



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**Τίτλος**

**Προτεινόμενη Δομή Βάσης Δεδομένων για χρήση μοντέλων  
κυκλικής οικονομίας στην αυτοκινητοβιομηχανία**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

του

**Αϊβατζή Χρήστου**

**Επιβλέπων :** Δημήτριος Ασκούνης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2021





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

## Τίτλος

**Προτεινόμενη Δομή Βάσης Δεδομένων για χρήση μοντέλων  
κυκλικής οικονομίας στην αυτοκινητοβιομηχανία**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

**Αϊβατζή Χρήστου**

**Επιβλέπων :** όνομα καθηγητή  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 18<sup>η</sup> Μαρτίου 2021.

.....  
Δημήτριος Ασκούνης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Χρυσόστομος Δούκας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2021

*Αϊβατζής Χρήστος*

.....

**ΟΝΟΜΑ**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

© 2021 – All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Περίληψη

Οι ψηφιακές τεχνολογίες, όπως τα Big Data, το IoT και διάφορα άλλα, κατέχουν μια ιδιαίτερα σημαντική θέση στις μέρες μας, επηρεάζοντας μείζονες τομείς της καθημερινότητάς μας, διαμορφώνοντας συστήματα και υπηρεσίες με σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Είναι σημαντικό λοιπόν να γίνει αντιληπτή η σημασία τους σε καταστάσεις και θέματα, όπως η κυκλική οικονομία, και η κρισιμότητα να επιτευχθεί ένα βιώσιμο μοντέλο οικονομίας. Ένας ιδιαίτερα σημαντικός τομέας, που είναι στις πρώτες θέσεις παγκοσμίου πλούτου και θα ήταν ιδιαίτερα ωφέλιμη η εφαρμογή ενός βιώσιμου μοντέλου κυκλικής οικονομίας, είναι ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας. Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται η προσπάθεια να αναλυθεί η σημασία της συλλογής και της διαχείρισης των δεδομένων σε γενικό επίπεδο, αλλά και πιο συγκεκριμένα στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, με απώτερο σκοπό να καθιερωθεί ένα βιώσιμο μοντέλο κυκλικής οικονομίας. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω η εργασία χωρίζεται σε δύο θεματικές ενότητες. Η πρώτη θεματική ενότητα αφορά μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, με σκοπό να αντληθούν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την τωρινή κατάσταση των βιομηχανιών της αυτοκίνησης και το πώς αυτές συλλέγουν και διαχειρίζονται τα δεδομένα τους, με σκοπό την αποτελεσματικότερη εφαρμογή ενός βιώσιμου μοντέλου κυκλικής οικονομίας. Στην δεύτερη θεματική ενότητα γίνεται η προσπάθεια της δημιουργίας ενός προσχεδίου μιας βάσης δεδομένων, που θα απευθύνεται στις αυτοκινητοβιομηχανίες και θα έχει εύκολη και ελεύθερη πρόσβαση, όπως και τη δυνατότητα να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις του εκάστοτε χρήστη. Εν κατακλείδι, πρόκειται για μία εργασία που συνδυάζει το θεωρητικό κομμάτι της βιβλιογραφικής ανασκόπησης με το πιο πρακτικό της δημιουργίας ενός προσχεδίου της βάσης δεδομένων.

### Λέξεις Κλειδιά:

κυκλική οικονομία, αυτοκινητοβιομηχανία, δεδομένα, διαχείριση δεδομένων, βιώσιμο μοντέλο οικονομίας, βιομηχανία 4.0, αυτοκίνητο



## **Abstract**

Digital technologies, such as Big Data, IoT and various others, occupy a very important place nowadays, influencing major areas of our daily lives, shaping systems and services with significant economic and environmental benefits. It is therefore crucial to understand their importance in situations and issues, such as the circular economy, and the criticality of achieving a sustainable economic model. A particularly important sector, which is in the first places of world wealth and it would be particularly beneficial to implement a sustainable model of a circular economy, is the automotive sector. In this dissertation we try to analyze the importance of data collection and management in general, but also more specifically in the automotive sector, with the ultimate goal of establishing a sustainable model of circular economy. To achieve the above, the thesis is divided into two thematic sections. The first topic is a literature review, in order to obtain as much information as possible about the current state of the automotive industry and how they collect and manage their data, in order to more effectively implement a sustainable circular economy model. In the second thematic section, the effort is made to create a preliminary design of a database, which will be addressed to the automotive industries and will have easy and free access, as well as the ability to adapt to the requirements of each user. In conclusion, this is a work that combines the theoretical part of the literature review with the most practical of creating a draft database.

### **Keywords:**

circular economy, automotive industry, data, data management, sustainable economy model, industry 4.0, auto

## *Ευχαριστίες*

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κ. Δημήτριο Ασκούνη, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως για την δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ και να μελετήσω ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα και να διευρύνω τις γνώσεις μου γύρω από αυτό.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους διδακτορικούς ερευνητές κ. Ελένη Κανέλλου και κ. Κωνσταντίνο Αλεξάκη, για τις πολύτιμες συμβουλές και την απλόχερη βοήθεια που μου παρείχαν σε όλη την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου , η οποία με έχει στηρίξει σε όλα τα βήματα που έχω επιλέξει να ακολουθήσω στην ζωή μου , κάτι για το οποίο είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων, την σύντροφό μου Χριστίνα, που με στηρίζει σε όλες τις δύσκολες στιγμές μου , τον καλό μου φίλο Σωκράτη που με βοήθησε κατά την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας και όλους τους φίλους και συμφοιτητές μου που μοιραστήκαμε γνώσεις, ανησυχίες και όμορφες στιγμές κατά την διάρκεια των φοιτητικών μας χρόνων.



## Πίνακας περιεχομένων

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>12</b>
1.1	Θεωρητική Ανάλυση Θέματος .....	12
1.2	Αντικείμενο διπλωματικής .....	13
1.3	Οργάνωση κειμένου .....	14
<b>2</b>	<b>Θεωρητικό Υπόβαθρο .....</b>	<b>15</b>
2.1	Βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας.....	15
2.1.1	Μετάβαση στο μοντέλο της Κυκλικής Οικονομίας.....	17
2.1.2	Πλεονεκτήματα της Κυκλικής Οικονομίας.....	20
2.1.3	Δυσκολίες και Φραγμοί στην χρήση της Κυκλικής Οικονομίας.....	21
2.1.4	Κυκλική Οικονομία και Επιχειρηματικότητα.....	22
2.2	Αυτοκινητοβιομηχανία.....	24
2.2.1	Η αυτοκινητοβιομηχανία στην Ευρώπη.....	24
2.2.2	Παραγωγή και Κατανάλωση στην αυτοκινητοβιομηχανία.....	26
2.2.3	Οχήματα στο τέλος της ζωής τους.....	29
2.3	Τι είναι η διαχείριση δεδομένων (Data Management) και γιατί είναι σημαντική;.....	31
2.3.1	Η σημαντικότητα της διαχείρισης δεδομένων.....	32
2.3.2	Τύποι λειτουργιών διαχείρισης δεδομένων.....	32
2.3.3	Εργαλεία και τεχνικές διαχείρισης δεδομένων.....	34
2.3.4	Κίνδυνοι και προκλήσεις στη διαχείριση δεδομένων.....	38
2.3.5	Οφέλη της σωστής διαχείρισης δεδομένων.....	39
<b>3</b>	<b>Μεθοδολογία αναζήτησης της διαχείρισης δεδομένων (Data Management) στην αυτοκινητοβιομηχανία, στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας σήμερα.....</b>	<b>40</b>
3.1	Ψηφιοποίηση και Data Management για μια βιώσιμη Κυκλική Οικονομία.....	41
3.2	Μεθοδολογία βιβλιογραφικής ανασκόπησης.....	43
3.2.1	Συλλογή Δεδομένων.....	43
3.2.2	Ανάλυση Δεδομένων.....	44
3.3	Επιβεβαίωση Αποτελεσμάτων Αναζήτησης.....	46
<b>4</b>	<b>Προτεινόμενη βάση δεδομένων για την συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων για τις αυτοκινητοβιομηχανίες.....</b>	<b>48</b>
4.1	Ανάλυση προτεινόμενης βάσης δεδομένων.....	48

4.2	Test cases της προτεινόμενης βάσης δεδομένων.....	51
4.2.1	Test case 1: Αντικατάσταση και επαναχρησιμοποίηση μπαταρίας μεγάλου οχήματος.....	51
4.2.2	Test case 2: Αντικατάσταση και επαναχρησιμοποίηση υφάσματος καθισμάτων σπορ αυτοκινήτου.....	53
<b>5</b>	<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>55</b>
5.1	Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη.....	56
<b>6</b>	<b>Παράρτημα.....</b>	<b>57</b>
6.1	Words Map.....	57
6.2	Συνέντευξη με practitioner.....	58
6.3	Online εργαλείο για την κατασκευή του προσχεδίου.....	59
<b>7</b>	<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>60</b>

## Κατάλογος Εικόνων

EIKONA 1:	Ο κύκλος ζωής των προϊόντων στη θεωρία της κυκλικής οικονομίας.....	16
EIKONA 2:	Σχηματική αναπαράσταση του γραμμικού και του κυκλικού μοντέλου οικονομίας.....	18
EIKONA 3:	Σύγκριση μοντέλου Γραμμικής και Κυκλικής Οικονομίας.....	20
EIKONA 4:	Πλαίσιο επιχειρηματικών δράσεων προς μια κυκλική οικονομία.....	23
EIKONA 5:	Οι θέσεις εργασίας στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας στην ΕΕ την χρονική περίοδο 2014-2018.....	25
EIKONA 6:	Επεξεργασία των οχημάτων στο τέλος της ζωής τους.....	29
EIKONA 7:	Περιγραφή των σημαντικότερων επιπέδων της διαδικασίας του Data Management.....	33
EIKONA 8:	Η πυραμίδα διαχείρισης δεδομένων.....	42
EIKONA 9:	Συσχετισμός δεδομένων αναζήτησης.....	44
EIKONA 10:	Προσχέδιο βάσης δεδομένων.....	49
EIKONA 11:	Αναπαράσταση του test case 1.....	52
EIKONA 12:	Αναπαράσταση του test case 2.....	54
EIKONA 13:	Word Map των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων λέξεων στην εργασία.....	57

## Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1:	Παράγοντες αναζήτησης μεθοδολογίας.....	45
------------	---	----

# 1

## *Εισαγωγή*

### *1.1 Θεωρητική Ανάλυση Θέματος*

Η Κυκλική Οικονομία αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο πρότυπο παραγωγής και κατανάλωσης, το οποίο θα φέρει πολλές αλλαγές στο υπάρχον γραμμικό μοντέλο παραγωγής που εφαρμόζεται στην οικονομία και φιλοδοξεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση πολλών καίριων προβλημάτων που ταλανίζουν τον πλανήτη. Τα σημαντικότερα από αυτά, αφορούν την κλιματική κρίση καθώς και την αλόγιστη χρήση των πρώτων υλών και πλουτοπαραγωγικών πηγών. Τα παραπάνω, έχουν σαν αποτέλεσμα την καταστροφή του οικοσυστήματος, κάτι που με την σειρά του φέρει ακόμη πιο σοβαρές επιπτώσεις, τόσο για εμάς τους ίδιους ως ανθρώπινο είδος, όσο και για την εξέλιξη της παγκόσμιας οικονομίας. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή του κυκλικού αυτού μοντέλου παραγωγής-κατανάλωσης, μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στην τήρηση της συμφωνίας του Παρισιού, ώστε να επιτευχθεί μείωση τουλάχιστον 1.5 βαθμού σε σχέση με τις προ βιομηχανικές εποχές, να βοηθήσει στην εξοικονόμηση του ορυκτού πλούτου και γενικότερα στην προστασία και φροντίδα των οικοσυστημάτων του πλανήτη μας. Για να εφαρμοστεί αυτό θα πρέπει να βασιστούμε σε κάποιες αρχές της κυκλικής οικονομίας, όπως την σχεδίαση και παραγωγή οικολογικών προϊόντων, την αύξηση του χρόνου ζωής αυτών εντός της παραγωγικής διαδικασίας, την ορθή ανακύκλωσή τους, καθώς και την επαναχρησιμοποίηση των πρώτων υλών που ανακτώνται για τη δημιουργία νέων προϊόντων και υπηρεσιών. Την μερίδα του λέοντος σε αυτή την κατάσταση κατέχει μια από τις κυριότερες βιομηχανίες παγκοσμίως, αλλά και στην Ευρώπη, αυτή της αυτοκίνησης. Η αυτοκινητοβιομηχανία, αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους βιομηχανικούς κλάδους στην Ευρώπη, καθώς συμβάλλει στην οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική ευημερία και ανάπτυξη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση

συγκαταλέγεται μεταξύ των μεγαλύτερων παραγωγών μηχανοκίνητων οχημάτων παγκοσμίως και ο συγκεκριμένος τομέας αντιπροσωπεύει τον μεγαλύτερο ιδιωτικό επενδυτή σε έρευνα και ανάπτυξη. Ο συγκεκριμένος κλάδος της Ευρωπαϊκής αυτοκινητοβιομηχανίας έχει δεσμευτεί να εφαρμόσει μια πιο κυκλική προσέγγιση στην οικονομική της συμπεριφορά, με στόχο να μειωθεί το αρνητικό αντίκτυπο που έχει στο περιβάλλον, να επιτευχθεί μια αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων και σαν απότοκο όλων αυτών, να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας στον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην Ευρωπαϊκή οικονομία [1]. Επιπροσθέτως, με την κατάλληλη οργάνωση και καθοδήγηση, τόσο στον τομέα της συλλογής και οργάνωσης δεδομένων, όσο και στην αναδιάρθρωση του βιομηχανικού μοντέλου των επιχειρήσεων, μπορεί να επιτευχθεί εύκολα και αποτελεσματικά κάποιο μοντέλο κυκλικής οικονομίας. Όπως μπορούμε να καταλάβουμε από τα παραπάνω, η δομημένη και αναλυτική συλλογή των δεδομένων για την κατάσταση και την διακίνηση των προϊόντων μιας επιχείρησης, κατά την διάρκεια ζωής αυτών ή και μετά το πέρας της, αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για την αποτελεσματική εφαρμογή ενός μοντέλου κυκλικής οικονομίας. Γίνεται αντιληπτό, ότι το στάδιο εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας είναι ακόμη πρώιμο, πόσο μάλλον το σύστημα συλλογής δεδομένων της κατάστασης των προϊόντων, με βάση το οποίο θα εφαρμόζεται το μοντέλο κυκλικής οικονομίας, κάτι που το καθιστά ένα ιδιαίτερα ελπιδοφόρο και επίκαιρο πεδίο αναλυτικής έρευνας και μελλοντικής μελέτης. Σύμφωνα με τα παραπάνω και δεδομένου ότι το 60% των παγκόσμιων πόρων χρησιμοποιούνται από τον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας και ότι σύμφωνα με έρευνες, οι απαιτούμενοι πόροι θα εξαντληθούν μέχρι το 2030 [8], το μοντέλο της Κυκλικής Οικονομίας αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη ευκαιρία που αξίζει να δοθεί.

## ***1.2 Αντικείμενο διπλωματικής***

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι σε πρώτο στάδιο η μελέτη της συλλογής, διαχείρισης και επεξεργασίας των δεδομένων στον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας στις μέρες μας και πώς μπορούν οι παραπάνω ενέργειες να συμβάλλουν στην καθιέρωση ενός βιώσιμου μοντέλου κυκλικής οικονομίας στον τομέα της αυτοκίνησης. Σε δεύτερο στάδιο, ύστερα από την συνέντευξη με κάποιον practitioner του κλάδου, γίνεται η απόπειρα να κατασκευαστεί ένα ψηφιακό μοντέλο-“εργαλείο” για την συλλογή και την διαχείριση των δεδομένων σε μια αυτοκινητοβιομηχανία, με απώτερο σκοπό να είναι εύκολα προσαρμόσιμο σε κάθε περίπτωση και να διατίθεται με ελεύθερη πρόσβαση, μελλοντικά, σε όποια αυτοκινητοβιομηχανία το χρειαστεί.

