. Για παράδειγμα, ο πελάτης μπορεί να έχει ένα τεράστιο ερώτημα σχετικά με τα οχήματα που αγοράστηκαν, γιατί η ομάδα σέρβις μπορεί να έχει ένα ερώτημα σχετικά με το συντηρήσιμο όχημα. Τα κεντρικά γραφεία μπορεί να έχουν ένα ερώτημα σχετικά με το σχόλιο του πελάτη που ευθυγραμμίζεται με την παρακολούθηση θεμάτων μετά την πώληση. Ομοίως, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, τα επικεφαλής γραφεία και ο προμηθευτής μπορούν να υποβάλουν τις απαιτήσεις τους για τα επιθυμητά ζητήματα μέσω της μηχανής αποφάσεων. Από την άλλη πλευρά, η κυβέρνηση μπορεί να υποβάλει αίτημα μέσω της μηχανής αποφάσεων για έλεγχο όλων των σχετικών με την κυβέρνηση δραστηριοτήτων για έλεγχο καθώς και παρακολούθηση της δραστηριότητας διαφάνειας. Για αυτό το σύστημα, θα ήταν προβλέψιμο ότι αυτό το σύστημα θα δημιουργήσει μια τεράστια ποσότητα δεδομένων. Έτσι, σε αυτήν την περίπτωση, παρόμοια με το σύστημα παρακολούθησης οχημάτων σε πραγματικό χρόνο, η έννοια της Μηχανικής Μάθησης/Βαθιάς μάθησης Enabled Big Data Analytics μπορεί να βοηθήσει στην επεξεργασία και εξαγωγή χρήσιμων δεδομένων από αυτές τις τεράστιες ποσότητες δεδομένων που δημιουργούνται[34].

Ο κεντρικός οργανωτικός διακομιστής είναι συνδεδεμένος με τη μηχανή λήψης αποφάσεων εκτός από μεμονωμένους παρόχους πληροφοριών. Πιο συγκεκριμένα, οι μεμονωμένοι πάροχοι πληροφοριών περιλαμβάνουν πληροφορίες για τις υπηρεσίες μετά την πώληση (πρόσδος συντήρησης σε πραγματικό χρόνο και απαιτήσεις εξαρτημάτων και πρόγραμμα εργασιών συντήρησης), τελικό προϊόν σε πραγματικό χρόνο, λεπτομέρειες παράδοσης πρώτων υλών, κατάσταση παραγωγής σε πραγματικό χρόνο, απόθεμα, και την κατάσταση των προμηθειών, τη ζήτηση των πελατών και τις απαιτούμενες πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο της έδρας. Οι πάροχοι πληροφοριών

και οι κεντρικοί διακομιστές είναι υπεύθυνοι για την παροχή απαιτούμενων και αποθηκευμένων πληροφοριών στη μηχανή αποφάσεων που βασίζεται στη λογική Fuzzy[15]. Αν και η λειτουργικότητα του κινητήρα απόφασης λειτουργεί ελαφρώς διαφορετική σε σύγκριση με το προαναφερθέν σύστημα παρακολούθησης οχήματος. Σε αυτήν την περίπτωση, η μηχανή αποφάσεων συνδέεται με τον αιτούντα πληροφοριών, τον πάροχο πληροφοριών και τον κεντρικό διακομιστή του οργανισμού. Στη συνέχεια, παραδίδει τις απαιτούμενες πληροφορίες στον αιτούντα μετά τη συλλογή δεδομένων και την κατάλληλη ανάλυση. Η μηχανή αποφάσεων διασφαλίζει την αυθεντική είσοδο του αιτούντος και τον προστατεύει από τον εισβολέα. Οι επαρκείς πληροφορίες διαχωρίζονται από την εφαρμογή της τεχνολογίας IoT που θεωρείται για βιομηχανικούς σκοπούς. Από την άλλη πλευρά, τα δεδομένα του παρελθόντος του κλάδου συνήθως απαιτούνται για τη δικαιοδοσία των συνθηκών του κλάδου καθώς και για τη σύγκριση της παραγωγικότητας και άλλα ζητήματα. Έτσι, αυτή η τεχνολογία εξασφαλίζει γρήγορη συλλογή δεδομένων και λύσεις για οποιαδήποτε στιγμιοποιδήποτε για αποθήκευση δεδομένων στο σύστημα αποθήκευσης cloud και παράδοση στον αιτούντα όσο το δυνατόν πιο γρήγορα μετά τη λήψη της απόφασης από τη μηχανή αξιολόγησης.

### **3.6.3 Σκοπός διαχείρισης μεταφορών σε πραγματικό χρόνο**

Η διαχείριση των μεταφορών είναι ένα τεράστιο ζήτημα και πολυάριθμες έρευνες έχουν πραγματοποιήσει έναν αποτελεσματικό τρόπο για να μετριάσει αυτό το ζήτημα. Προς αυτή την κατεύθυνση, ένα σύστημα ελέγχου μεταφορών με δυνατότητα IoT έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει ένα εξαιρετικό όριο για τη διατήρηση του συστήματος κυκλοφορίας σε μια πολυσύχναστη διασταύρωση. Στόχος του είναι να βοηθήσει στην ασφαλή, ενεργή και αποτελεσματική μετακίνηση του οχήματος αξιοποιώντας τα συστήματα επικοινωνίας GPS, V2N, V2V, V2P και V2I που είναι ενσωματωμένα στην τεχνολογία IoT αυτοκινήτου. Ο αιτών πληροφοριών είναι η πρώτη φάση του πλαισίου διαχείρισης μεταφορών σε πραγματικό χρόνο. Σε αυτήν την περίπτωση, η είσπραξη διοδίων, ο οδηγός οχήματος (πληροφορίες για την κατάσταση του δρόμου και της κυκλοφορίας, θέση στάθμευσης), η κρατική υπηρεσία ελέγχου κυκλοφορίας (βοήθεια για τροχαία ατυχήματα), τα οχήματα έκτακτης ανάγκης (ασθενοφόρο, πυροσβεστική) και πολλά άλλα θα αναζητήσουν πληροφορίες, βοήθεια ή υπηρεσίες ως αιτών πληροφοριών. Σε αυτό το σύστημα, θα μπορούν να στέλνουν τα

ερωτήματά τους στο κεντρικό σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας αντί στη μηχανή αποφάσεων.

Το κεντρικό σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας είναι ενσωματωμένο για να παρέχει όλες τις πληροφορίες κυκλοφορίας σε όλη την καλυπτόμενη περιοχή με ακρίβεια. Βοήθησε επίσης να ελεγχθεί η εγκυρότητα του ερωτήματος και το προωθήθηκε σε περαιτέρω ανάλυση. Η μηχανή αποφάσεων παρέχει ειδοποίηση επιστροφής στον κεντρικό διακομιστή σχετικά με το ασυνεπές ερώτημα. Ο κεντρικός διακομιστής και η μηχανή λήψης αποφάσεων συνεργάζονται για να απορρίψουν το αίτημα όταν ένα ψεύτικο ασθενοφόρο ή οποιοδήποτε όχημα έκτακτης ανάγκης στέλνει ένα αίτημα. Σε αυτήν την περίπτωση, η ανατροφοδότηση εκδίδεται και μεταδίδεται στον οδηγό με τη χρήση διαθέσιμων τεχνολογιών επικοινωνίας στα δίκτυα IoT.

Περαιτέρω ενέργεια μπορεί να περιλαμβάνει τη μαύρη λίστα του αριθμού πινακίδας και τη συνεκτίμηση των επόμενων παραπομπών. Ένας προμηθευτής πληροφοριών είναι ένας άλλος κρίσιμος παράγοντας στο σύστημα διαχείρισης μεταφορών. Ολόκληρο το σύστημα μπορεί να δυσλειτουργήσει όταν ένα συγκεκριμένο μέρος αποφεύγει να μοιραστεί τις πληροφορίες. Το προτεινόμενο πλαίσιο είναι μεθοδευμένες τεχνικές συνδεσιμότητας (όπως GPS, V2N, V2V, V2P και V2I) που βοηθούν στην ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τις τρέχουσες συνθήκες του δρόμου και προτείνουν την καλύτερη διαδρομή, την καλύτερη θέση στάθμευσης, την ανίχνευση πεζών και ούτω καθεξής. Επιπλέον, οι πληροφορίες πληρωμής διοδίων, οι πληροφορίες οχημάτων, οι απαντήσεις των ομάδων διάσωσης, οι κυβερνητικοί οργανισμοί και πολλοί άλλοι μπορούν να διαδραματίσουν ρόλο ως πάροχοι πληροφοριών. Μοιράζονται τα δεδομένα τους μέσω της μηχανής αποφάσεων με βάση τη λογική Fuzzy, ανάλογα με τη ζήτηση του αιτούντος μέσω του κεντρικού συστήματος ελέγχου κυκλοφορίας[15].