### ***1.3 Οργάνωση κειμένου***

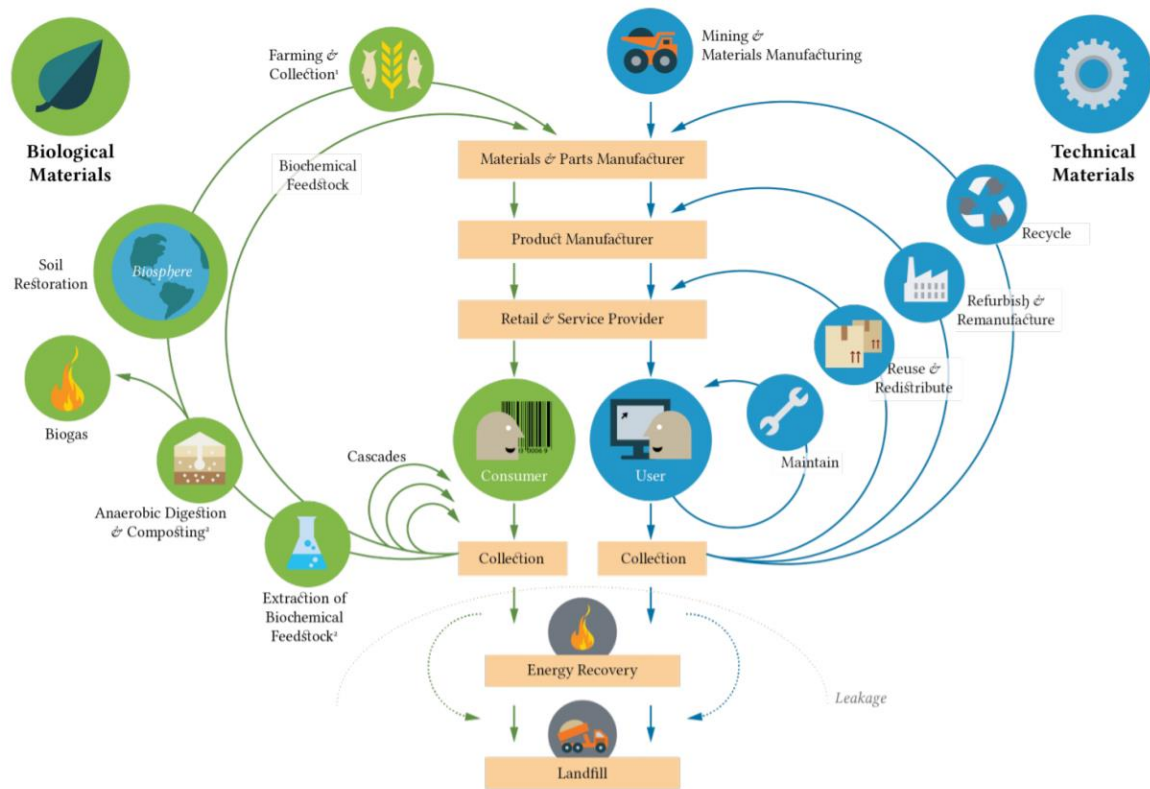
Η διπλωματική εργασία χωρίζεται σε 7 κεφάλαια. Στο κεφάλαιο 1, γίνεται μια θεωρητική ανάλυση του θέματος, δίνοντας στατιστικές λεπτομέρειες και αναλύοντας την τωρινή οικονομική κατάσταση που επικρατεί παγκοσμίως. Επίσης, αναλύεται το αντικείμενο της εργασίας, με βάση το οποίο αυτή οργανώθηκε και τέλος η οργάνωση του κειμένου που ακολουθήθηκε σε όλη την έκτασή της. Στο κεφάλαιο 2, πραγματοποιείται μια διεξοδική θεωρητική ανάλυση, γύρω από το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, αναλύοντας τις βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας, την μετάβαση στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, εγκαταλείποντας αυτό της γραμμικής, καθώς επίσης αναλύονται και άλλοι τομείς που θα επηρεαστούν από την μετάβαση αυτή. Επιπροσθέτως, γίνεται και μια θεωρητική προσέγγιση στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας και το πώς θα μπορέσει να επιτευχθεί η μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο κυκλικό μοντέλο σε αυτόν τον τομέα. Θεωρητικά αναλύεται και η σημασία των δεδομένων και το πόσο σημαντική είναι η σωστή συλλογή και διαχείριση αυτών στην παραπάνω μετάβαση που αναφέρθηκε. Στο κεφάλαιο 3, πραγματοποιείται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση με στόχο να αναλυθούν σε βάθος τα επιστημονικά άρθρα που αναφέρονται στην διαχείριση των δεδομένων στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας και το πώς αυτά συμβάλλουν στην επίτευξη του κυκλικού μοντέλου οικονομίας. Για να επιβεβαιωθούν τα ευρήματα της αναζήτησης, καταφέραμε να έρθουμε σε επαφή με κάποιον practitioner που εργάζεται στον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας και το απότοκο της συγκεκριμένης συνέντευξης περιγράφεται στο τέλος του κεφαλαίου 3. Στο κεφάλαιο 4, αναλύεται ο σχεδιασμός του ψηφιακού μοντέλου που κατασκευάστηκε και γίνονται δυο test cases, ώστε να ελεγχθεί η λειτουργία του και η αποτελεσματικότητά του. Στο κεφάλαιο 5, αναφέρονται στα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από την παρούσα μελέτη, καθώς επίσης προτείνονται και πεδία για περαιτέρω μελέτη. Τα κεφάλαια 6 και 7 αφορούν το παράρτημα και την βιβλιογραφία αντίστοιχα.

# 2

## *Θεωρητικό Υπόβαθρο*

### *2.1 Οι βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας*

Η θεμελίωση του εναλλακτικού μοντέλου κυκλικής οικονομίας στις εταιρείες και τις επιχειρήσεις ανά τον κόσμο, εκτιμάται να αναδιαμορφώσει το οικονομικό σχέδιο των επιχειρήσεων και να επιφέρει αλλαγές στην συνολική υγεία του συστήματος. Η μετάβαση προς μια κυκλική οικονομία επηρεάζει διάφορους τομείς πολιτικής, από την κινητικότητα, τη γεωργία, τη χρήση γης και τη διαχείριση των αποβλήτων, έως την ανάπτυξη των επιχειρήσεων και την εκπαίδευση των καταναλωτών, όσον αφορά τους φορείς όλων των τομέων και τα επίπεδα διακυβέρνησης.



Εικόνα 1: Ο κύκλος ζωής των προϊόντων στη θεωρία της κυκλικής οικονομίας [12].

Για να επιτευχθεί η μετάβαση στην κυκλική οικονομία χρειάζεται να εφαρμοστούν οι παρακάτω τέσσερις βασικές αρχές [9].

**Πρώτη** από αυτές, ο **σχεδιασμός της οικονομίας με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση** (Design out waste), έχει ως βασικό στόχο την απλοποίηση της διαδικασίας αποσυναρμολόγησης και ανακατασκευής των προϊόντων μετά το πέρας του χρόνου ζωής τους, με την πραγματοποίηση τροποποιήσεων στον σχεδιασμό και την κατασκευή των τεχνικών και των βιολογικών εξαρτημάτων ή συστατικών κάθε προϊόντος. Τα βιολογικά συστατικά δεν αποτελούν κίνδυνο τοξικότητας για το περιβάλλον. Μπορούν, μέσω διεργασιών (π.χ. αναερόβια πέψη), να αναδημιουργήσουν συστήματα διαβίωσης όπως το έδαφος, που παρέχουν ανανεώσιμους πόρους για την οικονομία. Τα τεχνικά συστατικά από την άλλη (μέταλλα, πολυμερή κ.α.), χρειάζονται νέο τρόπο σχεδιασμού με τελικό στόχο τη επαναχρησιμοποίησή τους, διατηρώντας φυσικά την υψηλή τους ποιότητα, αλλά καταναλώνοντας τη λιγότερη δυνατή ενέργεια.

**Δεύτερη**, η **ενίσχυση της ανθεκτικότητας μέσω της ποικιλομορφίας** (Build resilience through diversity), απαιτεί έναν νέο, πιο ευέλικτο σχεδιασμό της οικονομίας, ικανό να αντέχει τους εξωτερικούς κραδασμούς και να προσαρμόζεται στις συνεχώς μεταβαλλόμενες ανάγκες της κοινωνίας. Το νέο οικονομικό σχέδιο θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από



πολλαπλές συνδέσεις και κλίμακες που θα ενισχύουν την ανθεκτικότητά του και θα εξασφαλίζουν τη αποτελεσματικότητά του.

**Τρίτη αρχή, η αξιοποίηση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές** (Rely on energy from renewable sources), αποτελεί σημαντικό πυλώνα της κυκλικής οικονομίας. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, των οποίων η εκμετάλλευση δεν απαιτεί ενεργητικές παρεμβάσεις και οι οποίες αποτελούν τις πιο ‘καθαρές’ μορφές ενέργειας, συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος, αφού δεν αποδεσμεύουν τοξικότητα (υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα, ραδιενεργά απόβλητα). Τόσο στον βιομηχανικό, όσο και στον αγροτικό τομέα, προωθείται η εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας (ηλιακή, αιολική κ.α.), ώστε να ελαχιστοποιηθεί η χρήση ορυκτών καυσίμων και να προωθηθεί η παραγωγή ενέργειας από παραπροϊόντα (π.χ. στον αγροτικό τομέα, η χρήση κοπριάς).

**Τέταρτη και τελευταία αρχή, η υιοθέτηση συστημικής προσέγγισης** (Think in systems). Η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για την λειτουργία ενός συστήματος είναι περίπλοκη και μπορεί να αποβεί σε ανακριβή αποτελέσματα. Είναι λοιπόν σημαντικό, κανείς να λαμβάνει υπόψιν ότι θα πρέπει να ελέγχονται οι υποδομές, το περιβάλλον και η κοινωνία που δημιουργούν τα στοιχεία και παράλληλα να αναγνωρίζει το γεγονός, ότι τα επιμέρους κομμάτια ενός συνόλου επηρεάζουν το ένα το άλλο, άρα το ίδιο το σύνολο. Η υιοθέτηση αυτής της αρχής, έχει ως στόχο την σύνδεση των μερών ενός συστήματος, έτσι ώστε να υπάρχει αρμονική ροή που θα οδηγήσει στη δημιουργία συνθηκών αναγέννησης.

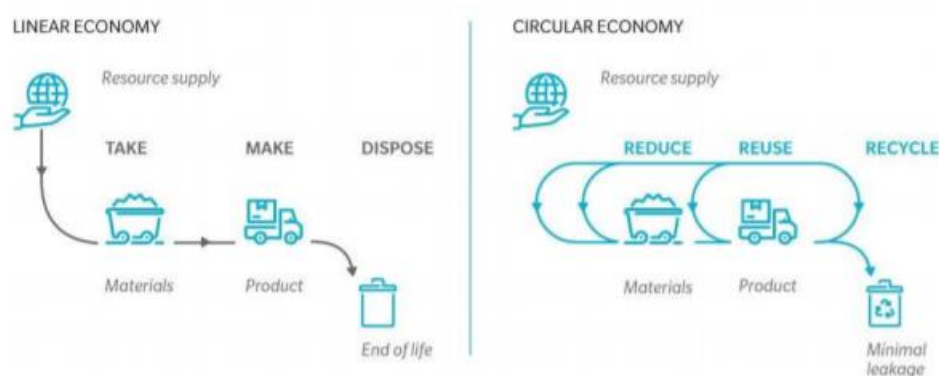
Οι παραπάνω αρχές της κυκλικής οικονομίας μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορες κλίμακες. Ο εκ νέου σχεδιασμός των προϊόντων με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, θα συμβάλλει μακροπρόθεσμα στην βελτιστοποίηση του περιβαλλοντικού προβλήματος και της παγκόσμιας οικονομίας. Για να γίνει αυτό είναι απαραίτητη μια συστηματική προσέγγιση που θα περιγράψει και θα αναλύσει την τρέχουσα κατάσταση και μετέπειτα θα μοντελοποιήσει και θα εφαρμόσει τους απαιτούμενους μετασχηματισμούς.

### **2.1.1 Μετάβαση στο μοντέλο της Κυκλικής Οικονομίας**

Το οικονομικό μοντέλο που κυριαρχεί στις μέρες μας είναι αυτό της Γραμμικής Οικονομίας. Η γραμμική οικονομία, αποτελεί ένα μοντέλο που βασίζεται στην φιλοσοφία του Παράγουμε-Καταναλώνουμε-Πετάμε (Take-Make-Dispose) [2],[3]. Αυτή η τακτική, σύμφωνα με έρευνες, έχει σαν αποτέλεσμα την κατανάλωση πόρων που αντιστοιχεί σε 1,6 φορές τον πλανήτη μας, και αν συνεχίσει να κυριαρχεί με αυτούς τους ρυθμούς, μέχρι το 2030 θα χρειάζονται πόροι που αντιστοιχούν σε 2 φορές τον πλανήτη μας. Όπως γίνεται εύκολα

αντιληπτό, το υπάρχον μοντέλο της γραμμικής οικονομίας δεν είναι βιώσιμο καθώς οδηγεί στην εξάντληση των φυσικών πόρων με την ανεξέλεγκτη χρήση τους. Παράλληλα η βιομηχανία και οι κυβερνήσεις αναγνωρίζουν ότι η συνεχόμενη αύξηση της παραγωγής απαιτεί ένα νέο βιομηχανικό μοντέλο λιγότερο εξαρτημένο από την εισροή πρωτογενούς ενέργειας και πρώτων υλών [9],[10].

Η κυκλική οικονομία προσφέρει ένα εναλλακτικό μοντέλο όπου η αξία των προϊόντων, των υλικών και των πόρων διατηρείται για όσο το δυνατόν περισσότερο και τα απόβλητα μειώνονται σημαντικά ή και εξαλείφονται. Η μετάβαση στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας προϋποθέτει απαραίτητως και τη δημιουργία των υποδομών για επαναχρησιμοποίηση, επισκευή και ανακύκλωση των υλικών. Αυτό που στη γραμμική οικονομία θεωρείται απόβλητο στην κυκλική οικονομία μπορεί να μετατραπεί σε πόρο, δηλαδή πρώτη ύλη για την παραγωγή κάτι καινούργιου [2],[3].



**Εικόνα 2: Σχηματική αναπαράσταση του γραμμικού και του κυκλικού μοντέλου οικονομίας [16].**

Αυτό που συχνά αμελείται, είναι ότι για να επιτευχθεί αυτή η μετάβαση, προς μια κυκλική οικονομία, απαιτείται ως ένα μεγάλο βαθμό, η τεχνολογική καινοτομία, καθώς και τα μέσα και η διάθεση από το μέρος των βιομηχανιών και της ίδιας της κοινωνίας. Πιο συγκεκριμένα ένας σημαντικός παράγοντας που αφορά την τεχνολογική καινοτομία, είναι η σωστή και αποτελεσματική χρήση της πληροφορίας και των δεδομένων των προϊόντων, όπου αυτό θα επιτευχθεί με την χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων και τεχνολογιών, όπως βάσεις δεδομένων και Big Data. Η έκθεση «Κοινωνική Καινοτομία στις Πόλεις» του URBACT ορίζει την κοινωνική καινοτομία ως «καινοτόμες λύσεις, νέες μορφές οργάνωσης και νέες αλληλεπιδράσεις για την αντιμετώπιση κοινωνικών θεμάτων», με επίκεντρο τις «καινοτόμες

λύσεις όσον αφορά τη διακυβέρνηση των πόλεων, με νέες μορφές συνεργασίας στην τοπική διοίκηση, στους πολίτες και στους τοπικούς φορείς, οι οποίοι μπορούν να δημιουργήσουν πιο βιώσιμα, ανθεκτικά και ανοικτά συστήματα σε επίπεδο πόλεων» [13].

Εάν εφαρμοστεί με συνεκτικό τρόπο, η κυκλική οικονομία μπορεί να ενισχύσει την κοινωνική συνοχή και να προωθήσει ισχυρές τοπικές και περιφερειακές οικονομίες με ισχυρή αλληλεγγύη. Η κυκλική οικονομία αποτελεί επίσης θέμα μιας από τις εταιρικές σχέσεις της Ε.Ε. για την αστική ατζέντα. Πρόκειται για μία από τις τέσσερις νέες εταιρικές σχέσεις που εγκρίθηκαν τον Οκτώβριο του 2016 από τους Γενικούς Διευθυντές που είναι αρμόδιοι για τα αστικά θέματα. Η εταιρική σχέση ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2017 με συντονιστή τον Δήμο του Όσλο (Νορβηγία) και τα κράτη μέλη, πόλεις, Μ.Κ.Ο. και άλλους βασικούς ενδιαφερόμενους. Ένα από τα δώδεκα θέματα που περιλαμβάνονται στο σύμφωνο του Άμστερνταμ είναι η κυκλική οικονομία που συνδέεται με τη διαχείριση των αποβλήτων, την κατανομή της οικονομίας και την αποδοτικότητα των πόρων. Η εταιρική σχέση θα καταβάλει προσπάθειες για την ανάπτυξη ενός σχεδίου δράσης για την επίτευξη καλύτερης ρύθμισης, καλύτερης χρηματοδότησης και καλύτερης γνώσης, με στόχο την αύξηση της επαναχρησιμοποίησης, επισκευής, ανακαίνισης και ανακύκλωσης των υπαρχόντων υλικών και προϊόντων για την προώθηση νέων ευκαιριών ανάπτυξης και απασχόλησης [13].