Επιπλέον, για την πολυμήχανη επεξεργασία και εξαγωγή δεδομένων από αυτά τα κολοσσιαία ποσοτικά δεδομένα, η ιδέα Μηχανικής Μάθησης/Βαθιάς μάθησης Enabled Big Data Analytics θα βοηθήσει στο άνοιγμα ενός νέου ορίου στο σύστημα διαχείρισης μεταφορών σε πραγματικό χρόνο[34].

Σε αυτό το πλαίσιο, η μηχανή αποφάσεων που βασίζεται στη λογική Fuzzy θεωρείται ότι συγχρονίζει, αναλύει καθώς και συλλέγει τις επιθυμητές πληροφορίες

από πηγές, δηλαδή τους παρόχους πληροφοριών, πριν από την προώθηση μέσω του διαδικτυακού νέφους. Συνεργάζεται επίσης με το κεντρικό σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας για να εξασφαλίσει γρήγορη, ασφαλή και βέλτιστη διαχείριση της κυκλοφορίας και υπηρεσίες στους χρήστες. Ομοίως, μπορεί να συγκρίνει την ποιότητα της εξάτμισης με μια προκαθορισμένη τυπική τιμή και εντολή να ειδοποιήσει μια ανώτερη αρχή να λάβει μέτρα όταν παραμένει πάνω από το τυπικό επίπεδο. Η αποθήκευση στο cloud είναι η τελευταία φάση του προτεινόμενου πλαισίου διαχείρισης μεταφορών. Μετά την ανάλυση του αιτήματος του χρήστη, οι πληροφορίες αποθηκεύονται στο cloud και παραδίδονται άμεσα οι απαιτούμενες πληροφορίες στους χρήστες και τις κυβερνητικές αρχές μέσω δικτύων IoT. Η χρήση του χώρου αποθήκευσης cloud είναι να διασφαλίσει ένα πανταχού παρόν και αξιόπιστο σύστημα αποθήκευσης. Ως αποτέλεσμα, ο αιτών λαμβάνει τις απαιτούμενες πληροφορίες ανά πάσα στιγμή-οπουδήποτε με βάση τις εντολές της μηχανής απόφασης.

### **3.7 Οφέλη του IoT, περιορισμοί και προκλήσεις**

Οι εφαρμογές IoT στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας έχουν εξελιχθεί για διάφορους λόγους. Αν και η τεχνολογία IoT έχει σημαντικό αντίκτυπο στον μετασχηματισμό του τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, συνοδεύεται από ελλείψεις. Παρακάτω παρουσιάζονται διευκρινίσεις σχετικά με τα οφέλη, τους περιορισμούς και τις προκλήσεις για την ανάπτυξη της τεχνολογίας IoT στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας.

#### **3.7.1 Οφέλη**

Το ανεπτυγμένο σύστημα IoT μπορεί να συλλέγει διαφορετικά δεδομένα χρησιμοποιώντας συσκευές ανίχνευσης με την υψηλότερη ακρίβεια για να βοηθήσει ένα όχημα για γρήγορη πλοήγηση, αποφυγή ατυχήματος και ανίχνευση της κατάστασης του δρόμου. Αυτά τα χαρακτηριστικά απευθύνονται στους χρήστες και τους κατασκευαστές του κλάδου για την αναβάθμιση του οχήματος με ενημερωμένες συσκευές με δυνατότητα IoT. Η τεχνολογία IoT ενισχύεται συνδυάζοντας ετερογενή χαρακτηριστικά για την επικοινωνία οχημάτων και τη δυνατότητα σύνδεσης οποιασδήποτε άλλης συσκευής άμεσα για να βοηθήσει τους χρήστες του οχήματος

συλλέγοντας πληροφορίες για τις συνθήκες κυκλοφορίας[91].

Ως αποτέλεσμα, συμβάλλει στην εξοικονόμηση χρόνου ταξιδιού και καυσίμων καθώς και στην προστασία του περιβάλλοντος μειώνοντας τις εκπομπές καυσαερίων. Το σύστημα IoT έχει επίσης γρήγορη ικανότητα συλλογής δεδομένων σε σύγκριση με μια συμβατική διαδικασία. Παρέχει άμεσα ένα αποτέλεσμα απόφασης αναλύοντας έναν τεράστιο όγκο δεδομένων που συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο. Επομένως, τα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας με δυνατότητα IoT βοηθούν στην εύρεση εναλλακτικού τρόπου για ένα όχημα έκτακτης ανάγκης και προτείνουν σε άλλους να αποφύγουν κυκλοφοριακή συμφόρηση, ατυχήματα και συγκρούσεις με άλλο όχημα. Επιπλέον, αυτή η τεχνολογία εξασφαλίζει ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας στην πόλη με ελάχιστη ανθρώπινη βοήθεια, συλλέγοντας και αναλύοντας συγκεντρωμένα δεδομένα, π. και ούτω καθεξής. Βοηθά στη βελτίωση της συνολικής ποιότητας ζωής για τους κατοίκους της πόλης μέσω της έξυπνης αλληλεπίδρασης με τα μέσα μεταφοράς[87].

Επίσης, η τεχνολογία IoT είναι σε θέση να ανιχνεύει οχήματα έκτακτης ανάγκης και παρέχει μια γρήγορη λύση ελέγχοντας το σύστημα κυκλοφορίας και βρίσκοντας μια εναλλακτική συντομότερη διαδρομή. Επιπλέον, παρέχει επίσης έναν μηχανισμό για τη σημαντική μείωση του ποσοστού θνησιμότητας, επιτρέποντας ταχύτερη ανταπόκριση σε άτομα με κρίσιμες καταστάσεις υγείας. Για την περίπτωση της ασφάλειας του οχήματος, η τεχνολογία IoT διευκολύνει ένα σύστημα αντικλεπτικής προστασίας και παρακολούθησης με περίπλοκο τρόπο, στέλνοντας μια ειδοποίηση στον οδηγό. Αυτό το σύστημα περιορίζει έτσι τις μη εξουσιοδοτημένες χρήσεις καθώς και αποτρέπει τη διάρρηξη οχήματος[68].

Σχετικά με τη φυσική κατάσταση του οδηγού, το σύστημα IoT έχει τη δυνατότητα να προσδιορίζει εάν ο οδηγός μπορεί να οδηγήσει μαζί με την άμεση ειδοποίηση του ιδιοκτήτη του οχήματος μέσω email και SMS. Έτσι, μειώνει τα τροχαία ατυχήματα μέσω της ενσωμάτωσης τεχνολογίας με δυνατότητα IoT για την παρακολούθηση της σωματικής αταξίας του οδηγού στο όχημα. Η τεχνολογία IoT διευκολύνει τον διακομιστή cloud να αποθηκεύει δεδομένα για μελλοντικά στοιχεία έρευνας. Σε μια τέτοια περίπτωση, όλα τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για σκοπούς ιατροδικαστικής έρευνας για να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα απώλειας στοιχείων λόγω έλλειψης δεδομένων παρακολούθησης πεδίου. Εκτός από αυτές τις θετικές

πτυχές, μπορούμε να κερδίσουμε οφέλη για την εξοικονόμηση του ελέγχου της ρύπανσης του περιβάλλοντος μέσω της ανάπτυξης συστήματος παρακολούθησης εκπομπών οχημάτων με δυνατότητα IoT που παρέχει πραγματικά δεδομένα για την εξάτμιση των οχημάτων. Τα ίδια δεδομένα αξιοποιήθηκαν περαιτέρω για την παρακολούθηση της απόδοσης του οχήματος για τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου. Το IoT διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της παραγωγικότητας στην αυτοκινητοβιομηχανία ελαχιστοποιώντας τις ανθρώπινες διεπαφές σε διάφορους τομείς όπως η διαχείριση αποθεμάτων, οι πρώτες ύλες και η κοινή χρήση πληροφοριών λεπτομερειών τελικού προϊόντος, η παρακολούθηση και ο έλεγχος της διαδικασίας παραγωγής. Εκτός από αυτή την τεχνολογία, δημιούργησε μια νέα διάσταση για τις δραστηριότητες αποθήκευσης, επεξεργασίας και κοινής χρήσης διοικητικών πληροφοριών της εταιρείας, εξυπηρέτησης πελατών και διαχείρισης logistics. Και πάλι, η υιοθέτησή του στην αυτοκινητοβιομηχανία μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κόστους εργασίας καθώς και στη βελτίωση της παραγωγικότητας[12].