**Εικόνα 3: Σύγκριση μοντέλου Γραμμικής και Κυκλικής Οικονομίας [14].**

Αν και η μετάβαση υποστηρίζεται από ένα μεγάλο αριθμό πολιτών, ωστόσο η κυκλική οικονομία δεν έχει καθιερωθεί, καθώς υφίστανται συγκεκριμένα πολιτικά, κοινωνικά, οικονομικά και τεχνολογικά εμπόδια στην ευρύτερη υλοποίηση και ανάληψή της. Για παράδειγμα οι εφοδιαστικές αλυσίδες που στηρίζεται έχουν στόχο την κατανάλωση, στερούνται ευαισθητοποίησης και γνώσης. Τα επιχειρηματικά μοντέλα και η τεχνολογία εστιάζουν σε ένα γραμμικό μοντέλο. Οι επενδύσεις στην καινοτομία παραμένουν ανεπαρκείς καθώς θεωρούνται επισφαλείς και πολύπλοκες. Η ζήτηση για αειφόρα προϊόντα παραμένει χαμηλή, οι τιμές δεν αντανακλούν το πραγματικό κόστος και η πολιτική για τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία δεν είναι αρκετά ισχυρή και συνεπής [5].

### **2.1.2 Πλεονεκτήματα της Κυκλικής Οικονομίας**

Οι αλλαγές που επέρχονται από την μετάβαση στην κυκλική οικονομία, φέρνουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε πολλούς τομείς. Με την εφαρμογή του εναλλακτικού μοντέλου επιδιώκεται η διαχείριση και διαφύλαξη πολύτιμων πόρων, η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, η απόδοση αξίας στα απόβλητα με τη νέα χρήση, ο καθορισμός επιμέρους μέτρων και προτύπων ποιότητας για τις δευτερογενείς πρώτες ύλες.

Αναλυτικότερα, τα **πλεονεκτήματα** που αναμένεται να παρουσιαστούν σε βάθος χρόνου αφορούν [9],[15].

- Την **δημιουργία νέων θέσεων εργασίας**. Για να εφαρμοστεί το κυκλικό μοντέλο στους τομείς του σχεδιασμού, της παραγωγής και της επεξεργασίας, είναι απαραίτητος ο ανασχηματισμός παλαιών τμημάτων και η επάνδρωση νέων θέσεων εργασίας.
- Την προώθηση της **καινοτομίας**. Το μοντέλο κυκλικής οικονομίας αποτελεί από μόνο του μια εναλλακτική, καινοτόμο ιδέα. Οι ανάγκες για επαναπροσδιορισμό ορισμένων ‘κανόνων’, τον καθορισμό νέων προτύπων ποιότητας και τον επανασχεδιασμό προϊόντων και υλικών, απαιτούν έμπνευση, νέες ιδέες και προσαρμοστικότητα.
- Την **μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος**. Με την επαναχρησιμοποίηση των πρώτων υλών, την πιο ωφέλιμη διαχείριση των αποβλήτων και τον περιορισμό στη χρήση σημαντικών πόρων, θα βελτιωθεί, τόσο η απροκάλυπτη ρύπανση του περιβάλλοντος, όσο και η ποιότητα της ζωής για όλους τους έμβιους οργανισμούς. Η ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των αστικών αποβλήτων εκτιμάται να φτάσει τουλάχιστον στο 70% έως το 2030.
- Την **αύξηση του ανταγωνισμού**. Η μετάβαση στην κυκλική οικονομία θα αλλάξει σε μεγάλο βαθμό το επιχειρηματικό και οικονομικό τοπίο. Η μείωση εξόδων παραγωγής και η εξοικονόμηση δαπανών, εκτιμάται να αυξήσει τα ετήσια οφέλη των επιχειρήσεων παγκοσμίως.

### **2.1.3 Δυσκολίες και Φραγμοί στην χρήση της Κυκλικής Οικονομίας**

Η μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία κρύβει ορισμένες δυσκολίες και έρχεται αντιμέτωπη με πιθανούς φραγμούς και εμπόδια που θα χρειαστεί να ξεπεραστούν για να επιτευχθεί ο τελικός στόχος [9],[16].

Πρώτη σημαντική πρόκληση αποτελεί η **ανάγκη για συνεργασία μεταξύ των εταιριών**. Με τις αλλαγές που επιφέρει η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας, θα χρειαστεί μεγάλες εταιρίες, αλλά και μικρότερες επιχειρήσεις, να προβούν στη σύναψη συμφωνιών συνεργασίας και στην προσαρμογή των δραστηριοτήτων τους. Τα σημαντικότερα κωλύματα που προκύπτουν από τα παραπάνω, είναι η δυσκολία έγκαιρης προετοιμασίας των υποδομών, η διαχείριση των διαπραγματεύσεων και η οργάνωση της κίνησης των υλικών μέσα στην νέα, πιο περίπλοκη τάξη πραγμάτων. Τα αγαθά που θα ανακτώνται θα πρέπει να καταταγούν σε

ένα νέο σύστημα διαχείρισης αγορών, το κόστος των συναλλαγών είναι μεγάλο και καθίσταται αναγκαία η διαμόρφωση και η επιλογή νέων επιχειρηματικών μοντέλων.

Δεύτερο εμπόδιο είναι η **πολυπλοκότητα στις αλυσίδες εφοδιασμού**. Το σύστημα εφοδιασμού σε μία γραμμική οικονομία είναι μονόδρομο, έτσι αγαθά και πληροφορίες έχουν μία κατεύθυνση και μια λογική οργάνωσης που λειτουργεί εδώ και πολλά χρόνια. Στην κυκλική οικονομία, όλος αυτός ο όγκος θα έχει δύο κατευθύνσεις, με αποτέλεσμα την αποδιοργάνωση του ήδη υπάρχοντος συστήματος, που θα πρέπει πιά να διαχειρίζεται την επιστροφή υλικών για επαναχρησιμοποίηση. Θα χρειαστεί προσπάθεια συντονισμού και αναδιοργάνωση των αλυσίδων εφοδιασμού (εταιρείες-επιχειρήσεις-πελάτες) προκειμένου να εδραιωθεί το κυκλικό σύστημα.

Επιπλέον, δυσκολία είναι η **χρηματοδότηση** που θα χρειαστεί για να ολοκληρωθεί η μετάβαση σε μία κυκλική οικονομία και η **αδυναμία κάλυψης των προκαταβολικών εξόδων**. Το ξεκίνημα και μόνο για μία τέτοια μετάβαση έχει σημαντικές επενδύσεις στους τομείς της έρευνας και της ανάπτυξης, καθώς και στον δημόσιο τομέα για την εξέλιξη των υποδομών και φυσικά τη διαχείριση των αποβλήτων. Ο κυριότερος φραγμός για να πραγματοποιηθεί ολοκληρωτική ανάπτυξη, είναι η έλλειψη χρηματοδοτήσεων και αφορά κυρίως τις μικρότερες επιχειρήσεις, για τις οποίες το κόστος μιας τέτοιας αλλαγής είναι άπιαστο.

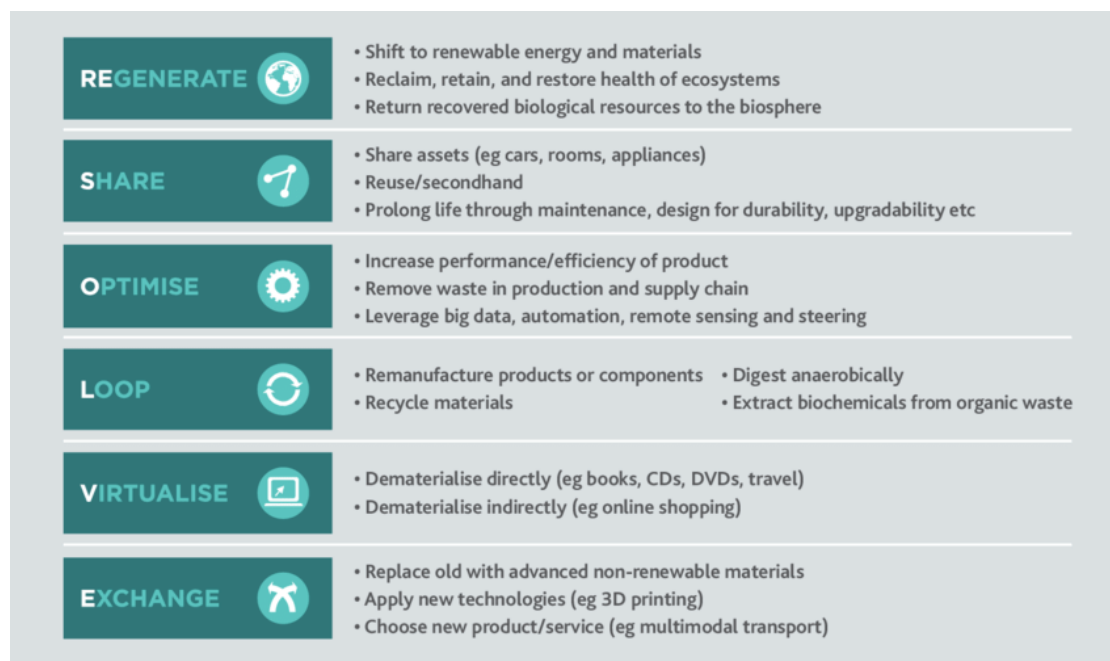
Ως επακόλουθο των παραπάνω, τελευταίο εμπόδιο αποτελεί η **δυσκολία για κατάλληλη διαχείριση της μετάβασης σε οικονομικοπολιτικά πλαίσια, από τους πολιτικούς φορείς**. Η διαχείριση των πόρων και η περιβαλλοντική πολιτική θα πρέπει να αναθεωρηθούν, ώστε να περιοριστεί η αλόγιστη χρήση των πόρων και να θεσπιστούν οι κατάλληλες τιμές, που θα ανταποκρίνονται καλύτερα στις νέες διαδικασίες επεξεργασίας τους και ακολούθως στις ανάγκες της αγοράς.

Η συνύπαρξη καινοτόμου επιχειρηματικότητας, νέας τεχνολογίας (internet of things) και πολιτικής (sustainability leadership), καθώς και η καλή συνεργασία του κράτους, των εταιρειών και των καταναλωτών, θα είναι η λύση για να ξεπεραστούν οι δυσκολίες και να εξυπηρετηθούν τα παραπάνω συμφέροντα που προκύπτουν από τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία.

#### **2.1.4 Κυκλική Οικονομία και Επιχειρηματικότητα**

Προκειμένου να υπάρξει μια ομαλή μετάβαση στην κυκλική οικονομία, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να ακολουθήσουν ένα νέο πλάνο επιχειρηματικών δράσεων. Το πλαίσιο δράσεων

RESOLVE, καινοτομία του Ellen MacArthur Foundation, αποτελεί έναν οδηγό των βημάτων που κάθε εταιρία και επιχείρηση οφείλει να ακολουθήσει σύμφωνα με τη δυναμική της [11],[16].



**Εικόνα 4: Πλαίσιο επιχειρηματικών δράσεων προς μια κυκλική οικονομία [11].**

- **Regenerate-Αναδημιουργία:** Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να στραφούν σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με σκοπό την προστασία των οικοσυστημάτων, καθώς και οφείλουν να επιστρέφουν τους ανακτημένους βιολογικούς πόρους στην βίωση. Με αυτόν τον τρόπο βοηθούν στη διατήρηση και την αναζωογόνηση της υγείας του περιβάλλοντος.
- **Share-Κοινή χρήση:** Η διαδικασία της κοινής χρήσης προϊόντων και της χρήσης από δεύτερο χέρι. Οι εταιρείες επενδύουν σε νέο πλάνο παραγωγής των προϊόντων ή υλικών, αυξάνοντας την ανθεκτικότητά τους και επεκτείνοντας το προσδόκιμο ζωής τους, κάνοντας τα κατάλληλα για πολλαπλές χρήσεις.
- **Optimize-Βελτιστοποίηση:** Με την αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων και τη χρήση αυτοματισμού, μπορεί να υπάρξει σημαντική αύξηση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας των προϊόντων. Σημείο κλειδί είναι η απομάκρυνση αποβλήτων στην παραγωγή και την αλυσίδα εφοδιασμού.
- **Loop-Επαναχρησιμοποίηση:** Κυρίως η ανακατασκευή υλικών και εξαρτημάτων, αλλά και η ανακύκλωσή τους.

- **Virtualize-Ψηφιοποίηση:** Με άμεσο τρόπο η ‘απόσυρση’ προϊόντων από την αγορά, που υπάρχει δυνατότητα να μετασχηματιστούν σε ψηφιακή μορφή (π.χ. βιβλία ή CD). Με έμμεσο αλλά εξίσου σημαντικό τρόπο, η εισχώρηση σε ένα ψηφιακό περιβάλλον διακίνησης αγαθών (π.χ. ηλεκτρονικές αγορές).
- **Exchange-Ανταλλαγή:** Η αντικατάσταση των παλιών υλικών από νέα εξελιγμένα μη ανανεώσιμα υλικά. Σκοπός είναι η εφαρμογή νέων τεχνολογιών(π.χ. 3D printing) και η επιλογή νέων προϊόντων και υπηρεσιών (π.χ. ηλεκτρικοί κινητήρες).

Τα παραπάνω αποτελούν ένα καλά μελετημένο μοντέλο επιχειρηματικών δράσεων που όχι μόνο βοηθούν στην μετάβαση των επιχειρήσεων σε μια κυκλική οικονομία, αλλά και στον γενικότερο εκσυγχρονισμό τους. Αυτόματα θα υπάρξει βελτίωση της ποιότητας των υλικών και των προϊόντων τους και αξία στην επαναχρησιμοποίησή τους. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν οφέλη σε οικονομικό επίπεδο, συμβάλλοντας παράλληλα στην προστασία του περιβάλλοντος.

## ***2.2 Αυτοκινητοβιομηχανία***

### ***2.2.1 Η αυτοκινητοβιομηχανία στην Ευρώπη***

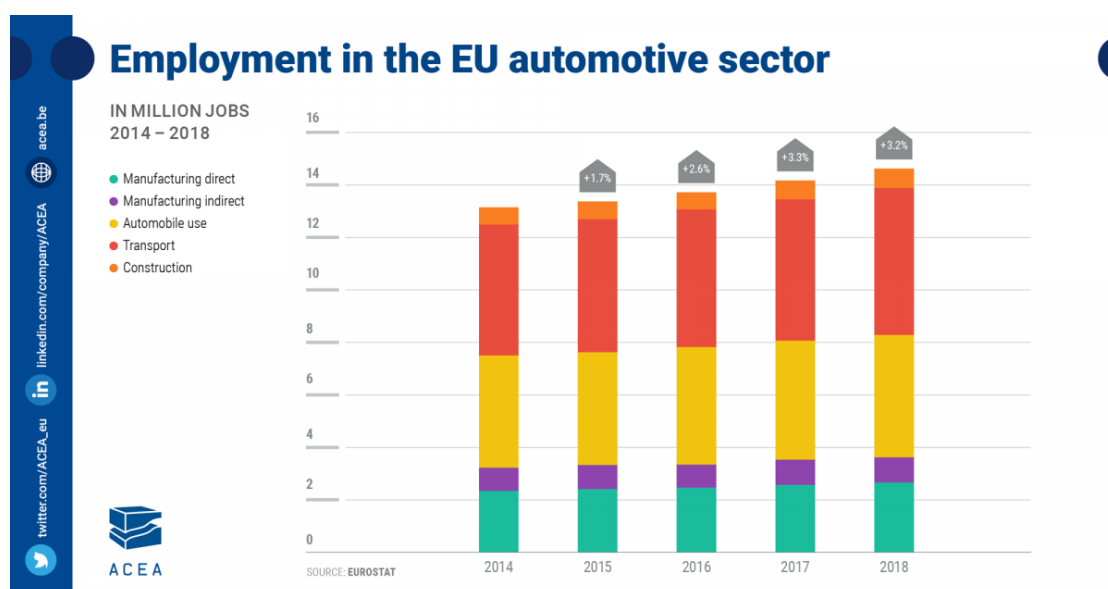
Ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας αποτελεί ίσως την πιο σημαντική βιομηχανία για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ένα μεγάλο μέρος των ιδιωτικών και κρατικών επενδύσεων και χρηματοδοτήσεων στην Ευρώπη αφορά την έρευνα και την ανάπτυξη της αυτοκινητοβιομηχανίας. Μέσα από την εξέλιξή της, ενισχύεται η ευημερία στον οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό τομέα.

Η Ευρωπαϊκή οικονομία βασίζεται κατά μεγάλο μέρος της στην βιομηχανία των αυτοκινήτων. Το 2017 η ΕΕ εξήγαγε 5.4 εκατομμύρια αυτοκίνητα, αντιπροσωπεύοντας περί το 40% του παγκόσμιου μεριδίου αξίας στην αυτοκίνηση. Παράλληλα, η αυτοκινητοβιομηχανία έχει πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα στην οικονομία. Με γνώμονα τον μεγάλο όγκο παραγωγής, γεννάται η ανάγκη για απόκτηση πρώτων υλών, στηρίζοντας έτσι πολλές άλλες βιομηχανίες όπως του αλουμινίου, κλωστοϋφαντουργίας κ.α., καθώς και βιομηχανίες τεχνολογιών, πληροφορικής και επικοινωνιών, υπηρεσίες επισκευής και κινητικότητας [17].