### **3.7.2 Περιορισμοί**

Απαιτούνται ειδικευμένοι και καλά εκπαιδευμένοι χειριστές για τη λειτουργία του IoT στο αυτοκίνητο, το οποίο είναι δύσκολο να αποκτηθεί επί του παρόντος. Λόγω της διαφοροποιημένης φύσης των εφαρμογών και εγκαταστάσεων IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία, οι ιδιοκτήτες οχημάτων και οι βιομήχανοι αυτοκινήτων που προσελκύνονται από αυτή την τεχνολογία, καθώς και η ζήτηση των ειδικών του IoT αυξάνονται αναλογικά. Είναι καλά αποδεδειγμένο ότι το εξειδικευμένο προσωπικό μπορεί να χειριστεί τις επερχόμενες προκλήσεις πιο ομαλά σε σύγκριση με το νέο προσωπικό. Και πάλι, για να καθιερωθούν οι επικοινωνίες ως αναπόσπαστο μέρος του IoT, το σύστημα πρέπει να ζητήσει τη συναίνεση των ιδιοκτητών οχημάτων, οι οποίοι μπορεί να είναι απρόθυμοι να μοιραστούν τις πληροφορίες τους με άλλα οχήματα και συσκευές. Αυτή η ανησυχία είναι σχετική, καθώς υπάρχει μεγάλη πιθανότητα κατάχρησης προσωπικών πληροφοριών, το οποίο είναι ένα ευαίσθητο θέμα. Λόγω πρόσθετων συσκευών, η ύπαρξη IoT σίγουρα αυξάνει τα έξοδα του οχήματος και το κόστος συντήρησης της οδικής υποδομής. Από την πλευρά του κατασκευαστή, για τη λειτουργία της βιομηχανικής μονάδας με δυνατότητα IoT απαιτείται η απασχόληση ψηφιακά ειδικευμένων ειδικών και χειριστών, γεγονός που συνεπάγεται επιπλέον



κόστος[17].

Το IoT είναι ένα πολύ περίπλοκο σύστημα με διαφορετικά στοιχεία που λειτουργούν αρμονικά για την επίτευξη ενός κοινού στόχου. Ένας τεράστιος αριθμός συσκευών που συνδέονται στο ίδιο δίκτυο ανταγωνίζονται τους περιορισμένους πόρους ραδιοφώνου και δικτύου για μετάδοση. Χωρίς σωστό σχεδιασμό, αυτό το πολύπλοκο σύστημα μπορεί επίσης να είναι ευαίσθητο σε ένα μόνο σημείο αστοχίας που μπορεί να βλάψει ολόκληρο το σύστημα. Επιπλέον, η αποτυχία δικτύου είναι ένα άλλο κρίσιμο μειονέκτημα που μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργικότητα του συστήματος IoT. Αυτή η τεχνολογία είναι συχνά άχρηστη σε απομακρυσμένη περιοχή λόγω της έλλειψης διαθεσιμότητας Διαδικτύου ή δικτύου. Και πάλι, για την υιοθέτηση της τεχνολογίας IoT, ο ερευνητής πρέπει να εξαρτάται πλήρως από το cloud για να αποκτήσει τα απαραίτητα δεδομένα και αποδεικτικά στοιχεία για ιατροδικαστική έρευνα. Είναι αδιανόητη η διαχείριση των απαιτούμενων πληροφοριών στο πλαίσιο ενός περιορισμένου δικτύου για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Αν και είναι σαφές ότι τα οφέλη από την υιοθέτηση του IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία είναι τεράστια, οι περιορισμοί, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, έχουν θέσει τις προκλήσεις της ανάπτυξης του IoV[87].

### 3.7.3 Προκλήσεις

Ως ολοκληρωμένο δίκτυο οχημάτων, υπάρχουν πολλές πιθανές κακόβουλες δραστηριότητες και δραστηριότητες εισβολής που συνδέονται με την διάχυτη και πανταχού παρούσα ανταλλαγή πληροφοριών και επικοινωνιών μεταξύ των οχημάτων, των πεζών και των οδικών υποδομών. Οι χρήστες ενδέχεται να αποκαλύψουν την ταυτότητά τους, τις πληροφορίες του οχήματος και την ακριβή τους τοποθεσία λόγω της κοινής χρήσης δεδομένων. Ως εκ τούτου, οι χρήστες ενδέχεται να διαταράξουν το σύστημα επικοινωνίας οχημάτων διαδίδοντας κακόβουλο λογισμικό και παρεμποδίζοντας την κοινή χρήση πληροφοριών χρησιμοποιώντας ένα smartphone και άλλες συσκευές όταν οι εισβολείς αποφασίσουν να κρυφακούσουν και να παραβιάσουν τις συνεδρίες. Ωστόσο, είναι αρκετά δύσκολο να προστατευθούν όλες οι πτυχές από παρέμβαση εισβολέων και κυβερνοεπιθέσεις χωρίς ισχυρές στρατηγικές προστασίας[50].

Σε ένα σύστημα διαχείρισης κίνησης που βασίζεται στο IoT, το συνολικό

δίκτυο επικοινωνίας δημιουργείται με διάφορες τεχνικές συνδεσιμότητας όπως V2V, V2I, V2P και V2N και άλλες συσκευές ελέγχου. Ένα τόσο μεγάλο σύστημα απαιτεί τεράστια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας για να διατηρήσει τη λειτουργία του με ένα ορισμένο επίπεδο συνέχειας τροφοδοσίας. Ολόκληρο το σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας μπορεί να εισέλθει σε μια χαοτική κατάσταση ως αποτέλεσμα της απουσίας δεδομένων για τη λήψη αποφάσεων όταν δεν παρέχεται επαρκής ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Η βεβαιότητα της συνεχούς παροχής ρεύματος για ολόκληρο το σύστημα είναι επίσης μια μεγάλη πρόκληση. Επομένως, θα πρέπει να εξεταστεί μια εναλλακτική πηγή ενέργειας και συστήματος εξοικονόμησης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της ηλιακής ενέργειας και της μπαταρίας, για να ξεπεραστεί αυτή η απροσδόκητη κατάσταση. Εκτός από αυτά τα δύσκολα ζητήματα, απαιτείται μια καλά εκπαιδευμένη και εξειδικευμένη ομάδα για την παρακολούθηση των συνθηκών πεδίου και την παροχή παρεμβατικών ενεργειών για την αποτελεσματική λειτουργία ολόκληρου του συστήματος. Η ανάπτυξη μιας έμπειρης ομάδας λειτουργίας και συντήρησης είναι προκλητική και συχνά απαιτεί κατάλληλη συνεχή εκπαίδευση και πρακτική ενασχόληση με την εργασία πεδίου[55].

Η πολυπλοκότητα των ανταλλασσόμενων δεδομένων είναι μια άλλη πρόκληση στην πλατφόρμα IoT της αυτοκινητοβιομηχανίας. Μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργικό σύστημα όταν τα κοινά δεδομένα δεν είναι κατανοητά από άλλους. Ως αποτέλεσμα, οι τελικοί χρήστες μπορεί να χάσουν το ενδιαφέρον τους για την υιοθέτηση της τεχνολογίας IoT στο αυτοκίνητο. Ταυτόχρονα, η παρακολούθηση της ακρίβειας των κοινόχρηστων δεδομένων είναι συχνά δύσκολη λόγω της δυσλειτουργίας των συσκευών ανίχνευσης. Το σύστημα μπορεί μερικές φορές να μοιράζεται λανθασμένα δεδομένα, γεγονός που μειώνει την αξιοπιστία, την αξιοπιστία και το ενδιαφέρον των χρηστών σχετικά με αυτήν την τεχνολογία. Επίσης, το ταξίδι σε απομακρυσμένη περιοχή μπορεί να παρουσιάζει δυσκολία στην πρόσβαση στο δίκτυο. Είναι κατανοητό ότι οι εξαιρετικές εγκαταστάσεις Διαδικτύου με ισχυρή τεχνολογία IoT μπορούν να βοηθήσουν στην πλοήγηση του οχήματος, στην κοινή χρήση των υφιστάμενων οδικών συνθηκών, στην παρακολούθηση της υγείας του κινητήρα, στην πλοήγηση στον πλησιέστερο σταθμό ανεφοδιασμού κ.λπ. Ως εκ τούτου, η έλλειψη αξιόπιστων δικτύων με συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο υψηλής ταχύτητας μπορεί να επηρεάσει τις λειτουργίες και την ευρύτερη ένταξη της τεχνολογίας IoT για την παροχή κατάλληλων υπηρεσιών για την απρόσκοπτη ταξιδιωτική εμπειρία[13].

## **3.8 Ζητήματα, προτάσεις και μελλοντική έρευνα**

### **3.8.1 Παρακολούθηση ευάλωτων εξαρτημάτων οχημάτων**

Μία από τις ευρέως θεωρούμενες εξελίξεις με δυνατότητα IoT καλύπτει τον τομέα της παρακολούθησης των συνθηκών του οχήματος, όπως η ταχύτητα του κινητήρα, συνθήκες ψυγείου, θερμότητα κινητήρα, ροή καυσίμου, πίεση ελαστικών, ποιότητα καυσαερίων οχήματος κ.λπ. Στη συνέχεια, υπάρχει ένα τεράστιο εύρος περαιτέρω έρευνας για την παρακολούθηση και τη διάγνωση ελαττωμάτων των ευάλωτων εξαρτημάτων του οχήματος και των συνθηκών του κινητήρα. Τα μελλοντικά έργα ενδέχεται να ακολουθήσουν την ανάπτυξη της εποπτικής λειτουργίας που ενσωματώνει ένα μοντέλο Hidden Markov (HMM) και Εμπειρική Αποσύνθεση (EMD - Empirical Mode Decomposition) για την παρακολούθηση των συνθηκών του κινητήρα του οχήματος[96].

### **3.8.2 Παρακολούθηση ηχητικής ρύπανσης και ενεργειακά αποδοτική τεχνολογία**

Από την εποχή της εκβιομηχάνισης, η ηχορύπανση ήταν ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλλουν στη συνολική περιβαλλοντική ρύπανση. Τα τελευταία χρόνια, έχει αναδειχθεί ως επικίνδυνος ρύπος που επηρεάζει σοβαρά τη νευρογνωστική ικανότητα του ανθρώπου. Ένας κυρίαρχος ηχητικός ρύπος προέρχεται από την εκπομπή θορύβου από το κινούμενο όχημα, δεδομένης της συνεχώς αυξανόμενης έντασης κυκλοφορίας στο δρόμο. Παρά τη δυναμική επίδραση του ηχορύπανσης των οχημάτων στο περιβάλλον, πολύ λίγη ερευνητική εργασία πραγματοποιήθηκε για την παρακολούθηση της ηχορύπανσης που παράγεται στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας χρησιμοποιώντας τεχνολογία IoT. Προσφέρει εξαιρετικές ευκαιρίες για μελλοντικές εργασίες έρευνας και ανάπτυξης με την εφαρμογή εξελιγμένων συσκευών με δυνατότητα IoT και μεθόδων ανάλυσης μεγάλων δεδομένων για την ακριβή παρακολούθηση του επιπέδου θορύβου του οχήματος και τον έλεγχο της ρύπανσης. Για την ολοκλήρωση, οι εργασίες παρακολούθησης ενδέχεται να εξετάσουν τη χρήση ενός κεντρικού διακομιστή για την τεχνολογία IoT με ενημερωμένα και υψηλής απόδοσης όργανα. Στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί από την περιβαλλοντική αρχή για τη συλλογή δεδομένων ρύπανσης, την εξαγωγή συμπερασμάτων και την έναρξη μέτρων κατά ελαττωματικών οχημάτων που

εκπέμπουν αόρητα επίπεδα ηχορύπανσης[85].

### **3.8.3 Προηγμένος σχεδιασμός συστήματος μεταφορών**

Αν και μια ποικιλία ερευνητικών προόδων έχουν πραγματοποιηθεί για το έξυπνο σύστημα μεταφορών, πρέπει να διερευνηθεί ένα ευρύτερο μελλοντικό πεδίο έρευνας για την προώθηση αυτού του συστήματος χρησιμοποιώντας τεχνολογία IoT. Για μακρινές και σύντομες διαδρομές, η μελλοντική έρευνα μπορεί να ασχοληθεί με την ανάπτυξη προηγμένων συσκευών παρακολούθησης για την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τον εντοπισμό, π.χ. κλεμμένα οχήματα, παραβιάσεις λωρίδων κυκλοφορίας, οχήματα που δεν υπακούουν σε οχήματα, οχήματα διακινητών ναρκωτικών, βοήθεια έκτακτης ανάγκης, έξυπνη είσπραξη διοδίων και ούτω καθεξής. Εκτός από αυτά, ο έξυπνος φωτισμός αυτοκινητοδρόμων με δυνατότητα IoT είναι ένα άλλο σημαντικό ζήτημα για την αποφυγή απροσδόκητων περιστατικών σε σκοτεινές συνθήκες. Αλλά το ενεργειακό ζήτημα είναι ένα μεγάλο πρόβλημα και για να το ξεπεράσει, κάποιος ερευνητής πραγματοποίησε αυτό το πείραμα συνοπτικά αντί για μεγάλο βαθμό. Έτσι, για τον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας ως μέρος της εξέλιξης του συστήματος μεταφορών, σε αυτήν την περίπτωση, έχει τεράστιο περιθώριο για τη διεξαγωγή εκτεταμένης έρευνας για τη μεγάλη διαδρομή χρησιμοποιώντας το IoT[71].

### **3.8.4 Ενεργειακά αποδοτική τεχνολογία και εναλλακτική πηγή ενέργειας**

Υποκινούμενο από την παγκόσμια ανησυχία για την παραγωγή άνθρακα και το ενεργειακά αποδοτικό σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας με δυνατότητα IoT που θεωρείται ένας πολλά υποσχόμενος τρόπος για επικείμενη μελέτη στις έξυπνες μεταφορές. Η πρόκληση ενός τέτοιου συστήματος αποτελείται από ένα δίκτυο μεγάλης κλίμακας που περιέχει έναν τεράστιο αριθμό οχημάτων, βασικούς διακομιστές, προσαρμοστικές έξυπνες συσκευές ενεργειακής απόδοσης και μηχανές ανάλυσης. Ταυτόχρονα, οι μελλοντικές εργασίες θα ενσωματώσουν εκτεταμένη ανάπτυξη τεχνικών για τη διαχείριση εναλλακτικών πηγών πράσινης ενέργειας. Όπως ηλιακά πάνελ, αδιάλειπτη παροχή ρεύματος, άμεση παροχή ρεύματος κ.λπ. για την υποστήριξη της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης της κυκλοφορίας[71].

### **3.8.5 Ελαχιστοποίηση κόστους και αναβάθμιση του συστήματος διαχείρισης βιομηχανικών πωλήσεων**

Η ελαχιστοποίηση του κόστους αποτελεί μεγάλη ανησυχία για τη βελτίωση του ποσοστού υιοθέτησης της τεχνολογίας IoT στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας από τους τελικούς χρήστες. Η μείωση του κόστους των πλατφορμών IoT με την ανάπτυξη συσκευών ανίχνευσης χαμηλού κόστους, μηχανών ανάλυσης, εργαλείων δικτύωσης και οικονομικής αρχιτεκτονικής δικτύου. Μια άλλη δυνατότητα είναι μέσω της διερεύνησης καινοτόμου, οικονομικά αποδοτικού σχεδιασμού υλικού με μέγιστη αξιοπιστία. Η βελτιστοποίηση σχεδιασμού από την οπτική γωνία του υλικού, του ενσωματωμένου υλικού, του συστήματος δικτύωσης και των εφαρμογών μπορεί να βοηθήσει στη δραματική μείωση του κόστους ανάπτυξης και να προσελκύσει τους χρήστες για την τεχνολογία IoT[5].

Από την άλλη πλευρά, σε ένα σύστημα διαχείρισης πωλήσεων με δυνατότητα IoT, η αυτοκινητοβιομηχανία έχει τις ευκαιρίες να εκμεταλλευτεί περαιτέρω τη μεγάλη ροή δεδομένων IoT που έχει συλληφθεί μέσω της απόκτησης ενημερωμένων πληροφοριών πωλήσεων, της πρόβλεψης των απαιτήσεων των οχημάτων και των αντίστοιχων εξαρτημάτων τους. Η ειδοποίηση σε πραγματικό χρόνο μπορεί να προωθηθεί μέσω ενός μηχανισμού αναφοράς στους σχετικούς ενδιαφερόμενους και στην ανώτερη αρχή. Ως αποτέλεσμα, συμβάλλει στην αύξηση της ποιότητας και της απόδοσης παραγωγής, της ικανοποίησης των πελατών και της απόδοσης των πωλήσεων καθώς και στην ενημέρωση των ανώτερων αξιωματούχων με την παρούσα και τη μελλοντική επίγνωση της αγοράς αυτού του κλάδου[5].