Στον περιβαλλοντικό τομέα, η αυτοκινητοβιομηχανία έχει συμβάλει στην πρόληψη απέναντι στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Αν και σε αριθμό τα παραγόμενα αυτοκίνητα είναι πολύ περισσότερα συγκριτικά με τις περασμένες δεκαετίες, η κατασκευή των σύγχρονων οχημάτων διαφέρει κατά πολύ σε σχέση με τα αυτοκίνητα της περασμένης 25ετίας. Σύμφωνα με τα δεδομένα, από το 1995 μέχρι σήμερα, παρουσιάζεται μείωση έως 36% στο CO<sub>2</sub>, λόγω του νέου σχεδιασμού που επιτρέπει λιγότερες επιβλαβείς εκπομπές στο περιβάλλον [18].

Τέλος, σχετικά με τον κοινωνικό τομέα, η αυτοκινητοβιομηχανία συμβάλλει στη μείωση της ανεργίας σε όλη την Ευρώπη. Από το 2014-2018, έρευνες δείχνουν πως, οι θέσεις εργασίας στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας και τους παρεμφερείς σε αυτόν τομείς, αγγίζουν τα 14,6 εκατομμύρια σε ολόκληρη την ήπειρο, αριθμός που αντιπροσωπεύει το 6,7% στο ‘χάρτη’ της απασχόλησης παγκοσμίως [18].



**Εικόνα 5: Οι θέσεις εργασίας στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας στην ΕΕ την χρονική περίοδο 2014-2018 [18].**

Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας στην Ευρώπη, θα επιφέρει σημαντικές αλλαγές στους παραπάνω τομείς. Ο σκοπός ενός κυκλικού μοντέλου είναι να συμβάλει στην ευημερία του περιβάλλοντος, να δημιουργήσει ακόμη περισσότερες θέσεις εργασίας, και το σημαντικότερο να ενισχύσει την οικονομία μέσω της σωστότερης διαχείρισης των πόρων.

## 2.2.2 Παραγωγή και κατανάλωση στην αυτοκινητοβιομηχανία

### Παραγωγή και προσπάθειες βελτίωσης

Η μελέτη και η παραγωγή ενός αυτοκινήτου αποτελεί μία μεγάλη σειρά διαδικασιών, κατανάλωσης πόρων και ενέργειας. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων, τα τελευταία χρόνια, επιδιώκουν να χρησιμοποιούν μέσα που οδηγούν σε μια πιο κυκλική διαχείριση των διαθέσιμων υλών, επιλέγοντας να ανακατασκευάσουν εξαρτήματα και ανταλλακτικά και να χρησιμοποιούν λιγότερο νερό και χημικά για την κατασκευή των οχημάτων. Άλλες ακόμα σημαντικές προσπάθειες είναι: η βελτίωση της απόδοσης των καυσίμων με σκοπό την μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, η προσπάθεια για αύξηση του χρόνου ζωής ενός οχήματος με σκοπό την μείωση του κόστους φυσικών πόρων και ενέργειας, η ανακύκλωση των αυτοκινήτων μετά το τέλος της ζωής τους.

Οι παραπάνω προσπάθειες όμως φαίνεται πως δεν αρκούν. Στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας καταναλώνεται πολύ μεγάλος όγκος πρώτων υλών, ενέργειας και νερού στο κομμάτι της παραγωγής. Τα νούμερα υποδεικνύουν πως στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2019 υπήρξε παραγωγή 18,5 εκατομμυρίων μηχανοκίνητων οχημάτων.

### Πρώτες ύλες: Κατανάλωση και βελτιστοποίηση

Η αυτοκινητοβιομηχανία είναι ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές πρώτων υλών παγκοσμίως. Η επιλογή των πρώτων υλών για την κατασκευή ενός αυτοκινήτου είναι ο σημαντικότερος παράγοντας του σχεδιασμού του, όπου πρέπει να ληφθούν υπόψη στοιχεία όπως η θερμική και μηχανική αντίσταση, η αντοχή και η ευκολία κατασκευής και αποσυναρμολόγησης. Οι ύλες αυτές είναι κυρίως το αλουμίνιο, το γυαλί, το πλαστικό και φυσικά σιδηρομεταλλεύματα και προϊόντα πετρελαίου που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή άλλων χρήσιμων πρώτων υλών (π.χ. χάλυβας, καουτσούκ κ.α.). Για να υπάρξει μια καλύτερη διαχείριση των πόρων και να βελτιωθεί η εικόνα της κατανάλωσης στην αυτοκινητοβιομηχανία, μπορούν να πραγματοποιηθεί η εφαρμογή ορισμένων κριτηρίων στην επιλογή και χρήση των υλικών:

- Ανακύκλωση
- Μείωση βάρους του οχήματος
- Οικονομική αποτελεσματικότητα
- Ασφάλεια

Αναλυτικότερα, οι αυτοκινητοβιομηχανίες χρειάζεται να επενδύσουν μεγάλα ποσά στην έρευνα και την ανάπτυξη για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι. Η προστασία των πόρων

μπορεί να προσεγγιστεί μέσω της αναβάθμισης των τεχνικών ανακύκλωσης και της βελτίωσης της **ανακυκλωσιμότητας** των προϊόντων και των υλικών. Παράλληλα, **μειώνοντας το βάρος του οχήματος** ακολουθεί μια σειρά από μειωμένη κατανάλωση καυσίμων, εκπομπών και αερίων θερμοκηπίου, πράγμα που συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Κατά την επιλογή των υλικών για την lightweight κατασκευή οχημάτων, πρέπει να δοθεί βάρος στο **κόστος** τους και την ικανότητά τους να απορροφούν την ενέργεια κρούσης, ώστε να υπάρχει **ασφάλεια** στη χρήση του οχήματος [20].

Επιπλέον, μεγάλο ρόλο παίζουν και ορισμένοι παράγοντες που αφορούν τα υλικά της κατασκευής και δίνεται βαρύτητα στο αν αυτά συνάδουν με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας [20],[21].

- **Χάλυβας:** Στη σύγχρονη αυτοκινητοβιομηχανία, στο 60% των δομών ενός οχήματος χρησιμοποιούνται προηγμένοι χάλυβες υψηλής αντοχής (AHSS). Σε ένα όχημα, ο χάλυβας κατανέμεται σύμφωνα με τη συνολική μάζα συγκράτησης του οχήματος. Χρειάζονται περί τα 900 κιλά χάλυβα για την κατασκευή ενός μόνο οχήματος, ενώ με τη χρήση της νεότερης ποιότητας χάλυβα, το βάρος των εξαρτημάτων μπορεί να μειωθεί κατά 25-39% και το συνολικό βάρος του αμαξώματος κατά 8-10%. Τα παραπάνω συμβάλλουν όχι μόνο στην βελτίωση της ασφάλειας του αυτοκινήτου, αλλά και στην βελτίωση απόδοσης του καυσίμου. Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα για να κατανοήσουμε περεταίρω την εφαρμογή του AHSS, είναι το πως λειτουργεί σε ένα οικογενειακό αυτοκίνητο πέντε επιβατών. Το συνολικό βάρος του οχήματος μειώνεται κατά 100-150 κιλά, εξοικονομώντας 2-3 τόνους αερίων του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του οχήματος.
- **Πλαστικά:** Η χρήση του πλαστικού στα οχήματα είναι πια απαραίτητη προϋπόθεση για τον σχεδιασμό τους. Τα οφέλη είναι πολλαπλά, ανάμεσά τους το μειωμένο βάρος, κόστος, εκπομπή ρύπων, και παράλληλα η αυξημένη ασφάλεια, απορροφητικότητα, απόδοση στην κατανάλωση καυσίμου. Από τα περίπου 30.000 εξαρτήματα που συντελούν ένα αυτοκίνητο, τα 10.000 είναι πλαστικά. Υπάρχουν 39 διαφορετικοί τύποι πλαστικών και πολυμερών που χρησιμοποιούνται για να κατασκευαστεί ένα αυτοκίνητο. Τα τέσσερα πολυμερή που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των πλαστικών είναι το προπυλένιο, η πολυουρεθάνη, τα πολυαμίδια και το PVC. Η χρήση των υλικών αυτών καταλαμβάνει το σημαντικό ποσοστό του 70% των πλαστικών. Το 2015, το 17% του συνολικού βάρους ενός αυτοκινήτου αποτελούταν από πλαστικά (12% πολυμερή και 5% ελαστομερή), ενώ εκτιμάται ότι το 2030 το ποσοστό αυτό θα αγγίξει το 20% (15,6% πολυμερή και 4,4% ελαστομερή), με αποτέλεσμα το μέσο βάρος των οχημάτων να μειωθεί από 1250 σε 1123 κιλά, εμπεριέχοντας 25 κιλά περισσότερο πλαστικό.

- **Αλουμίνιο:** Το αλουμίνιο είναι ένα υλικό που η χρήση του στην αυτοκινητοβιομηχανία αυξάνεται μέσα στα χρόνια. Στη σύγχρονη εποχή ένα όχημα έχει περίπου 152 κιλά αλουμίνιο και οι εκτιμήσεις δείχνουν πως το 2025 η τιμή αυτή θα φτάσει στα 250 κιλά ανά όχημα. Το αλουμίνιο είναι ένα υλικό με αμέτρητα πλεονεκτήματα που αφορούν όλη τη διαδρομή της ζωής ενός οχήματος, από τον σχεδιασμό, την κατασκευή, τη χρήση μέχρι το τέλος της ζωής και την ανακύκλωση του. Για κάθε κιλό αλουμινίου που χρησιμοποιείται στην κατασκευή ενός αυτοκινήτου υπάρχει ένα κιλό μείωση του συνολικού βάρους του. Η μείωση του βάρους με τη σειρά της φέρνει μεγαλύτερη αποδοτικότητα στην κατανάλωση καυσίμου (κατά 20% μειωμένη κατανάλωση) και μικρότερη εκπομπή ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου (17% μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>). Τα εξαρτήματα που κατασκευάζονται κυρίως από αλουμίνιο είναι οι προφυλακτήρες, οι τροχοί, τα εξαρτήματα ανάρτησης, τα μπλοκ κυλίνδρων του κινητήρα και φυσικά το βασικό πλαίσιο και οι πόρτες του αυτοκινήτου. Το αλουμίνιο έχει την ιδιότητα να απορροφά τους κραδασμούς, γεγονός που το κάνει αποτελεσματικότερο από το χάλυβα. Κατ' επέκταση και συγκριτικά με το χάλυβα, το αλουμίνιο είναι απείρως ανακυκλώσιμο και έχει την ιδιότητα να διατηρεί την ποιότητά του. Έτσι, από την ανακύκλωσή του εξοικονομούνται 90% εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που σχετίζονται με την παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου και απαιτείται μονάχα 8% της ενέργειας.
- **Καουτσούκ:** Το καουτσούκ είναι ένα υλικό απαραίτητο για τον τομέα της παραγωγής στην αυτοκινητοβιομηχανία. Το 2019 η ζήτηση για φυσικό καουτσούκ ήταν 28,65 δις. δολάρια, ενώ το 2027 το νούμερο προβλέπεται να φτάσει στα 33,87 δις. (65,3% των οποίων αφορούν την αυτοκινητοβιομηχανία). Για τη δημιουργία ενός οχήματος, το καουτσούκ είναι απαραίτητο στα συστήματα στεγανοποίησης αμαξώματος, στα συστήματα μεταφοράς υγρών, στα ελαστικά κ.α.

### **Κατανάλωση ενέργειας και νερού**

Στην αυτοκινητοβιομηχανία, όπως είδαμε και παραπάνω, ξοδεύονται μεγάλες ποσότητες από πρώτες ύλες, αλλά όχι μόνο. Τα ποσά ενέργειας, καθώς και οι ποσότητες νερού που καταναλώνονται κατά την παραγωγή ενός και μόνο οχήματος είναι αυξημένα. Υπάρχει άμεση ανάγκη για μείωση της κατανάλωσης, αλλά διατήρησης της αποδοτικότητας στο παραγωγικό σύστημα.

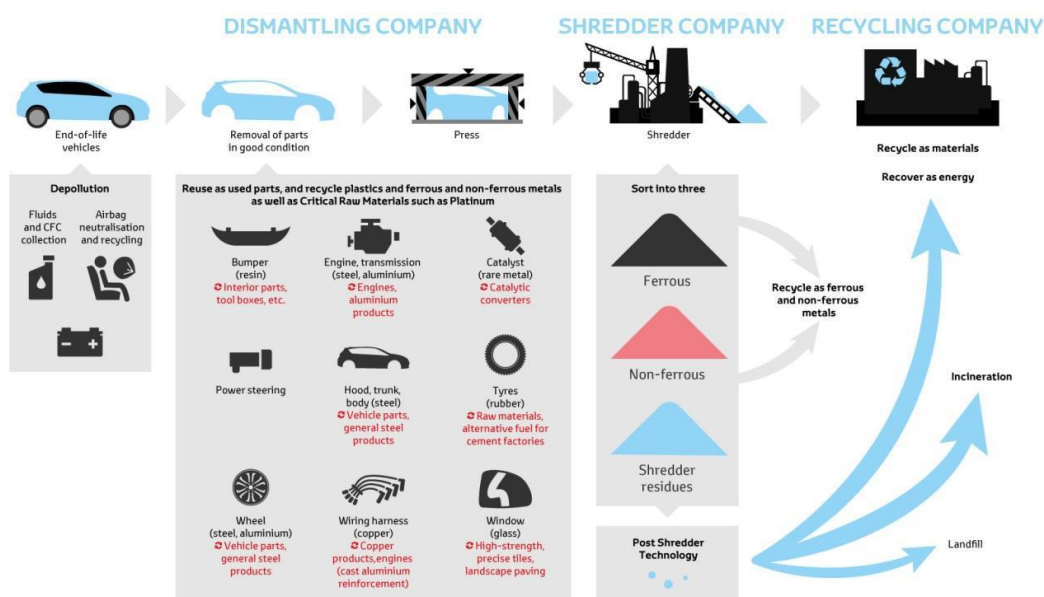
Πιο συγκεκριμένα, σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία από τις κατασκευαστικές εταιρίες, αφού παρουσιάζεται αύξηση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας και παράλληλα δημιουργούνται οικολογικά προβλήματα από την αλόγιστη χρήση της στη σειρά παραγωγής. Η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια του

κύκλου ζωής ενός οχήματος προκύπτει από την επεξεργασία των πρώτων υλών, την κατασκευή αυτοκινήτων, τη χρήση και την ανάκτηση του αυτοκινήτου. Ο σχεδιασμός των σύγχρονων οχημάτων είναι περίπλοκος, λόγω των διάφορων νέων δυνατοτήτων που πλέον προσφέρει ένα αυτοκίνητο στον αγοραστή του. Για την κατασκευή ενός τέτοιου οχήματος απαιτούνται περίπου 700kwh , ενεργειακό κόστος που καλύπτει το 9-12% του συνολικού κόστους κατασκευής. Εάν το ενεργειακό κόστος μειωθεί κατά 20% , το συνολικό κόστος κατασκευής θα μπορούσε να μειωθεί κατά 2-2,4% [22].

Την ίδια στιγμή, η κατανάλωση νερού για την κατασκευή ενός μόνο οχήματος ξεπερνά τα 151 λίτρα. Οι φάσεις της παραγωγής του αυτοκινήτου που απαιτούν τη χρήση νερού είναι η επεξεργασία επιφανειών και επίστρωσης, οι θάλαμοι ψεκασμού βαφής, η ψύξη, το πλύσιμο, τα συστήματα κλιματισμού και οι λέβητες. Η μέθοδος της επαναχρησιμοποίησης του νερού είναι πλέον απαραίτητο ζητούμενο. Με την χρήση βιολογικά καθαρισμένων λυμάτων μπορεί να μειωθεί η χρήση του νερού [23],[24].

### 2.2.3 Οχήματα στο τέλος της ζωής τους

Τα ELV (End of Life Vehicles) αποτελούν μία κατηγορία οχημάτων που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο της ζωής τους. Για την επεξεργασία και την ανακύκλωσή τους απαιτείται η ακολουθία μιας μακροσκελούς και δύσκολης διαδικασίας έξι σταδίων, ώστε να καταλήξουμε στην σωστή εκμετάλλευση των πόρων που έχει να προσφέρει ένα όχημα μετά το πέρας της ζωής του και παράλληλα να εξασφαλιστεί η ευημερία του περιβάλλοντος μέσω της διαδικασίας. Παρακάτω αναλύονται οι έξι διαδικασίες, οι οποίες ακολουθούν τα πρότυπα και τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τη διαχείριση των ELV [23],[25],[26].



Εικόνα 6: Επεξεργασία των οχημάτων στο τέλος της ζωής τους [27].