### **3.8.6 Κυβερνο-ασφάλεια**

Η αγορά της αυτοκινητοβιομηχανίας είναι γεμάτη ανταγωνισμό μεταξύ των κατασκευαστών αυτοκινήτων, η επίτευξή της οποίας οδήγησε σταδιακά στην ευρύτερη ανάπτυξη του IoT για διάφορες εργασίες για την επιτάχυνση της παραγωγικής διαδικασίας. Ωστόσο, η διαρροή ευαίσθητων πληροφοριών όπως οι προβλέψεις ζήτησης, οι οικονομικές πληροφορίες και οι πληροφορίες πελατών και οι λεπτομέρειες παραγωγής έχουν μεγάλη πιθανότητα να συμβεί λόγω της μεγαλύτερης σύνδεσης μέσω IoT. Προκειμένου να παρακαμφθεί αυτό το ζήτημα, μία από τις πιο διαδεδομένες

ερευνητικές κατευθύνσεις είναι η αυτοκινητοβιομηχανία στον κυβερνοχώρο. Σε αυτή την περίπτωση, οι ερευνητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν πρόσβαση σε έλεγχο ταυτότητας δύο παραγόντων και βιομετρική ταυτότητα και ανίχνευση εισβολέων με εντοπισμό συντεταγμένων μέσω εκτεταμένης έρευνας. Επιπλέον, μπορούν να σκεφτούν το βιομηχανικό κυβερνοφυσικό σύστημα για την παροχή ασφάλειας δεδομένων στην αυτοκινητοβιομηχανία[83].

Από την άλλη πλευρά, οι αναλυτές και οι ερευνητές της αγοράς έχουν προβλέψει ότι οι συσκευές με δυνατότητα IoT θα φτάσουν περίπου τα 20 δισεκατομμύρια μέχρι το έτος 2023[4]. Δεδομένης της τεράστιας κλίμακας ανταλλαγής δεδομένων, η παροχή κατάλληλης ασφάλειας και ο έλεγχος του απορρήτου από επιθέσεις εισβολέων λαμβάνουν αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και τα διάφορα συστήματα επικοινωνίας οχημάτων. Η βιομετρική ταυτοποίηση με χρήση συστημάτων αναγνώρισης ίριδας μπορεί να γίνει επίκληση για να διασφαλιστεί η ασφάλεια και να σταματήσει η κατάχρηση του απορρήτου του χρήστη. Αυτή η τεχνολογία ενισχύει τις λειτουργίες της τεχνολογίας IoT και θα βοηθήσει στον εντοπισμό εγκληματιών στον κυβερνοχώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας[83].

### **3.8.7 Χρήση οργάνου ανίχνευσης σε αναμονή**

Τα υπάρχοντα έργα θεωρούσαν μόνο μια ενιαία συσκευή ανίχνευσης για τη συλλογή δεδομένων από ένα μόνο σημείο μέτρησης στο όχημα, όπως η ταχύτητα του κινητήρα, η ροή καυσίμου, η παρακολούθηση της πίεσης των ελαστικών κ.λπ.. Όταν αυτές οι συσκευές αποτυγχάνουν να λειτουργήσουν σωστά λόγω γήρανσης και άλλων παραγόντων, τότε λανθασμένα παρέχουν λανθασμένα δεδομένα παρακολούθησης και προκαλούν επίσης να τα ξεπεράσουν. Ωστόσο, σε αυτή την περίπτωση, η χρήση συσκευών ανίχνευσης αναμονής και ο αντίστοιχος συγχρονισμός τους μπορεί να παρακινήσει περαιτέρω εργασία στον τεχνικό τομέα της ακριβούς και αξιόπιστης επιτόπιας συλλογής δεδομένων. Μια τέτοια έρευνα μπορεί να εκμεταλλευτεί διάφορες επικοινωνίες οχημάτων για κοινή χρήση δεδομένων και διευκόλυνση πολλαπλών παρατηρήσεων[90].

### **3.8.8 Αξιόπιστη αξιολόγηση δεδομένων**

Κατά την κοινή χρήση δεδομένων, ορισμένοι εισβολείς μπορεί να προσπαθήσουν να καταστρέψουν ολόκληρο το σύστημα για παράνομους προσωπικούς σκοπούς παρέχοντας δυσλειτουργικά δεδομένα. Επομένως, ο έλεγχος δεδομένων είναι υποχρεωτικός για τη διατήρηση αξιόπιστων υπηρεσιών μέσω της εγγύησης αξιόπιστων και χρήσιμων δεδομένων. Μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο, π.χ., κρίσιμα δεδομένα που σχετίζονται με ατυχήματα, όπως ο χρόνος συμβάντος ατυχήματος σε πραγματικό χρόνο, η απόσταση του παρόχου πληροφοριών από το σημείο συμβάντος, η φήμη του παρόχου πληροφοριών κ.λπ.. Για το σκοπό αυτό, η ακρίβεια των δεδομένων, η αξιοπιστία και η αξιόπιστη αξιολόγηση δεδομένων εξακολουθούν να αφήνουν πολλές ερευνητικές προκλήσεις λόγω της προόδου στις υπερσύγχρονες κυβερνοεπιθέσεις στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Ωστόσο, για αξιόπιστα δεδομένα, ο ερευνητής μπορεί να ακολουθήσει την ερευνητική εργασία Trustworthy and Secured Data Collection[83].

### **3.8.9 Σύστημα παρακολούθησης στο εξωτερικό**

Το σύστημα παρακολούθησης χρησιμοποιείται για την επέκταση της αυτοκινητοβιομηχανίας σε όλο τον κόσμο και για τη διασφάλιση της σωστής εξυπηρέτησης των πελατών και αποτελείται από εφαρμογές που αφορούν την τοποθεσία παράδοσης του οχήματος σε πραγματικό χρόνο, τον εκτιμώμενο χρόνο για τον επιθυμητό προορισμό και τις λεπτομέρειες του οχήματος. Οι λεπτομέρειες του οχήματος, συμπεριλαμβανομένων του αριθμού παρτίδας, της ώρας και της ημερομηνίας παραγωγής, των λεπτομερειών ποιότητας και της ποσότητας, είναι από τα πιο σημαντικά πράγματα για την ενημέρωση των πελατών, καθώς οι χρήστες βοηθούν στην πρόβλεψη για διάφορες δραστηριότητες. Ως εκ τούτου, υπάρχει μια σχετική ερευνητική κατεύθυνση για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο στο εξωτερικό και την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο στη θάλασσα με χρήση προηγμένης τεχνολογίας με δυνατότητα IoT. Υποκινούμενη από την υπόσχεσή για βελτίωση της εφοδιαστικής αλυσίδας και παρακολούθησης[53], αυτή η τεχνολογία μπορεί να αναμένεται ότι θα βοηθήσει τους κατασκευαστές να παρακολουθούν την απόδοση του παρεχόμενου οχήματος καθώς και τα σχόλια των πελατών σχετικά με

αυτήν και τις υπηρεσίες συντήρησης.



## **Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα**

Συνοψίζοντας, οι παραπάνω αναφορές δείχνουν πώς ο ψηφιακός μετασχηματισμός θα αλλάξει γρήγορα το παγκόσμιο τοπίο της αυτοκινητοβιομηχανίας. Κατά συνέπεια, παρουσιάστηκαν τα μέτρα που λήφθηκαν για να ευνοηθεί η διαδικασία ψηφιοποίησης και, τελικά, η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών παραγωγής, πωλήσεων και συνδεσιμότητας με τον χρήστη/πελάτη. Ακόμα, ο ψηφιακός μετασχηματισμός κερδίζει δυναμική στην αυτοκινητοβιομηχανία και θα αλλάξει γρήγορα το παγκόσμιο τοπίο του κλάδου. Επιπλέον, προκαλεί μια σημαντική αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο οι κατασκευαστές αυτοκινήτων και οι πάροχοι υπηρεσιών παρέχουν αγαθά και υπηρεσίες στην αγορά, κάτι που ενισχύεται από την κυβερνητική νομοθεσία για περιβαλλοντικά θέματα και την υψηλή ζήτηση των καταναλωτών.

Όλες οι διαμορφώσεις για τους φορείς συνεπάγονται έναν συνδυασμό παραγόντων με υψηλές απαιτήσεις για βελτιωμένες ή νέες ψηφιακές υπηρεσίες, όλο και πιο ανταγωνιστικά, οικονομικά και αυτόνομα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και τη χρήση αποδοτικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Κατά συνέπεια, οι εταιρείες που πρωτοστατούν στην ανάπτυξη νέων υπηρεσιών και προϊόντων που σχετίζονται με τη διαδικασία ψηφιοποίησης θα έχουν σημαντικό πλεονέκτημα να ανταγωνιστούν στην αυτοκινητοβιομηχανία. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να επενδύσουν σε επαρκή μέτρα για την προσαρμογή στον ψηφιακό μετασχηματισμό και οι κατασκευαστές θα καταλήξουν να έχουν μεγαλύτερα κέρδη, παραγωγικότητα και ανταγωνιστικότητα.

Για καλύτερη προσαρμογή σε τέτοιες επιπτώσεις, τα αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι κατασκευαστές αυτοκινήτων πρέπει να πραγματοποιήσουν μια σημαντική επένδυση στον ψηφιακό μετασχηματισμό για να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην παγκόσμια αγορά, παρουσιάζοντας εκ νέου την αυτοκινητοβιομηχανία. Αυτή η επένδυση θα πρέπει να περιλαμβάνει κεφάλαια τόσο για έργα υποδομής όσο και για δραστηριότητες Έρευνας, Ανάπτυξης και Καινοτομίας. Τέλος, ο ψηφιακός μετασχηματισμός θα πρέπει να θεωρηθεί ως ένας ταχύτερος τρόπος για να ξεπεραστεί η σοβαρή οικονομική επιβράδυνση λόγω της υγειονομικής κρίσης από την πανδημία του COVID-19.

Ο απώτερος σκοπός της ανάπτυξης της τεχνολογίας IoT στον τομέα της

αυτοκινητοβιομηχανίας είναι η διαχείριση υψηλότερου επιπέδου άνεσης του οχήματος με τη χρήση σύγχρονων επικοινωνιών οχημάτων και η βελτίωση της ταξιδιωτικής εμπειρίας με ελάχιστες διακοπές ταξιδιού και απροσδόκητα περιστατικά μέσω έξυπνης ηλεκτρονικής επεξεργασίας. Η παρούσα εργασία παρείχε διεξοδικά μια ανασκόπηση σχετικά με τους σαφείς εξελισσόμενους ρόλους και τις εφαρμογές του IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία, τις συγκλίνουσες ποικίλες τεχνολογίες επικοινωνίας για την υποστήριξη της προβλεπόμενης μαζικής συνδεσιμότητας IoT καθώς και το προοδευτικό εννοιολογικό πλαίσιο σχεδιασμού εφαρμογών IoT στην αυτοκινητοβιομηχανία.

Με βάση αυτή την ανασκόπηση, έχουν εξεταστεί αναπτυξιακά ζητήματα μαζί με πιθανές λύσεις για μελλοντική έρευνα. Συμπεραίνουμε ότι, ως εξελισσόμενη τεχνολογία, το IoT με τις εγγενείς εξελιγμένες συσκευές του και την τεχνολογία επικοινωνίας έχει τεράστια περιθώρια επέκτασης των εφαρμογών του τόσο στα αυτοκίνητα οχήματα όσο και στις ευρύτερες βιομηχανικές διαδικασίες. Αυτή η τεχνολογία έχει οραματιστεί ότι θα διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην αύξηση της οικονομικής ανάπτυξης του τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Επομένως, ξεκάθαρα, η τεχνολογία IoT δεν παρέχει μόνο την απαραίτητη τεχνική βοήθεια, σχετικές ειδοποιήσεις, λειτουργίες ασφάλειας και ασφάλειας στους ενδιαφερόμενους, αλλά βοηθά επίσης στην ανάπτυξη της οικονομίας δημιουργώντας νέες επιχειρήσεις μέσω περιπτώσεων καινοτόμων χρήσεων. Ωστόσο, αυτό το δυναμικό μπορεί να παρεμποδιστεί από νέες ερευνητικές προκλήσεις στο παράδειγμα του IoT οχημάτων, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης του τεράστιου αριθμού εξελιγμένων συσκευών και του σχεδιασμού υψηλής απόδοσης τεχνολογίας επικοινωνίας. Η εναρμόνιση των μελλοντικών ερευνητικών προσπαθειών θα ήταν ένα βασικό βήμα προς τα εμπρός για την υλοποίηση των υποσχέσεων που έχει επιφέρει η τεχνολογία IoT.

## Βιβλιογραφία

- [1] Aazam, M., Zeadally, S., & Harras, K. A. (2018). Deploying fog computing in industrial internet of things and industry 4.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(10), 4674-4682.
- [2] ACEA. (2022). *Vehicles in use, Europe 2022*. Ανάκτηση από: <https://www.acea.auto/files/ACEA-report-vehicles-in-use-europe-2022.pdf>. [Πρόσβαση 11-09-2023].
- [3] Al-Ali, A. R., Aloul, F. A., Aji, N. R., Al-Zarouni, A. A., & Fakhro, N. H. (2008, April). Mobile RFID tracking system. In *2008 3rd international conference on information and communication technologies: from theory to applications* (pp. 1-4). IEEE.
- [4] Al-Turjman, F., & Malekloo, A. (2019). Smart parking in IoT-enabled cities: A survey. *Sustainable Cities and Society*, 49, 101608.
- [5] Asghari, P., Rahmani, A. M., & Javadi, H. H. S. (2018). Service composition approaches in IoT: A systematic review. *Journal of Network and Computer Applications*, 120, 61-77.
- [6] Bajracharya, R., Shrestha, R., Ali, R., Musaddiq, A., & Kim, S. W. (2018). LWA in 5G: State-of-the-art architecture, opportunities, and research challenges. *IEEE Communications Magazine*, 56(10), 134-141.
- [7] Bandyopadhyay, D., & Sen, J. (2011). Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless personal communications*, 58, 49-69.
- [8] Barni, A., Carpanzano, E., Landolfi, G., & Pedrazzoli, P. (2019). Urban Manufacturing of Sustainable Customer-Oriented Products. In *Proceedings of the 4th International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing: AMP 2019 4* (pp. 128-141). Springer International Publishing.
- [9] Bloomberg. (2017). *Pretty Soon Electric Cars Will Cost Less Than Gasoline*. Ανάκτηση από: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-05-26/electric-cars-seen-cheaper-than-gasoline-models-within-a-decade#xj4y7vzkg> [Πρόσβαση 11-09-2023].
- [10] Bragança, S., Costa, E., Castellucci, I., & Arezes, P. M. (2019). A brief overview of the use of collaborative robots in industry 4.0: Human role and safety. *Occupational and environmental safety and health*, 641-650.

- [11] Corbett, C., Schoch, E., Kargl, F., & Preussner, F. (2016). Automotive Ethernet: Security opportunity or challenge?. *Sicherheit 2016-Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit*.
- [12] Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on industrial informatics*, 10(4), 2233-2243.
- [13] Dang, L. M., Piran, M. J., Han, D., Min, K., & Moon, H. (2019). A survey on internet of things and cloud computing for healthcare. *Electronics*, 8(7), 768.
- [14] Destatis. (2022). *Demographic data*. Ανάκτηση από: [https://www.destatis.de/EN/Press/2022/12/PE22\\_511\\_124.html](https://www.destatis.de/EN/Press/2022/12/PE22_511_124.html). [Πρόσβαση 11-09-2023].
- [15] Dhanya, N. M., Kousalya, G., Balarksihnan, P., & Raj, P. (2018). Fuzzy-logic-based decision engine for offloading iot application using fog computing. In *Handbook of Research on Cloud and Fog Computing Infrastructures for Data Science* (pp. 175-194). IGI Global.
- [16] Ding, J., Li, T. R., & Chen, X. L. (2018, July). The application of Wifi technology in smart home. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1061, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
- [17] El-Rewini, Z., Sadatsharan, K., Selvaraj, D. F., Plathottam, S. J., & Ranganathan, P. (2020). Cybersecurity challenges in vehicular communications. *Vehicular Communications*, 23, 100214.
- [18] Euromonitor International. (2022a). *Market Size Forecast For Passenger Cars In Europe*. Ανάκτηση από: <https://www.euromonitor.com/search?term=Market+size+forecast+for+passenger+cars+in+Europe> [Πρόσβαση 01-09-2023].
- [19] Euromonitor International. (2022b). *Actual car sales*. Ανάκτηση από: <https://www.euromonitor.com/search?term=Actual+car+sales+2022> [Πρόσβαση 11-09-2023].
- [20] Farahani, P., Meier, C., & Wilke, J. (2017). Digital supply chain management agenda for the automotive supplier industry. *Shaping the digital enterprise: Trends and use cases in digital innovation and transformation*, 157-172.