- **Επαναχρησιμοποίηση:** Η μέθοδος της επαναχρησιμοποίησης, αποτελεί πρώιμο στάδιο της απόρριψης ενός οχήματος στο τέλος της ζωής του. Ορισμένα εξαρτήματα και ανταλλακτικά αποσυναρμολογούνται από το όχημα πριν αυτό περάσει στη διαδικασία της επεξεργασίας, η οποία αλλάζει τα φυσικά χαρακτηριστικά του αυτοκινήτου με σκοπό την αποφυγή δημιουργίας αποβλήτων. Τα οφέλη της επαναχρησιμοποίησης είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, κόστους παραγωγής και η αποφυγή ανθυγιεινών εκπομπών.
- **Αποσυναρμολόγηση:** Η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης αποτελείται από τέσσερα σημαντικά στάδια. Στην Αμερική και την Ευρώπη, που υπάρχει υψηλό κόστος εργασίας, πραγματοποιείται μεγάλης κλίμακας μηχανική αποσυναρμολόγηση, ενώ στις χώρες της Ασίας, όπου τα κόστη εργασίας είναι χαμηλότερα, υιοθετούνται μηχανικές χειροκίνητες μέθοδοι. Τα βήματα της αποσυναρμολόγησης ξεκινούν με την **αποτίμηση** των εξαρτημάτων που είναι επαναχρησιμοποιούμενα ως ανταλλακτικά (εκτός κινητήρων, τιμονιών και κιβωτίων ταχυτήτων, καθώς είναι νομικά απαγορευμένη η επαναχρησιμοποίησή τους). Ακολουθεί η **αποστράγγιση** όλων των λειτουργικών υγρών και η **απομάκρυνση** επικίνδυνων εξαρτημάτων και υλικών (π.χ. πυροσβεστήρες). Τέλος **αποσυναρμολογούνται** διάφορα άλλα εξαρτήματα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σαν **δευτερεύουσα ύλη**. Με την παραπάνω διαδικασία επιδιώκεται η βελτίωση της αποσυναρμολόγησης των ELV πριν τον τεμαχισμό τους, ώστε να προωθηθεί η επαναχρησιμοποίηση των μη μεταλλικών υλικών και να καθιερωθεί η post shredding τεχνολογία για την επεξεργασία των άχρηστων υλικών.
- **Ανακύκλωση:** Ως ανακύκλωση ορίζεται η συλλογή και επεξεργασία των αποβλήτων των ELV με σκοπό την παραγωγή νέων προϊόντων. Τα υλικά των αποβλήτων που έχουν χρησιμότητα, συλλέγονται, ταξινομούνται και επανεπεξεργάζονται σε μία παραγωγική διαδικασία που οδηγεί στην δημιουργία προϊόντων. Από την διαδικασία αυτή εξαιρείται η χρήση των ανακυκλώσιμων υλικών για παραγωγή καυσίμου ή ανάκτηση ενέργειας (σύμφωνα με τον κανονισμό της ΕΕ).
- **Τεμαχισμός:** Η διαδικασία του τεμαχισμού είναι λιγότερο περίπλοκη. Το «σώμα» του οχήματος μπαίνει στο μηχάνημα breaker με σκοπό να πραγματοποιηθεί η αρχική παραμόρφωση. Στη συνέχεια το όχημα σπάζεται σε μικρότερα κομμάτια από τον θραυστήρα, ενώ παράλληλα συλλέγεται από ειδική συσκευή η σκόνη που παράγεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Με την ολοκλήρωση του τεμαχισμού δημιουργούνται τρεις κατηγορίες υλικών: τα **σιδηρούχα μέταλλα**, τα **μη σιδηρούχα μέταλλα** και τα **πλαστικά, ελαστομερή κ.α.**

- **Ανάκτηση/Αποτέφρωση:** Ένα μεγάλο κομμάτι στην διαδικασία της ανάκτησης είναι η χρήση καυσίμου για αποτέφρωση με σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Η οδηγία 2000/53/EC ορίζει ως ανάκτηση την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση θερμότητας/ενέργειας. Για την παραγωγή ενέργειας μέσω της αποτέφρωσης, γίνεται η χρήση εύφλεκτων αποβλήτων. Σε δευτερεύουσα φάση, η ανάκτηση μπορεί να περιλαμβάνει διαδικασίες όπως την ανακύκλωση μετάλλων, την αναγέννηση οξέων/βάσεων, την εκ νέου διύλιση λαδιού κ.α.
- **Απόρριψη:** Σύμφωνα με το παράρτημα ΙΙΑ της οδηγίας 75/442/EEC, η απόρριψη των αποβλήτων των ELV πρέπει να πραγματοποιείται με όποια μέθοδο είναι βέλτιστη για την προφύλαξη της υγείας τόσο του ανθρώπου, όσο και του περιβάλλοντος.

Με την τήρηση των παραπάνω διαδικασιών, επιδιώκεται η ανάκτηση σημαντικών πόρων για την οικονομία και φυσικά η διατήρηση της καλής υγείας του οικοσυστήματος. Η απόρριψη ενός ακατέργαστου οχήματος στο τέλος της ζωής του μπορεί να επιφέρει σοβαρές συνέπειες στο περιβάλλον.

## ***2.3 Τι είναι η διαχείριση δεδομένων (Data Management) και γιατί είναι σημαντική;***

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, η συλλογή και η ορθή χρησιμοποίηση των δεδομένων, είναι ένας ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για την αποτελεσματική εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας. Είναι σημαντικό επομένως, να αναλυθεί σε πρώτο στάδιο η σημασία και η χρήση του Data Management και πώς αυτά συνεισφέρουν συνεπώς, στην εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στην αυτοκινητοβιομηχανία [28].

Η διαχείριση δεδομένων είναι η διαδικασία απορρόφησης, αποθήκευσης, οργάνωσης και συντήρησης των δεδομένων που δημιουργούνται και συλλέγονται από έναν οργανισμό. Η αποτελεσματική διαχείριση δεδομένων είναι ένα κρίσιμο κομμάτι της ανάπτυξης συστημάτων πληροφορικής που εκτελούν επιχειρηματικές εφαρμογές και παρέχουν αναλυτικές πληροφορίες για να βοηθήσουν στη λήψη επιχειρησιακών αποφάσεων και στρατηγικού σχεδιασμού από στελέχη εταιρειών, διευθυντές επιχειρήσεων και άλλους τελικούς χρήστες.

Η διαδικασία διαχείρισης δεδομένων περιλαμβάνει έναν συνδυασμό διαφορετικών λειτουργιών που στοχεύουν συλλογικά να διασφαλίσουν ότι τα δεδομένα στα εταιρικά συστήματα είναι ακριβή, διαθέσιμα και προσβάσιμα. Το μεγαλύτερο μέρος της απαιτούμενης εργασίας γίνεται από ομάδες IT και διαχείρισης δεδομένων, αλλά οι επιχειρηματικοί χρήστες συνήθως συμμετέχουν επίσης σε ορισμένα μέρη της διαδικασίας για να διασφαλίσουν ότι τα δεδομένα ικανοποιούν τις ανάγκες τους και για να τα ενσωματώσουν με πολιτικές που διέπουν τη χρήση τους.

### ***2.3.1 Η σημαντικότητα της διαχείρισης δεδομένων***

Τα δεδομένα θεωρούνται όλο και περισσότερο ως εταιρικά περιουσιακά στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη πιο ενημερωμένων επιχειρηματικών αποφάσεων, τη βελτίωση των καμπανιών μάρκετινγκ, τη βελτιστοποίηση των επιχειρηματικών λειτουργιών και τη μείωση του κόστους, όλα με στόχο την αύξηση των εσόδων και των κερδών. Όμως, η έλλειψη σωστής διαχείρισης δεδομένων μπορεί να επιβαρύνει τους οργανισμούς με ασυμβίβαστα υψηλό όγκο δεδομένων, ασυνεπή σύνολα δεδομένων και προβλήματα ποιότητας δεδομένων που περιορίζουν την ικανότητά τους να εκτελούν επιχειρηματικές πληροφορίες και εφαρμογές ανάλυσης - ή, χειρότερα, να οδηγήσουν σε ελαττωματικά ευρήματα. Η διαχείριση δεδομένων έχει επίσης αποκτήσει σημασία καθώς οι επιχειρήσεις υπόκεινται σε αυξανόμενο αριθμό απαιτήσεων κανονιστικής συμμόρφωσης, συμπεριλαμβανομένων των νόμων περί προστασίας προσωπικών δεδομένων και προστασίας, όπως ο GDPR και ο νόμος περί απορρήτου των καταναλωτών [28].

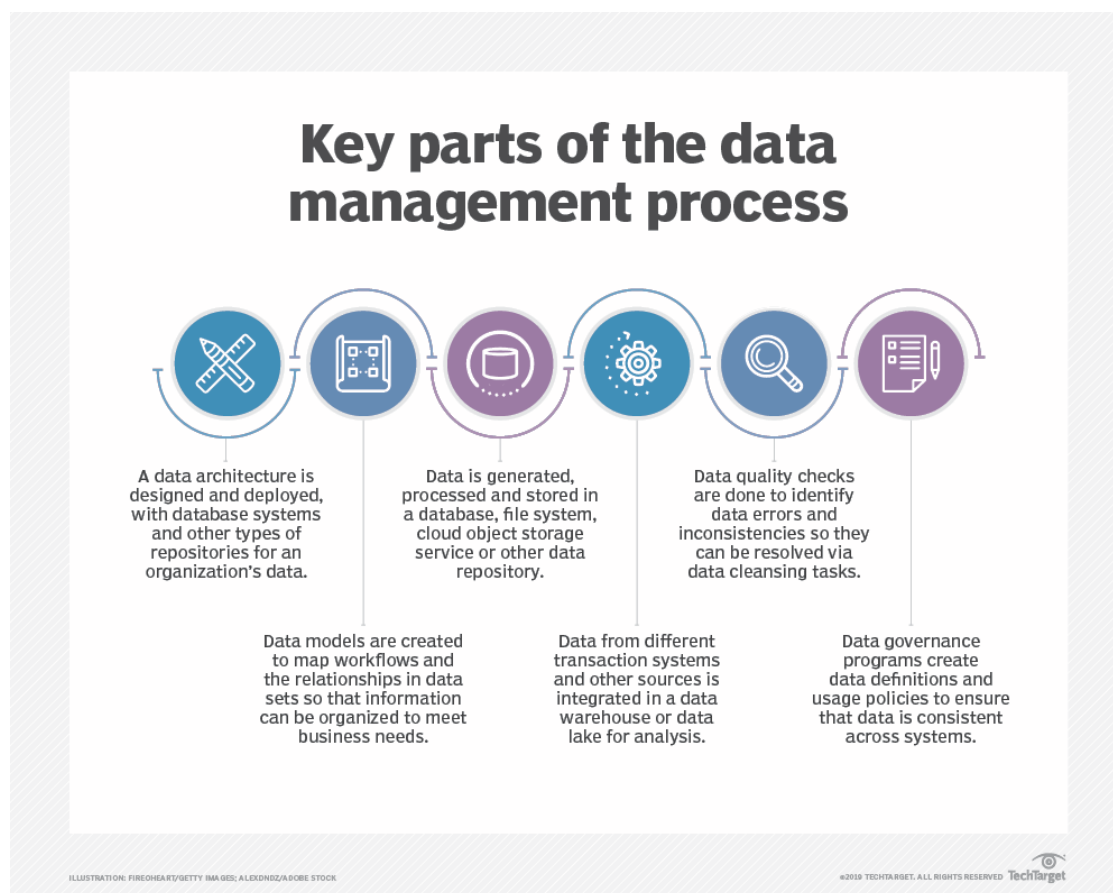
### ***2.3.2 Τύποι λειτουργιών διαχείρισης δεδομένων***

Οι ξεχωριστοί κλάδοι που αποτελούν μέρος της συνολικής διαδικασίας διαχείρισης δεδομένων καλύπτουν μια σειρά βημάτων, από την επεξεργασία δεδομένων και την αποθήκευση έως τη διακυβέρνηση του τρόπου μορφοποίησης και χρήσης των δεδομένων σε λειτουργικά και αναλυτικά συστήματα. Η ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής δεδομένων είναι συχνά το πρώτο βήμα, ιδιαίτερα σε μεγάλους οργανισμούς με πολλά δεδομένα για διαχείριση. Μια αρχιτεκτονική παρέχει ένα σχεδιάγραμμα για τις βάσεις δεδομένων και άλλες πλατφόρμες δεδομένων που θα αναπτυχθούν, συμπεριλαμβανομένων συγκεκριμένων τεχνολογιών που ταιριάζουν σε μεμονωμένες εφαρμογές [28].



Οι βάσεις δεδομένων είναι η πιο κοινή πλατφόρμα που χρησιμοποιείται για τη διατήρηση εταιρικών δεδομένων. Περιέχουν μια συλλογή δεδομένων που είναι οργανωμένη ώστε να είναι προσβάσιμη, να ενημερώνεται και να διαχειρίζεται. Χρησιμοποιούνται και στα δύο συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών που δημιουργούν επιχειρησιακά δεδομένα, όπως αρχεία πελατών και παραγγελίες πωλήσεων και αποθήκες δεδομένων, που αποθηκεύουν συγκεντρωτικά σύνολα δεδομένων από επιχειρηματικά συστήματα [28].

Η διαχείριση βάσης δεδομένων είναι μια βασική λειτουργία διαχείρισης δεδομένων. Μόλις δημιουργηθούν βάσεις δεδομένων, πρέπει να γίνει παρακολούθηση επιδόσεων και συντονισμός για τη διατήρηση αποδεκτών χρόνων απόκρισης σε ερωτήματα βάσης δεδομένων που εκτελούν οι χρήστες για να λάβουν πληροφορίες από τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε αυτά. Άλλα διοικητικά καθήκοντα περιλαμβάνουν σχεδιασμό βάσεων δεδομένων, διαμόρφωση, εγκατάσταση και ενημερώσεις. ασφάλεια δεδομένων; δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και ανάκτηση βάσης δεδομένων και εφαρμογή αναβαθμίσεων λογισμικού και ενημερώσεων ασφαλείας [28].



**Εικόνα 7: Περιγραφή των σημαντικότερων επιπέδων της διαδικασίας του Data Management [28].**

Η κύρια τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη και διαχείριση βάσεων δεδομένων είναι ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (DBMS), το οποίο είναι λογισμικό που λειτουργεί ως διεπαφή μεταξύ των βάσεων δεδομένων που ελέγχει και των διαχειριστών βάσεων δεδομένων, των τελικών χρηστών και των εφαρμογών που έχουν πρόσβαση σε αυτές. Εναλλακτικές πλατφόρμες δεδομένων σε βάσεις δεδομένων περιλαμβάνουν συστήματα αρχείων και υπηρεσίες αποθήκευσης αντικειμένων cloud. Αποθηκεύουν δεδομένα με λιγότερο δομημένους τρόπους από ό, τι κάνουν οι βασικές βάσεις δεδομένων, γεγονός που προσφέρει περισσότερη ευελιξία στους τύπους δεδομένων που μπορούν να αποθηκευτούν και τον τρόπο μορφοποίησής τους. Ως αποτέλεσμα, ωστόσο, δεν ταιριάζουν στις εφαρμογές συναλλαγών. Άλλοι θεμελιώδεις κλάδοι διαχείρισης δεδομένων περιλαμβάνουν τη μοντελοποίηση δεδομένων, η οποία απεικονίζει τις σχέσεις μεταξύ στοιχείων δεδομένων και πώς τα δεδομένα ρέουν μέσω συστημάτων. ολοκλήρωση δεδομένων, που συνδυάζει δεδομένα από διαφορετικές πηγές δεδομένων για λειτουργικές και αναλυτικές χρήσεις · διακυβέρνηση δεδομένων, η οποία καθορίζει πολιτικές και διαδικασίες για να διασφαλίσει ότι τα δεδομένα είναι συνεπή σε ολόκληρο τον οργανισμό · και διαχείριση ποιότητας δεδομένων, η οποία στοχεύει στη διόρθωση σφαλμάτων και ασυνεπειών δεδομένων. Ένα άλλο είναι η κύρια διαχείριση δεδομένων (MDM), η οποία δημιουργεί ένα κοινό σύνολο δεδομένων αναφοράς σε πράγματα όπως πελάτες και προϊόντα [28].

### **2.3.3 Εργαλεία και τεχνικές διαχείρισης δεδομένων**

Ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών, εργαλείων και τεχνικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέρος της διαδικασίας διαχείρισης δεδομένων. Αυτό περιλαμβάνει τις ακόλουθες διαθέσιμες επιλογές για διαφορετικές πτυχές της διαχείρισης δεδομένων [28]:

- **Database management systems**

Ο πιο διαδεδομένος τύπος DBMS είναι το σχεσιακό σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων οργανώνουν δεδομένα σε πίνακες με σειρές και στήλες που περιέχουν εγγραφές βάσης δεδομένων. Οι σχετικές εγγραφές σε διαφορετικούς πίνακες μπορούν να συνδεθούν με τη χρήση πρωτογενών και ξένων κλειδιών, αποφεύγοντας την ανάγκη δημιουργίας διπλών καταχωρίσεων δεδομένων. Οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων δημιουργούνται γύρω από τη γλώσσα προγραμματισμού SQL και ένα άκαμπτο μοντέλο δεδομένων που ταιριάζει καλύτερα στα δομημένα δεδομένα συναλλαγών. Αυτό και η υποστήριξή τους για τις ιδιότητες συναλλαγών ACID - ατομικότητα, συνέπεια, απομόνωση

και ανθεκτικότητα - τους έκαναν την κορυφαία επιλογή βάσης δεδομένων για εφαρμογές επεξεργασίας συναλλαγών.

Ωστόσο, άλλοι τύποι τεχνολογιών DBMS έχουν αναδειχθεί ως βιώσιμες επιλογές για διαφορετικά είδη φόρτου εργασίας δεδομένων. Τα περισσότερα κατηγοριοποιούνται ως βάσεις δεδομένων NoSQL, οι οποίες δεν επιβάλλουν αυστηρές απαιτήσεις σε μοντέλα δεδομένων και σχήματα βάσεων δεδομένων. Ως αποτέλεσμα, μπορούν να αποθηκεύσουν μη δομημένα και ημιδομημένα δεδομένα, όπως δεδομένα αισθητήρων, εγγραφές ροής κλικ στο Διαδίκτυο και αρχεία καταγραφής δικτύου, διακομιστών και εφαρμογών. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι συστημάτων NoSQL: βάσεις δεδομένων εγγράφων που αποθηκεύουν στοιχεία δεδομένων σε δομές τύπου εγγράφου, βάσεις δεδομένων κλειδιού-τιμής που συνδυάζουν μοναδικά κλειδιά και σχετικές τιμές, μεγάλες αποθήκες στηλών με πίνακες που έχουν μεγάλο αριθμό στηλών και βάσεις δεδομένων γραφημάτων που συνδέστε σχετικά στοιχεία δεδομένων σε μορφή γραφήματος. Το όνομα NoSQL έχει γίνει λάθος - ενώ οι βάσεις δεδομένων NoSQL δεν βασίζονται σε SQL, πολλοί τώρα υποστηρίζουν στοιχεία αυτού και προσφέρουν κάποιο επίπεδο συμμόρφωσης με ACID.

- **Big Data Management**

Οι βάσεις δεδομένων NoSQL χρησιμοποιούνται συχνά σε μεγάλες αναπτύξεις δεδομένων λόγω της ικανότητάς τους να αποθηκεύουν και να διαχειρίζονται διάφορους τύπους δεδομένων. Τα μεγάλα περιβάλλοντα δεδομένων δημιουργούνται επίσης συνήθως γύρω από τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα, όπως το Hadoop, ένα κατανεμημένο πλαίσιο επεξεργασίας με ένα σύστημα αρχείων που διασχίζει σύμπλεγμα διακομιστών εμπορευμάτων. τη σχετική βάση δεδομένων HBase · η μηχανή επεξεργασίας Spark και τις πλατφόρμες επεξεργασίας ροής Kafka, Flink και Storm. Όλο και περισσότερα, μεγάλα συστήματα δεδομένων αναπτύσσονται στο cloud, χρησιμοποιώντας αποθήκευση αντικειμένων όπως το Amazon Simple Storage Service (S3).

- **Data warehouses και data lakes.**

Δύο εναλλακτικά αποθετήρια για τη διαχείριση δεδομένων ανάλυσης είναι τα Data warehouses και Data Lakes. Η αποθήκευση δεδομένων είναι η πιο παραδοσιακή μέθοδος - μια αποθήκη δεδομένων βασίζεται συνήθως σε μια σχεσιακή ή στήλη βάσης δεδομένων και αποθηκεύει δομημένα δεδομένα που συλλέγονται από διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και προετοιμάζονται για ανάλυση. Οι κύριες περιπτώσεις χρήσης της αποθήκης δεδομένων είναι το ερώτημα BI και οι αναφορές επιχειρήσεων, οι οποίες επιτρέπουν σε επιχειρηματικούς

αναλυτές και στελέχη να αναλύουν τις πωλήσεις, τη διαχείριση αποθεμάτων και άλλους βασικούς δείκτες απόδοσης.

Μια αποθήκη δεδομένων επιχειρήσεων περιλαμβάνει δεδομένα από επιχειρηματικά συστήματα σε έναν οργανισμό. Σε μεγάλες εταιρείες, μεμονωμένες θυγατρικές και επιχειρηματικές μονάδες με αυτονομία διαχείρισης μπορούν να κατασκευάζουν τις δικές τους αποθήκες δεδομένων. Τα δεδομένα mart είναι μια άλλη επιλογή - είναι μικρότερες εκδόσεις αποθηκών δεδομένων που περιέχουν υποσύνολα δεδομένων ενός οργανισμού για συγκεκριμένα τμήματα ή ομάδες χρηστών.

Τα Data Lakes, από την άλλη πλευρά, αποθηκεύουν ομάδες μεγάλων δεδομένων για χρήση σε μοντέλα πρόβλεψης, μηχανική μάθηση και άλλες προηγμένες εφαρμογές ανάλυσης. Είναι συνήθως συνηθισμένα σε συστάδες Hadoop, αν και οι αναπτύξεις λίμνης δεδομένων γίνονται επίσης σε βάσεις δεδομένων NoSQL ή αποθήκευση αντικειμένων cloud. Επιπλέον, διαφορετικές πλατφόρμες μπορούν να συνδυαστούν σε ένα καταναμημένο περιβάλλον λίμνης δεδομένων. Τα δεδομένα ενδέχεται να υποβληθούν σε επεξεργασία για ανάλυση κατά την κατάποση, αλλά μια λίμνη δεδομένων περιέχει συχνά ανεπεξέργαστα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα ως έχουν. Σε αυτήν την περίπτωση, οι επιστήμονες δεδομένων και άλλοι αναλυτές συνήθως κάνουν τη δική τους εργασία προετοιμασίας δεδομένων για συγκεκριμένες αναλυτικές χρήσεις.

- **Data integration**

Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική ολοκλήρωσης δεδομένων είναι η εξαγωγή, ο μετασχηματισμός και η φόρτωση (ETL), η οποία αντλεί δεδομένα από τα συστήματα προέλευσης, τα μετατρέπει σε συνεπή μορφή και στη συνέχεια φορτώνει τα ενσωματωμένα δεδομένα σε αποθήκη δεδομένων ή σε άλλο σύστημα στόχου. Ωστόσο, οι πλατφόρμες ολοκλήρωσης δεδομένων υποστηρίζουν επίσης μια ποικιλία άλλων μεθόδων ενοποίησης. Αυτό περιλαμβάνει το απόσπασμα, το φορτίο και τον μετασχηματισμό (ELT), μια παραλλαγή στο ETL που αφήνει τα δεδομένα στην αρχική του μορφή όταν φορτώνονται στην πλατφόρμα προορισμού. Το ELT είναι μια κοινή επιλογή για εργασίες ολοκλήρωσης δεδομένων σε λίμνες δεδομένων και άλλα μεγάλα συστήματα δεδομένων.

Οι ETL και ELT είναι διαδικασίες ολοκλήρωσης παρτίδας που εκτελούνται σε προγραμματισμένα διαστήματα. Οι ομάδες διαχείρισης δεδομένων μπορούν επίσης να κάνουν ενσωμάτωση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας μεθόδους όπως η

αλλαγή καταγραφής δεδομένων, η οποία εφαρμόζει αλλαγές στα δεδομένα σε βάσεις δεδομένων σε μια αποθήκη δεδομένων ή σε άλλο χώρο αποθήκευσης δεδομένων και ενσωμάτωση δεδομένων ροής, η οποία ενσωματώνει ροές δεδομένων σε πραγματικό χρόνο στο μια συνεχή βάση. Η εικονικοποίηση δεδομένων είναι μια άλλη επιλογή ενσωμάτωσης - χρησιμοποιεί ένα επίπεδο αφαίρεσης για να δημιουργήσει μια εικονική προβολή δεδομένων από διαφορετικά συστήματα για τελικούς χρήστες αντί να φορτώνει τα δεδομένα σε μια αποθήκη δεδομένων.

- **Data governance, data quality και MDM**

Η διακυβέρνηση δεδομένων είναι κατά κύριο λόγο μια οργανωτική διαδικασία. Διατίθενται προϊόντα λογισμικού που μπορούν να βοηθήσουν στη διαχείριση προγραμμάτων διαχείρισης δεδομένων, αλλά είναι προαιρετικό στοιχείο. Ενώ τα προγράμματα διακυβέρνησης μπορούν να διαχειρίζονται επαγγελματίες διαχείρισης δεδομένων, συνήθως περιλαμβάνουν ένα συμβούλιο διακυβέρνησης δεδομένων που αποτελείται από στελέχη επιχειρήσεων που λαμβάνουν συλλογικά αποφάσεις για κοινούς ορισμούς δεδομένων και εταιρικά πρότυπα για τη δημιουργία, τη μορφοποίηση και τη χρήση δεδομένων.

Μια άλλη βασική πτυχή των πρωτοβουλιών διακυβέρνησης είναι η διαχείριση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει την παρακολούθηση συνόλων δεδομένων και τη διασφάλιση ότι οι τελικοί χρήστες συμμορφώνονται με τις εγκεκριμένες πολιτικές δεδομένων. Ο υπεύθυνος δεδομένων μπορεί να είναι είτε πλήρης είτε μερικής απασχόλησης, ανάλογα με το μέγεθος ενός οργανισμού και το εύρος του προγράμματος διακυβέρνησής του. Οι υπεύθυνοι δεδομένων μπορούν επίσης να προέρχονται τόσο από επιχειρηματικές δραστηριότητες όσο και από το τμήμα πληροφορικής. Ούτως ή άλλως, η στενή γνώση των δεδομένων που εποπτεύουν είναι συνήθως απαραίτητη προϋπόθεση.

Η διακυβέρνηση των δεδομένων συνδέεται στενά με τις προσπάθειες βελτίωσης της ποιότητας των δεδομένων. οι μετρήσεις που τεκμηριώνουν τη βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων ενός οργανισμού είναι κεντρικές για την απόδειξη της επιχειρηματικής αξίας των προγραμμάτων διακυβέρνησης. Οι τεχνικές ποιότητας δεδομένων περιλαμβάνουν τη δημιουργία προφίλ δεδομένων, η οποία σαρώνει τα σύνολα δεδομένων για να εντοπίσει τις ακραίες τιμές που μπορεί να είναι λάθη. εκκαθάριση δεδομένων, επίσης γνωστή ως επεξεργασία δεδομένων, η οποία διορθώνει σφάλματα δεδομένων τροποποιώντας ή διαγράφοντας κακά δεδομένα. και επικύρωση δεδομένων, η οποία ελέγχει τα δεδομένα με βάση τους προκαθορισμένους κανόνες ποιότητας.

Η κύρια διαχείριση δεδομένων συνδέεται επίσης με τη διαχείριση δεδομένων και την ποιότητα των δεδομένων, αν και το MDM δεν έχει υιοθετηθεί τόσο ευρέως όσο οι άλλες δύο λειτουργίες διαχείρισης δεδομένων. Αυτό οφείλεται εν μέρει στην πολυπλοκότητα των προγραμμάτων MDM, τα οποία τα περιορίζουν κυρίως σε μεγάλους οργανισμούς. Το MDM δημιουργεί ένα κεντρικό μητρώο κύριων δεδομένων για επιλεγμένους τομείς δεδομένων - αυτό που ονομάζεται συχνά χρυσή εγγραφή. Τα κύρια δεδομένα αποθηκεύονται σε έναν κόμβο MDM, ο οποίος τροφοδοτεί τα δεδομένα σε αναλυτικά συστήματα για συνεπή επιχειρηματική αναφορά και ανάλυση. εάν είναι επιθυμητό, ο διανομέας μπορεί επίσης να ωθήσει τα ενημερωμένα κύρια δεδομένα πίσω στα συστήματα προέλευσης.

- **Data modeling**

Τα μοντέλα δεδομένων δημιουργούν μια σειρά από εννοιολογικά, λογικά και φυσικά μοντέλα δεδομένων που τεκμηριώνουν σύνολα δεδομένων και ροές εργασίας σε οπτική μορφή και τα χαρτογραφούν στις επιχειρηματικές απαιτήσεις για επεξεργασία συναλλαγών και αναλυτικά στοιχεία. Οι κοινές τεχνικές μοντελοποίησης δεδομένων περιλαμβάνουν την ανάπτυξη διαγραμμάτων σχέσεων οντοτήτων, χαρτογράφησης δεδομένων και σχημάτων. Επιπλέον, τα μοντέλα δεδομένων πρέπει να ενημερώνονται όταν προστίθενται νέες πηγές δεδομένων ή αλλάζουν οι ανάγκες των πληροφοριών ενός οργανισμού.

### ***2.3.4 Κίνδυνοι και προκλήσεις στη διαχείριση δεδομένων***

Εάν ένας οργανισμός δεν διαθέτει καλά σχεδιασμένη αρχιτεκτονική δεδομένων, μπορεί να καταλήξει σε συστήματα σίγασης που είναι δύσκολο να ενσωματωθούν και να διαχειριστούν με συντονισμένο τρόπο. Ακόμη και σε καλύτερα προγραμματισμένα περιβάλλοντα, η δυνατότητα στους επιστήμονες δεδομένων και άλλους αναλυτές να βρίσκουν και να έχουν πρόσβαση σε σχετικά δεδομένα μπορεί να είναι μια πρόκληση, ειδικά όταν τα δεδομένα διαδίδονται σε διάφορες βάσεις δεδομένων και μεγάλα συστήματα δεδομένων. Για να καταστήσουν τα δεδομένα πιο προσβάσιμα, πολλές ομάδες διαχείρισης δεδομένων δημιουργούν καταλόγους δεδομένων που τεκμηριώνουν ό, τι είναι διαθέσιμο σε συστήματα και συνήθως περιλαμβάνουν επιχειρηματικά γλωσσάρια, λεξικά δεδομένων που βασίζονται σε μεταδεδομένα και αρχεία καταγωγής δεδομένων [28].

Η μετάβαση στο cloud μπορεί να διευκολύνει ορισμένες πτυχές του έργου διαχείρισης δεδομένων, αλλά δημιουργεί επίσης νέες προκλήσεις. Για παράδειγμα, η μετεγκατάσταση σε

βάσεις δεδομένων cloud και μεγάλες πλατφόρμες δεδομένων μπορεί να είναι περίπλοκη για οργανισμούς που πρέπει να μεταφέρουν δεδομένα και να επεξεργάζονται φόρτους εργασίας από υπάρχοντα εσωτερικά συστήματα. Το κόστος είναι ένα άλλο μεγάλο ζήτημα στο cloud - η χρήση συστημάτων cloud και διαχειριζόμενων υπηρεσιών πρέπει να παρακολουθείται στενά για να βεβαιωθείτε ότι οι λογαριασμοί επεξεργασίας δεδομένων δεν υπερβαίνουν τα προϋπολογισμένα ποσά [28].

Πολλές ομάδες διαχείρισης δεδομένων είναι πλέον μεταξύ των υπαλλήλων που είναι υπεύθυνοι για την προστασία της εταιρικής ασφάλειας δεδομένων και τον περιορισμό των πιθανών νομικών υποχρεώσεων για παραβιάσεις δεδομένων ή κατάχρηση δεδομένων. Οι διαχειριστές δεδομένων πρέπει να συμβάλουν στη διασφάλιση της συμμόρφωσης με τους κανονισμούς της κυβέρνησης και του κλάδου σχετικά με την ασφάλεια δεδομένων, το απόρρητο και τη χρήση. Αυτό έχει γίνει πιο επιτακτική ανησυχία με το πέρασμα του GDPR, του νόμου περί απορρήτου δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης που τέθηκε σε ισχύ τον Μάιο του 2018 και του νόμου περί απορρήτου των καταναλωτών της Καλιφόρνια, ο οποίος υπογράφηκε νόμος το 2018 και έχει προγραμματιστεί να τεθεί σε ισχύ στις αρχές του 2020 [28].

### ***2.3.5 Οφέλη της σωστής διαχείρισης δεδομένων***

Μια καλά εκτελεσμένη στρατηγική διαχείρισης δεδομένων μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να αποκτήσουν πιθανά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους επιχειρηματικούς τους ανταγωνιστές, βελτιώνοντας τη λειτουργική αποτελεσματικότητα και επιτρέποντας καλύτερη λήψη αποφάσεων. Οι οργανισμοί με καλά διαχειριζόμενα δεδομένα μπορούν επίσης να γίνουν πιο ευέλικτοι, καθιστώντας δυνατή την επισήμανση των τάσεων της αγοράς και την κίνηση για να επωφεληθούν ταχύτερα από νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες [28].