- [21] Ferket, J. (2018, November). Asset performance management 4.0 internet of things IoT enabled condition monitoring, a story from a digital maintenance service provider. In *Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference* (p. D021S028R004). SPE.
- [22] Fichman, R. G., Dos Santos, B. L., & Zheng, Z. (2014). Digital innovation as a fundamental and powerful concept in the information systems curriculum. *MIS quarterly*, 38(2), 329-A15.
- [23] Gao, P., Kaas, H., Mohr, D., & Wee, D. (2016). *Automotive Revolution Perspective Towards 2030*, McKinsey Report. McKinsey and Company.
- [24] Georgakakis, E., Nikolidakis, S. A., Vergados, D. D., & Douligieris, C. (2011). An analysis of bluetooth, zigbee and bluetooth low energy and their use in wbans. In *Wireless Mobile Communication and Healthcare: Second International ICST Conference, MobiHealth 2010, Ayia Napa, Cyprus, October 18-20, 2010. Revised Selected Papers 1* (pp. 168-175). Springer Berlin Heidelberg.
- [25] GFK. (2022). *Automotive*. Ανάκτηση από: <https://www.gfk.com/industries/automotive> [Πρόσβαση 11-09-2023].
- [26] GFK. (2023a). *How to craft product development strategies that elevate consumer experiences*. Ανάκτηση από: <https://www.gfk.com/blog/consumer-techproduct-dev-convenience-simplification> [Πρόσβαση 11-09-2023].
- [27] GFK. (2023b). *Consumer Life*. Ανάκτηση από: <https://www.gfk.com/products/gfk-consumer-life> [Πρόσβαση 11-09-2023].
- [28] Gilchrist, A. (2017). *IoT security issues*. de Gruyter.
- [29] GMI. (2022). *Market size evolution for passenger cars in Europe*. Ανάκτηση από: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/ice-maker-market> [Πρόσβαση 11-09-2023].
- [30] Gotarne, N.(2023) *Global automotive trends to watch in 2023*, Available from: <https://www.gfk.com/blog/global-automotive-trends-to-watch-in-2023>[Accessed 11-4-2023]
- [31] Gröger, C. (2018). Building an Industry 4.0 analytics platform: practical challenges, approaches and future research directions. *Datenbank-Spektrum*, 18(1), 5-14.
- [32] Han-jiang, Z., & Fang, G. (2013, July). The study of a dual-channel automotive supply chain based on Internet of Things. In *2013 International*

*Conference on Management Science and Engineering 20th Annual Conference Proceedings* (pp. 650-658). IEEE.

- [33] Handte, M., Foell, S., Wagner, S., Kortuem, G., & Marrón, P. J. (2016). An internet-of-things enabled connected navigation system for urban bus riders. *IEEE internet of things journal*, 3(5), 735-744.
- [34] Hordri, N. F., Samar, A., Yuhaniz, S. S., & Shamsuddin, S. M. (2017). A systematic literature review on features of deep learning in big data analytics. *International Journal of Advances in Soft Computing & Its Applications*, 9(1).
- [35] Husain, I., Ozpineci, B., Islam, M. S., Gurpinar, E., Su, G. J., Yu, W., ... & Sahu, R. (2021). Electric drive technology trends, challenges, and opportunities for future electric vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 109(6), 1039-1059.
- [36] Ismail, M. H., Khater, M., & Zaki, M. (2017). Digital business transformation and strategy: What do we know so far. *Cambridge Service Alliance*, 10(1), 1-35.
- [37] Jain, S., & Garg, R. K. (2007). *Business competitiveness: strategies for automobile industry* (Doctoral dissertation, Indian Institute of Management Kozhikode).
- [38] Jamil, M. S., Jamil, M. A., Mazhar, A., Ikram, A., Ahmed, A., & Munawar, U. (2015). Smart environment monitoring system by employing wireless sensor networks on vehicles for pollution free smart cities. *Procedia Engineering*, 107, 480-484.
- [39] Jang, J. M., Seo, S. J., Lee, Y., & Kim, Y. S. (2019). A Study on improving the quality of clothing companies: focusing on Kutesmart using Quality 4.0 Matrix. *Journal of the Korean Society for Quality Management*, 47(1), 199-211.
- [40] Joshi, J. J., Kakade, P. N., Kale, S., & Bhalke, D. (2017). IOT BASED VEHICLE MONITORING SYSTEM. *Int. J. Adv. Technol. Eng. Sci.*, 5, 336-342.
- [41] Kaivonen, S., & Ngai, E. C. H. (2020). Real-time air pollution monitoring with sensors on city bus. *Digital Communications and Networks*, 6(1), 23-30.

- [42] Kanan, R., Elhassan, O., & Bensalem, R. (2018). An IoT-based autonomous system for workers' safety in construction sites with real-time alarming, monitoring, and positioning strategies. *Automation in Construction*, 88, 73-86.
- [43] Kayabay, K., Gökalp, M. O., Eren, P. E., & Koçyiğit, A. (2018, November). [WiP] A Workflow and Cloud Based Service-Oriented Architecture for Distributed Manufacturing in Industry 4.0 Context. In *2018 IEEE 11th Conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA)* (pp. 88-92). IEEE.
- [44] Kombate, D. (2016, December). The Internet of vehicles based on 5G communications. In *2016 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)* (pp. 445-448). IEEE.
- [45] Kotarba, M. (2018). Digital transformation of business models. *Foundations of management*, 10(1), 123-142.
- [46] Koziolk, H., Burger, A., Platenius-Mohr, M., Rückert, J., Mendoza, F., & Braun, R. (2020). Automated industrial IoT-device integration using the OpenPnP reference architecture. *Software: Practice and Experience*, 50(3), 246-274.
- [47] Krishnan, G. V., Rajkumar, M. V., & Umakirthika, D. (2017). Role of internet of things in smart passenger cars. *International Journal of Engineering And Computer Science (IJECS)*, 6(5), 21410-21417.
- [48] Lai, Y. L., Chou, Y. H., & Chang, L. C. (2018). An intelligent IoT emergency vehicle warning system using RFID and Wi-Fi technologies for emergency medical services. *Technology and health care*, 26(1), 43-55.
- [49] Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business horizons*, 58(4), 431-440.
- [50] Li, B., Fei, Z., & Zhang, Y. (2018). UAV communications for 5G and beyond: Recent advances and future trends. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(2), 2241-2263.
- [51] Liu, X., & Sun, Y. (2012). Information integration of CPFR in inbound logistics of automotive manufactures based on internet of things. *Journal of Computers*, 7(2), 349-355.

- [52] Lu, N., Cheng, N., Zhang, N., Shen, X., & Mark, J. W. (2014). Connected vehicles: Solutions and challenges. *IEEE internet of things journal*, 1(4), 289-299.
- [53] Lu, X., Liu, J., Qi, W., & Dai, Q. (2018). Multiple-target tracking based on compressed sensing in the Internet of Things. *Journal of Network and Computer Applications*, 122, 16-23.
- [54] Machorro-Cano, I., Alor-Hernández, G., Cruz-Ramos, N. A., Sánchez-Ramírez, C., & Segura-Ozuna, M. G. (2018). A brief review of IoT platforms and applications in industry. *New perspectives on applied industrial tools and techniques*, 293-324.
- [55] Maduskar, S., Gohil, M., & Mangrulkar, R. (2021). Recent Challenges in IoT. *Security Issues and Privacy Threats in Smart Ubiquitous Computing*, 65-82.
- [56] Marklines. (2022). Average price evolution for ICEs and EVs 2005 to 2035. Ανάκτηση από: [https://www.marklines.com/en/members/sign\\_up?fromlogin=true&unloginurl=%2Fen%2Freport\\_all%2Fstatistics\\_evsales\\_202307](https://www.marklines.com/en/members/sign_up?fromlogin=true&unloginurl=%2Fen%2Freport_all%2Fstatistics_evsales_202307) [Πρόσβαση 01-09-2023].
- [57] Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business & information systems engineering*, 57, 339-343.
- [58] Mukhopadhyay, D., Gupta, M., Attar, T., Chavan, P., & Patel, V. (2018, December). An attempt to develop an IOT based vehicle security system. In *2018 IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (iSES)(Formerly iNiS)* (pp. 195-198). IEEE.
- [59] Muratori, M., Alexander, M., Arent, D., Bazilian, M., Cazzola, P., Dede, E. M., ... & Ward, J. (2021). The rise of electric vehicles—2020 status and future expectations. *Progress in Energy*, 3(2), 022002.
- [60] Niaki, M. K., Torabi, S. A., & Nonino, F. (2019). Why manufacturers adopt additive manufacturing technologies: The role of sustainability. *Journal of cleaner production*, 222, 381-392.
- [61] Nicoletti, B., & Nicoletti, B. (2018). The future: procurement 4.0. *Agile Procurement: Volume II: Designing and Implementing a Digital Transformation*, 189-230.