Η αποτελεσματική διαχείριση δεδομένων μπορεί επίσης να βοηθήσει τις εταιρείες να αποφύγουν παραβιάσεις δεδομένων, ζητήματα απορρήτου δεδομένων και προβλήματα συμμόρφωσης με τους κανονισμούς που θα μπορούσαν να βλάψουν τη φήμη τους, να προσθέσουν απροσδόκητα κόστη και να τους θέσουν σε κίνδυνο. Τελικά, το μεγαλύτερο όφελος που μπορεί να προσφέρει μια σταθερή προσέγγιση στη διαχείριση δεδομένων είναι η καλύτερη απόδοση των επιχειρήσεων [28].

# 3

*Μεθοδολογία  
αναζήτησης της  
διαχείρισης των  
δεδομένων(Data  
Management) στην  
αυτοκινητοβιομηχανία,  
στα πλαίσια της κυκλικής  
οικονομίας, σήμερα*



### ***3.1 Ψηφιοποίηση και Data Management για μια βιώσιμη Κυκλική Οικονομία***

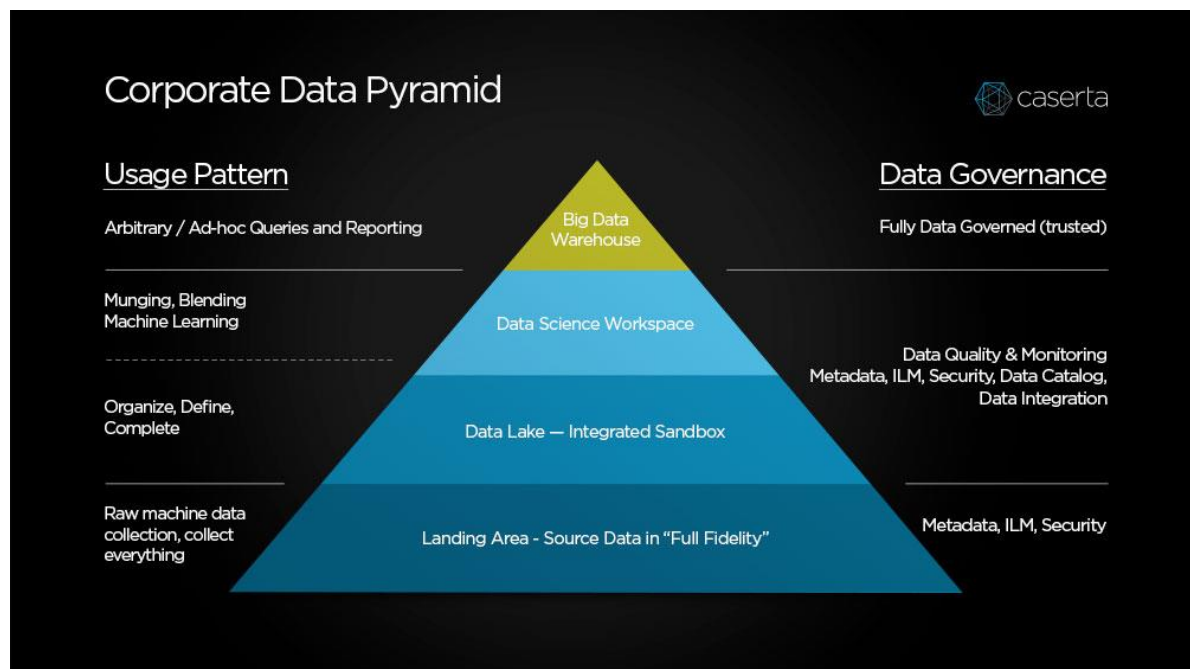
Οι ψηφιακές τεχνολογίες επέτρεψαν τη διαμόρφωση πολλαπλών συστημάτων υπηρεσιών προϊόντων με σημαντικά οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. Ένα από τα πιο πολλά υποσχόμενα πρότυπα, που εμπνέεται από επιχειρηματικά μοντέλα και προτάσεις αξίας, είναι η έννοια της Κυκλικής Οικονομίας. Υπό το φως του πρόσφατου πολλαπλασιασμού στις ψηφιακές τεχνολογίες όπως τα Big Data και το Internet of Things, αξίζει να αναφερθεί το πώς μπορεί να υποστηρίξει η ψηφιακή τεχνολογία την πιο ομαλή και αποτελεσματική μετάβαση στην κυκλική οικονομία [29].

Η ψηφιοποίηση μπορεί να ενισχύσει τη μετατροπή προς μια πιο βιώσιμη κυκλική οικονομία. Μπορεί να βοηθήσει στο κλείσιμο των βρόχων απαίτησης και κατανάλωσης υλικών παρέχοντας ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τη διαθεσιμότητα, την τοποθεσία και την κατάσταση των προϊόντων. Η ψηφιοποίηση επιτρέπει επίσης αποτελεσματικότερες διαδικασίες σε εταιρείες, βοηθά στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων, προωθεί τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των προϊόντων και ελαχιστοποιεί το κόστος συναλλαγής. Έτσι, η ψηφιοποίηση ενισχύει την κυκλική οικονομία και την συνοδεύει στον δρόμο προς την υλοποίησή της [30].

Επιπρόσθετα, η εισχώρηση των ψηφιακών δεδομένων και η διαχείριση αυτών παρέχει ευκαιρίες για την πιο αναλυτική και καθαρή εικόνα στα κανάλια διανομής των επιχειρήσεων. Η αξία μπορεί να παραδοθεί στους πελάτες μέσω ψηφιακών καναλιών, π.χ. ηλεκτρονικά καταστήματα και ψηφιακά προϊόντα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα. Στην κυκλική οικονομία, ο συντονισμός της κατάστασης των υλικών και των προϊόντων καθώς και πληροφορία της κατάστασης της ροής αυτών είναι ζωτικής σημασίας. Πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα και την ποιότητα των προϊόντων και το περιεχόμενο των πρώτων υλών τους πρέπει να συλλεχθούν και να διατηρηθούν. Οι ψηφιακές τεχνολογίες επιτρέπουν τη διατήρηση των δεδομένων του κύκλου ζωής των υλικών και καθιστούν δυνατή τη χρήση ή την ανακατασκευή αυτών, ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν αυτούσια ή ως πόροι για την κατασκευή κάποιου καινούργιου και βελτιωμένου προϊόντος, αντί να καταλήξουν απόβλητα. Η ολοκλήρωση της ψηφιακής νοημοσύνης και της πιο αποτελεσματικής χρήσης της συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων παρέχει ευκαιρίες για την διάδοση γνώσεων, δομών

και διαφορετικών επιπέδων προσαρμογής σε μια νέα οικονομική πραγματικότητα, όπως αυτή της κυκλικής οικονομίας. Αυτό επιφέρει την δημιουργία δυνατών και ανθεκτικών σχέσεων με τους πελάτες και τους τελικούς χρήστες. Επιπλέον, οι ψηφιακές λύσεις επιτρέπουν κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα με αυτοματοποιημένη παρακολούθηση της ροής υλικών, καθώς και έλεγχο και βελτιστοποίηση της χρησιμοποίησης των πόρων [29],[30].

Παλαιότερη βιβλιογραφία σχετικά με την δυσκολία που εμφανίζεται κατά την μετάβαση στην κυκλική οικονομία, έχει εντοπίσει πολλά εμπόδια που δυσχεραίνουν την αποτελεσματική χρήση των οφελών της ψηφιοποίησης. Αυτά μπορούν να χωριστούν σε οικονομικά εμπόδια (μέτρηση οικονομικών οφελών, χρηματοοικονομική κερδοφορία), διαρθρωτικά εμπόδια (έλλειψη ανταλλαγής πληροφοριών, ασαφής κατανομή ευθύνης), επιχειρησιακά εμπόδια (υποδομή, διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού) και φραγμοί συμπεριφοράς (αντίληψη της αειφορίας, άγνοια κινδύνου). Τέλος, υπάρχουν επίσης τεχνολογικά εμπόδια που σχετίζονται με το σχεδιασμό προϊόντων και την ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών διαδικασιών στην παραγωγή. Αν και, η ψηφιοποίηση έχει αυξήσει σημαντικά το μέγεθος, την ακρίβεια και το κόστος των πληροφοριών, υπάρχουν όμως ακόμη πολλά να γίνουν και να βελτιωθούν ώστε να επιτευχθεί η ορθή χρήση της ψηφιοποίησης. Επί του παρόντος, παρατηρούνται προβλήματα που σχετίζονται με την συλλογή και την οργάνωση της πληροφορίας, σχετικά με την κατάσταση και την ροή των υλικών και των προϊόντων, που συγχρόνως αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια στην εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας [29],[30].

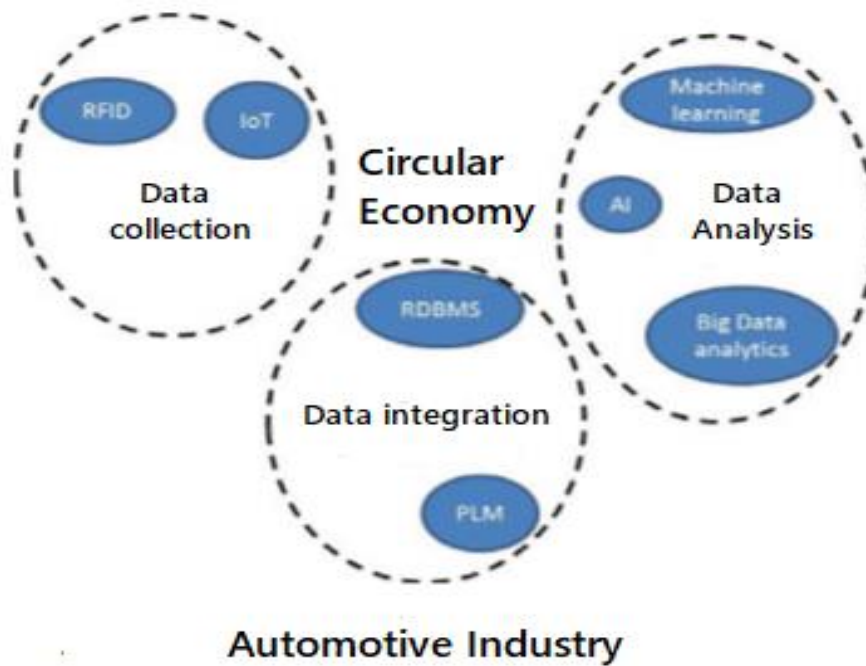


## **3.2 Μεθοδολογία βιβλιογραφικής ανασκόπησης**

Με βάση τις προηγούμενες παραγράφους, μπορούμε να καταλάβουμε τη σημαντικότητα της ψηφιοποίησης και πιο συγκεκριμένα της διαχείρισης δεδομένων, γενικότερα στην ζωή μας, αλλά κυρίως της συμβολής αυτών για την επίτευξη ενός οικονομικού μοντέλου, όπως είναι αυτό της κυκλικής οικονομίας. Όπως είδαμε στην εισαγωγή, ο κλάδος της αυτοκινητοβιομηχανίας είναι ιδιαίτερα σημαντικός και η σωστή διαχείρισή του μπορεί να επιφέρει πολλές αλλαγές στον πλανήτη μας. Γεννιέται λοιπόν η ανάγκη να μελετηθεί η διαχείριση των δεδομένων στην αυτοκινητοβιομηχανία, ώστε να γίνει ομαλά η μετάβαση σε ένα βιώσιμο μοντέλο κυκλικής οικονομίας.

### **3.2.1 Συλλογή Δεδομένων**

Για να συλλεχθούν τα απαιτούμενα δεδομένα, έγινε μια συστηματική βιβλιογραφική αναζήτηση σε βάθος. Η ερευνητική μεθοδολογία βασίστηκε σε μια προσπάθεια να παρέχει όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το μοντέλο λειτουργίας των εταιρειών της αυτοκινητοβιομηχανίας και του πώς αυτές διαχειρίζονται τα δεδομένα τους. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στο διαδίκτυο με κύριο εργαλείο αναζήτησης, το google scholars, ώστε να βρεθούν τα κατάλληλα επιστημονικά άρθρα. Προκειμένου να εντοπιστούν οι σχετικές μελέτες, που βρίσκονται στη διασταύρωση μεταξύ κυκλικής οικονομίας, αυτοκινητοβιομηχανίας, διαχείριση δεδομένων, χρησιμοποιήσαμε διάφορες λέξεις-κλειδιά όπως: data, data management, circular economy, automotive industry, industry. Η ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε σε μια διαδικασία τριών βημάτων. Πιο συγκεκριμένα τα τρία βήματα είναι: η Συλλογή, η Αξιολόγηση και η Ανάλυση δεδομένων. Κατά τη διάρκεια συνολικά 140 μελέτες εντοπίστηκαν, οι οποίες μειώθηκαν σε 33 άρθρα μετά τον έλεγχο της περιλήψης και του περιεχομένου για συνάφεια. Μετά την ανάγνωση των άρθρων ύστερα από τη δευτερεύουσα ανάλυση παραπομπών, μόνο 7 ήταν άμεσα σχετιζόμενα με το θέμα της αναζήτησης.



Εικόνα 9: Συσχετισμός δεδομένων αναζήτησης [29].

### 3.2.2 Ανάλυση Δεδομένων

Σχετικά με την ανάλυση των δεδομένων που αντλήθηκαν από την συστηματική αναζήτηση, χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία που αναλύεται παρακάτω. Η μεθοδολογία αυτή, βασίστηκε σε κάποια συγκεκριμένα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν, ώστε να μπορέσει να γίνει ο απαιτούμενος διαχωρισμός των επιστημονικών άρθρων. Πιο συγκεκριμένα, έγινε η προσπάθεια να εντοπιστούν οι παρακάτω παράγοντες.

- Αν αρχικά το επιστημονικό άρθρο αναφέρεται στην αυτοκινητοβιομηχανία, που είναι και σημαντικότερη προϋπόθεση
- Αν προσπαθεί να "μετρήσει" την κυκλικότητα σε κάθε περίπτωση και αν ναι, πώς;
- Αν λαμβάνει την διαθεσιμότητα των δεδομένων υπόψη
- Αν αναλύει ή προτείνει κάποιο framework για την συλλογή και επεξεργασία δεδομένων
- Αν αναλύει νέες πρακτικές των εταιρειών σχετικά με την κυκλική οικονομία

Για να γίνει ευκολότερα αντιληπτή η συγκεκριμένη μεθοδολογία δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας, ο οποίος συνοψίζει τους πέντε παραπάνω παράγοντες αναζήτησης, που εντοπίστηκαν στα 7 πιο σχετικά επιστημονικά άρθρα.

<b><u>RESEARCH FACTORS</u></b>	<b><i>CUSTOMIZED FOR AUTOMOTIVE INDUSTRY</i></b>	<b><i>MEASURE CIRCULARITY</i></b>	<b><i>AVAILABILITY OF DATA INTO ACCOUNT</i></b>	<b><i>DEVELOP A FRAMEWORK</i></b>	<b><i>NEW POLICIES</i></b>
<b><u>PAPER TITLE</u></b>					
1.“Data sharing for a circular economy” [57]	√		√	√	
2.“The Big Data Application Strategy for Cost Reduction in Automotive Industry” [55]	√		√		
3.“A Digital Maintenance Practice Framework for Circular Production of Automotive Parts” [58]	√		√		
4.“Digital Planning Validation in automotive industry” [35]	√		√		
5.“Simulation to Enable a Data-Driven Circular Economy” [52]	√		√		
6.“IT Support for Release Management Processes in the Automotive Industry” [34]	√		√		√
7.“A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case” [50]	√		√		√

### **Πίνακας 1: Παράγοντες αναζήτησης μεθοδολογίας**

Όπως μπορεί εύκολα να παρατηρηθεί τα άρθρα που επιλέχθηκαν και αναλύονται στον παραπάνω πίνακα, είναι σχετικά με τον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Όπως είναι αναμενόμενο όλα από αυτά λαμβάνουν υπόψη τα δεδομένα και την διαθεσιμότητα αυτών, όμως μονάχα ένα από αυτά αναλύει και διαμορφώνει ένα μοντέλο για την συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων σε μια αυτοκινητοβιομηχανία. Επιπρόσθετα, κανένα από τα άρθρα δεν μετράει την κυκλικότητα και ούτε προτείνει κάποιους καινούριους δείκτες κρι (key performance indicators), σχετικά με τον υπολογισμό της κυκλικότητας, καθώς και την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας σε κάποιο οικονομικό μοντέλο κάποιας επιχείρησης. Τέλος, μονάχα δυο εξ' αυτών αναλύουν νέες πολιτικές-πρακτικές των εταιρειών σχετικά με την κυκλική οικονομία.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα που συγκεντρώνονται στον Πίνακα 1, μπορούμε να καταλήξουμε σε διάφορα συμπεράσματα. Αρχικά, το ότι πλησιάζουμε όλο και περισσότερο στην εφαρμογή ενός βιώσιμου κυκλικού μοντέλου οικονομίας στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, καθώς οι έρευνες γύρω από αυτό το θέμα προσπαθούν να καλύψουν όλες τις πιθανές άγνωστες πτυχές, ώστε να μπορέσει αυτό το οικονομικό μοντέλο να εφαρμοστεί πλήρως και με επιτυχία. Επίσης, παρατηρούμε ότι δεν έχει γίνει η απαιτούμενη επιστημονική έρευνα στον τομέα της διαχείριση των δεδομένων στην αυτοκινητοβιομηχανία, καθώς επίσης και η έρευνα για την δημιουργία κάποιου ψηφιακού μοντέλου που θα συνεισφέρει στην σωστή και αποτελεσματική διαχείριση των δεδομένων της αυτοκινητοβιομηχανίας, ώστε να μπορέσει να επιτευχθεί μέσω αυτού ένα κυκλικό μοντέλο οικονομίας.