- [62] Ninan, S., Gangula, B., von Alten, M., & Sniderman, B. (2015). Who owns the road? The IoT-connected car of today—and tomorrow. *Deloitte University Press*, August, 18, 2015.
- [63] OECD. (2022). *Prices and purchasing power parities (PPP)*. Ανάκτηση από: <https://www.oecd.org/sdd/prices-ppp/> [Πρόσβαση 01-09-2023].
- [64] Oesterling, C. (2005). *U.S. Patent Application No. 10/809,083*.
- [65] OICA. (2022). *Vehicles in operation 2022*. Ανάκτηση από: <https://www.oica.net/caam-brief-analysis-of-the-economic-operation-of-the-automobile-industry-in-july-2022/> [Πρόσβαση 01-09-2023].
- [66] Paluch, S., Antons, D., Brettel, M., Hopp, C., Salge, T. O., Piller, F., & Wentzel, D. (2020). Stage-gate and agile development in the digital age: Promises, perils, and boundary conditions. *Journal of Business Research*, 110, 495-501.
- [67] Pascual Espada, J., Yager, R. R., & Guo, B. (2014). Internet of things: Smart things network and communication. *Journal of Network and Computer Applications*.
- [68] Qiao, Y. Y., Li, A. W., Chang, Y. F., Jian, J., & Zhang, Y. (2010). A Infrastructure Management Information System with GIS and IOT [J]. *Geomatics World*, 5, 17-21.
- [69] Rahim, M. A., Rahman, M. A., Rahman, M. M., Asyhari, A. T., Bhuiyan, M. Z. A., & Ramasamy, D. (2021). Evolution of IoT-enabled connectivity and applications in automotive industry: A review. *Vehicular Communications*, 27, 100285.
- [70] Rahman, M. A., Ali, J., Kabir, M. N., & Azad, S. (2017). A performance investigation on IoT enabled intra-vehicular wireless sensor networks. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 14(1), 3970-3984.
- [71] Rahman, M. A., Mukta, M. Y., Yousuf, A., Asyhari, A. T., Bhuiyan, M. Z. A., & Yaakub, C. Y. (2019, August). IoT based hybrid green energy driven highway lighting system. In *2019 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/CBDCCom/CyberSciTech)* (pp. 587-594). IEEE.

- [72] Ray, P. P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 30(3), 291-319.
- [73] Schrempp, J., Marchionne, S., Schweitzer, L., & Nobuhiko Kawamoto, R.T.(2022)*Automotive industry*, Available from: [https://www.britannica.com/technology/automobile/History-of-the-automobile# ref 64377](https://www.britannica.com/technology/automobile/History-of-the-automobile#ref64377)[Accessed 11-9-2023]
- [74] Shah, S. H., & Yaqoob, I. (2016). A survey: Internet of Things (IOT) technologies, applications and challenges. *2016 IEEE Smart Energy Grid Engineering (SEGE)*, 381-385.
- [75] Sharma, S., & Kaushik, B. (2019). A survey on internet of vehicles: Applications, security issues & solutions. *Vehicular Communications*, 20, 100182.
- [76] Shrestha, R., Bajracharya, R., & Nam, S. Y. (2018). Challenges of future VANET and cloud-based approaches. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2018.
- [77] Singh, K., Thakur, S., & Singh, S. (2015). Comparison of 3G and LTE with other generation. *International Journal of Computer Applications*, 121(6).
- [78] Sinha, R. S., Wei, Y., & Hwang, S. H. (2017). A survey on LPWA technology: LoRa and NB-IoT. *Ict Express*, 3(1), 14-21.
- [79] Sittón-Candanedo, I., Alonso, R. S., Rodríguez-González, S., García Coria, J. A., & De La Prieta, F. (2020). Edge computing architectures in industry 4.0: A general survey and comparison. In *14th International Conference on Soft Computing Models in Industrial and Environmental Applications (SOCO 2019) Seville, Spain, May 13–15, 2019, Proceedings 14* (pp. 121-131). Springer International Publishing.
- [80] SPGLOBAL. (2022). *2022 Financial Performance*. Ανάκτηση από: <https://www.spglobal.com/en/annual-reports/2022/spgi-financials-2022.pdf> [Πρόσβαση 01-09-2023].
- [81] SPYNE.(2023) Driving Into the Future: Top Automotive Industry Trends in 2023, Available from: <https://www.spyne.ai/blogs/automotive-industry-trends>[Accessed 11-4-2023]
- [82] Stojmenovic, I., Wen, S., Huang, X., & Luan, H. (2016). An overview of fog computing and its security issues. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 28(10), 2991-3005.

- [83] Tao, H., Bhuiyan, M. Z. A., Rahman, M. A., Wang, T., Wu, J., Salih, S. Q., ... & Hayajneh, T. (2019). TrustData: Trustworthy and secured data collection for event detection in industrial cyber-physical system. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(5), 3311-3321.
- [84] The Business. (2023) Global automotive iot market share 2023. Ανάκτηση από: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/automotive-iot-global-market-report> [Πρόσβαση 10-12-2023].
- [85] Tzivian, L., Winkler, A., Dlugaj, M., Schikowski, T., Vossoughi, M., Fuks, K., ... & Hoffmann, B. (2015). Effect of long-term outdoor air pollution and noise on cognitive and psychological functions in adults. *International journal of hygiene and environmental health*, 218(1), 1-11.
- [86] Uddin, M. J., Ibrahimy, M. I., Reaz, M. B. I., & Nordin, A. N. (2009). Design and application of radio frequency identification systems. *European Journal of Scientific Research*, 33(3), 438-453.
- [87] Uddin, M. S., Ahmed, M. M., Alam, J. B., & Islam, M. (2017, September). Smart anti-theft vehicle tracking system for Bangladesh based on Internet of Things. In *2017 4th International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE)* (pp. 624-628). IEEE.
- [88] VANET, F. Study of Ad hoc Networks with Reference to MANET.
- [89] Vermesan, O., & Friess, P. (2014). *Internet of things applications-from research and innovation to market deployment* (p. 364). Taylor & Francis.
- [90] Wan, J., Zou, C., Zhou, K., Lu, R., & Li, D. (2014). IoT sensing framework with inter-cloud computing capability in vehicular networking. *Electronic Commerce Research*, 14, 389-416.
- [91] Wang, X., Ning, Z., Hu, X., Ngai, E. C. H., Wang, L., Hu, B., & Kwok, R. Y. (2018). A city-wide real-time traffic management system: Enabling crowdsensing in social Internet of vehicles. *IEEE Communications Magazine*, 56(9), 19-25.
- [92] Winkelhake, U. (2019). Challenges in the digital transformation of the automotive industry. *ATZ worldwide*, 121(7), 36-43.
- [93] Yan, B., & Huang, G. (2009, August). Supply chain information transmission based on RFID and internet of things. In *2009 ISECS International*

*colloquium on computing, communication, control, and management* (Vol. 4, pp. 166-169). IEEE.

- [94] Zamora, A., & Arrufi, J. (2017). Digital Economic Opportunity in Spain—How digitalization may boost the Spanish Economy. *Accenture Strategy*.
- [95] Zhang, S., Chen, J., Lyu, F., Cheng, N., Shi, W., & Shen, X. (2018). Vehicular communication networks in the automated driving era. *IEEE Communications Magazine*, 56(9), 26-32.
- [96] Zhu, X., Zhong, C., & Zhe, J. (2017). Lubricating oil conditioning sensors for online machine health monitoring—A review. *Tribology International*, 109, 473-484.