### ***3.3 Επιβεβαίωση Αποτελεσμάτων Αναζήτησης***

Ξεκινώντας την συγκεκριμένη αναζήτηση ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, έπρεπε να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι τα δεδομένα των εταιρειών στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, καθώς και η διαχείριση και η επεξεργασία αυτών, είναι άκρως απόρρητα. Επομένως η φτωχή συγκομιδή σε επιστημονικά άρθρα, γύρω από αυτό το πεδίο αναζήτησης, ήταν αναμενόμενη. Για να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο και να μπορέσει να γίνει πιο αποτελεσματική η συγκεκριμένη έρευνα, επιδιώξαμε να έρθουμε σε επαφή με κάποιον practitioner, ο οποίος εργάζεται σε μια εταιρεία logistics, που συνεργάζεται με

γερμανική εταιρεία κολοσσό στον διεθνή τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Για να αντλήσουμε τις απαιτούμενες πληροφορίες, ώστε να καλυφθεί η έρευνα, έγινε μια εποικοδομητική συζήτηση που βασιζόταν σε διάφορες ερωτήσεις, οι οποίες αναγράφονται στο υποκεφάλαιο 6.2 του παραρτήματος της εργασίας. Οι πληροφορίες που αντλήσαμε από την συζήτηση ήταν ικανοποιητικές και κατάφεραν να επιβεβαιώσουν τα συμπεράσματα της αναζήτησης της προηγούμενης παραγράφου. Πιο συγκεκριμένα ειπώθηκε το γεγονός ότι όλες οι διεργασίες που αφορούν την διαχείριση και την μεταφορά των εξαρτημάτων της συγκεκριμένης αυτοκινητοβιομηχανίας είναι πλήρως ψηφιοποιημένη. Αφέθηκε να εννοηθεί πως η εταιρία αναμενόμενα χρησιμοποιεί κάποιο μοντέλο-“εργαλείο” για την διαχείριση και την επεξεργασία των δεδομένων της, χωρίς όμως να μπορέσουμε να μάθουμε περισσότερες πληροφορίες γι’ αυτό. Μάθαμε επίσης ότι παρόλο που η συγκεκριμένη εταιρεία ανήκει στις premium, έχει την ροπή να στραφεί σε μια πιο κυκλική προσέγγιση του οικονομικού της μοντέλου, καθώς όποιο εξάρτημα θεωρείται ελαττωματικό και έχει την δυνατότητα επισκευής ή ανακατασκευής, αποστέλλεται πίσω στα κεντρικά της εταιρίας και δέχεται την απαιτούμενη επεξεργασία. Αντιθέτως από την άλλη πλευρά, αν κάποιο εξάρτημα δεν μπορεί να επισκευαστεί, απλά αποστέλλεται για να ανακυκλωθεί, αν το υλικό από το οποίο κατασκευάζεται είναι ανακυκλώσιμο.

# 4

## *Προτεινόμενη βάση δεδομένων για την συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων για τις αυτοκινητοβιομηχανίες*

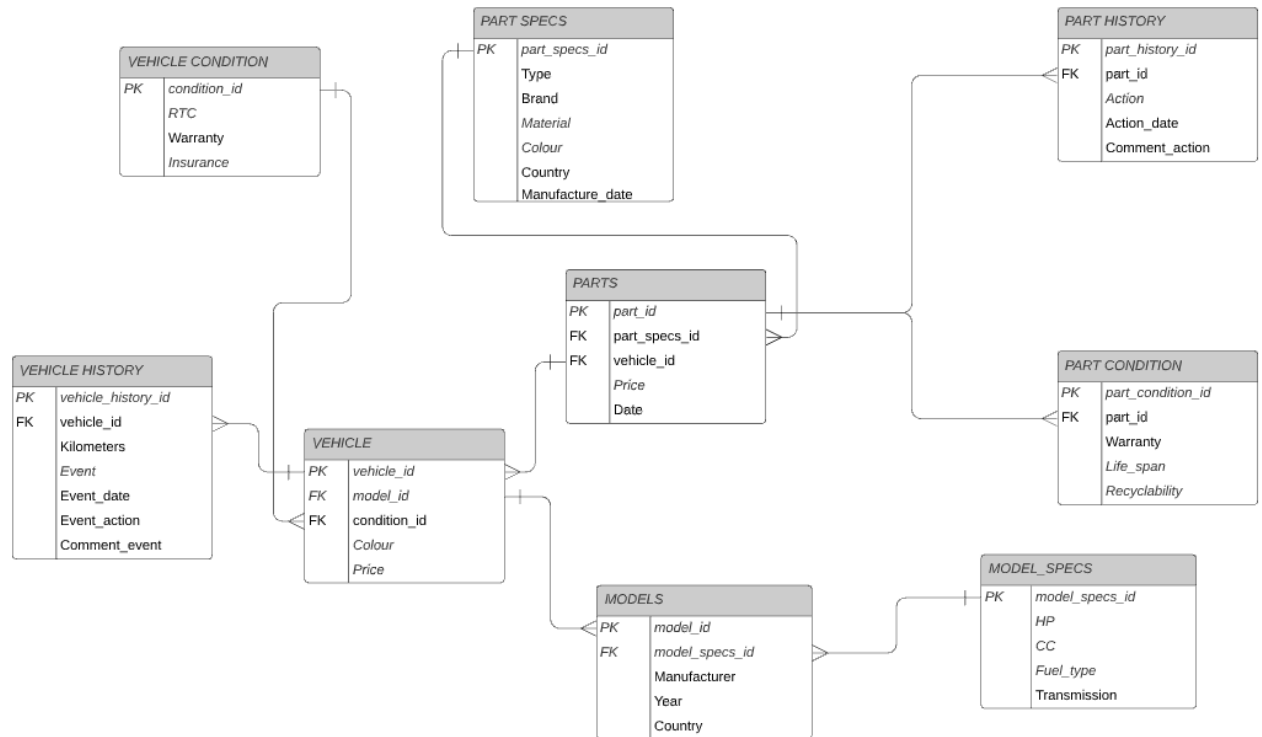
Δεδομένων των συμπερασμάτων της αναζήτησης που πραγματοποιήθηκε για την βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας εργασίας, καθώς επίσης και των πληροφοριών που αντλήσαμε από την συνέντευξη με τον practitioner, καταλήξαμε στο πόρισμα ότι θα ήταν χρήσιμο να δημιουργηθεί ένα προσχέδιο βάσης δεδομένων που θα είναι ελεύθερα προσβάσιμο και θα μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στα μέτρα της εκάστοτε περίπτωσης και της εκάστοτε αυτοκινητοβιομηχανίας.

### *4.1 Ανάλυση προτεινόμενης βάσης δεδομένων*

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί το προσχέδιο του μοντέλου, το οποίο θα μπορεί πολύ εύκολα να υλοποιηθεί μελλοντικά σε οποιαδήποτε πλατφόρμα ή γλώσσα προγραμματισμού επιθυμεί κάποιος. Πρόκειται για το προσχέδιο μιας βάσης δεδομένων που θα συλλέγει τα



απαραίτητα δεδομένα για ένα μοντέλο αυτοκινήτου μιας αυτοκινητοβιομηχανίας και με αυτό τον τρόπο θα επιτυγχάνεται η συλλογή των δεδομένων σε πρώτο στάδιο και δευτερευόντως η επεξεργασία αυτών. Το ψηφιακό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του προσχεδίου αναγράφεται στο υποκεφάλαιο 6.3 του παραρτήματος της εργασίας.



**Εικόνα 10: Προσχέδιο βάσης δεδομένων (lucid.app).**

Πιο συγκεκριμένα όπως παρατηρούμε στην παραπάνω εικόνα, ξεκινώντας από τον πίνακα VEHICLE, εμφανίζονται οι παρακάτω παράμετροι: το vehicle\_id (πρωταρχικό κλειδί του πίνακα), όπου εκεί παρατίθεται ο αριθμός id του οχήματος που εισάγουμε στην βάση, το model\_id (δευτερεύον κλειδί του πίνακα), όπου αντίστοιχα είναι ο αριθμός id του μοντέλου του οχήματος, το condition\_id (δευτερεύον κλειδί του πίνακα), όπου είναι ο αριθμός id της κατάστασης του οχήματος, το Colour, όπου είναι το χρώμα του οχήματος και το Price, όπου είναι η τιμή του οχήματος. Συνεχίζοντας, στον πίνακα MODELS εμφανίζονται οι παράμετροι: model\_id (πρωταρχικό κλειδί του πίνακα) που συνδέεται με το αντίστοιχο model\_id του πίνακα VEHICLE, model\_specs\_id (δευτερεύον κλειδί του πίνακα), όπου αυτή η παράμετρος αφορά τον αριθμό id που αντιστοιχεί στα χαρακτηριστικά του μοντέλου του οχήματος, το Manufacturer, όπου είναι η παράμετρος που αναφέρεται στον κατασκευαστή του οχήματος, το Year, όπου αναφέρεται στο έτος κατασκευής του οχήματος και τέλος το Country, όπου είναι η χώρα που κατασκευάστηκε το όχημα. Προχωρώντας στον πίνακα MODEL\_SPECS εμφανίζονται οι παράμετροι: model\_specs\_id (πρωταρχικό κλειδί του

πίνακα) που συνδέεται με το αντίστοιχο model\_specs\_id του πίνακα MODELS, το HP, όπου είναι οι ίπποι του οχήματος, το CC, όπου είναι τα κυβικά του οχήματος, το Fuel\_type, όπου είναι το είδος καυσίμου του οχήματος και τέλος το Transmission, όπου αφορά το σύστημα μετάδοσης και το κιβώτιο ταχυτήτων του οχήματος. Ύστερα στον πίνακα VEHICLE HISTORY εμφανίζονται οι παράμετροι: vehicle\_history\_id (πρωταρχικό κλειδί του πίνακα), όπου αντιστοιχεί στον αριθμό id του ιστορικού του οχήματος, το vehicle\_id (δευτερεύον κλειδί του πίνακα) που συνδέεται με το αντίστοιχο vehicle\_id του πίνακα VEHICLE, το Kilometers, όπου αναφέρεται στα χιλιόμετρα που έχει διανύσει το όχημα, το Event, όπου αναφέρεται στο αν το όχημα υποβλήθηκε σε κάποια διαδικασία ή συμβάν, το Event\_date, όπου αναφέρεται στην ημερομηνία που υποβλήθηκε το όχημα σε κάποια διαδικασία ή συμβάν, το Event\_action όπου εκεί αναγράφεται οποιοδήποτε συμβάν ή διαδικασία στην οποία υποβλήθηκε το όχημα, όπως service ή κάποιο τρακάρισμα, το Comment\_event, όπου σε αυτό το πεδίο αναγράφονται τα σχόλια της διαδικασίας ή του συμβάντος. Στον πίνακα VEHICLE CONDITION εμφανίζονται οι παράμετροι: condition\_id (πρωταρχικό κλειδί του πίνακα) που συνδέεται με το αντίστοιχο condition\_id του πίνακα VEHICLE, το RTC, όπου αναφέρεται στο αν το όχημα έχει περάσει ΚΤΕΟ, το Warranty, όπου αναφέρεται στο αν το όχημα βρίσκεται εντός εγγύησης και τέλος το Insurance, όπου αναφέρεται στο αν το όχημα είναι ασφαλισμένο. Με την ανάλυση των παραπάνω πινάκων ολοκληρώνεται το πεδίο των δεδομένων που πρέπει να εισαχθούν και αφορούν το όχημα ως οντότητα.

Στην συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση των πινάκων που είναι σχετικοί με τις διάφορες επιμέρους πτυχές του οχήματος που είναι τα εξαρτήματα. Ξεκινώντας με τον πίνακα PARTS, εμφανίζονται οι παρακάτω παράμετροι: το part\_id (πρωταρχικό κλειδί του πίνακα), όπου σε αυτό το πεδίο εισάγεται ο αριθμός id του εξαρτήματος που εισάγεται στην βάση, το part\_specs\_id (δευτερεύον κλειδί του πίνακα), όπου εκεί εισάγεται ο αριθμός id που αφορά τα χαρακτηριστικά του εξαρτήματος, το vehicle\_id (δευτερεύον κλειδί του πίνακα) που συνδέεται με το vehicle\_id του πίνακα VEHICLE, το Price που αφορά την τιμή του εξαρτήματος και το Date, όπου αφορά την ημερομηνία από την οποία το συγκεκριμένο εξάρτημα ανήκει στο όχημα που έχει εισαχθεί στην βάση. Στον πίνακα PARTS SPECS, εμφανίζονται οι παρακάτω παράμετροι: part\_specs\_id (πρωταρχικό κλειδί του πίνακα) που συνδέεται με το αντίστοιχο part\_specs\_id του πίνακα PARTS, το Type, όπου αναφέρεται στο είδος του εξαρτήματος, το Brand, όπου αφορά την μάρκα του εξαρτήματος, το Material, όπου αποτελεί το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο το εξάρτημα, το Colour, που αποτελεί το χρώμα του εξαρτήματος, το Country, όπου αναφέρεται στην χώρα κατασκευής του εξαρτήματος και το Manufacture\_date που αναφέρεται στην ημερομηνία της κατασκευής του εξαρτήματος. Στον επόμενο πίνακα που είναι ο PART CONDITION, εμφανίζονται οι

παρακάτω παράμετροι: το `part_condition_id` (πρωταρχικό κλειδί για τον πίνακα), όπου αποτελεί τον αριθμό `id` που αντιστοιχεί στην κατάσταση του εξαρτήματος, το `part_id` (δευτερεύον κλειδί του πίνακα) που συνδέεται με το αντίστοιχο `part_id` του πίνακα `PARTS`, το `Warranty`, όπου αναφέρεται στο αν το εξάρτημα είναι εντός της εγγύησης, το `Life_span`, όπου αντιστοιχεί στον κατά προσέγγιση χρόνο ζωής του εξαρτήματος που δίνεται από τους κατασκευαστές και το `Recyclability`, όπου σε αυτό το πεδίο δηλώνεται αν το εξάρτημα είναι ανακυκλώσιμο ή όχι. Φτάνοντας στον τελευταίο πίνακα που είναι ο `PART HISTORY`, εμφανίζονται οι παρακάτω παράμετροι: το `part_history_id` (πρωταρχικό κλειδί του πίνακα), όπου αντιστοιχεί στον αριθμό `id` που αναφέρεται στο ιστορικό του εξαρτήματος, το `part_id` (δευτερεύον κλειδί του πίνακα) που συνδέεται με το αντίστοιχο `part_id` του πίνακα `PARTS`, το `Action`, όπου αναφέρεται στο γεγονός του ότι αν το εξάρτημα έχει υποστεί κάποια βλάβη ή αν έχει επισκευαστεί, το `Action_date`, όπου αναφέρεται στην ημερομηνία του παραπάνω γεγονότος, δηλαδή αν έχει υποστεί κάποια βλάβη ή επεξεργασία το εξάρτημα και τέλος το `Comment_action`, όπου σε αυτό το πεδίο καταχωρούνται τα σχόλια σχετικά με το συμβάν της βλάβης ή της επεξεργασίας του εξαρτήματος.

## ***4.2 Test cases της προτεινόμενης βάσης***

### ***δεδομένων***

Προκειμένου να ελεγχθεί η λειτουργικότητα και η προσαρμοστικότητα του προσχεδίου αυτού σε διάφορες περιπτώσεις, όπως διαφορετικό είδος οχημάτων, αλλαγή διαφορετικού εξαρτήματος κ.α., πραγματοποιήθηκαν μερικά test cases που αναλύονται στις δυο επόμενες παραγράφους.

#### ***4.2.1 Test case 1: Αντικατάσταση και επαναχρησιμοποίηση μπαταρίας μεγάλου οχήματος***

Στο παρόν σενάριο έχουμε μια μπαταρία που ανήκει σε κάποιο μεγάλο όχημα με `vehicle_id`: 15721000. Η μπαταρία βρίσκεται στο τελευταίο στάδιο χρησιμοποίησής της πριν αντικατασταθεί, καθώς βρίσκεται στο παρόν όχημα για περίπου 200 χιλιάδες χιλιόμετρα και έχει υποστεί μεγάλη καταπόνηση. Η μπαταρία καταχωρείται στο σύστημα με `part_id`: 15201115. Έτσι, στον πίνακα `PARTS` του προσχεδίου συμπληρώνονται τα πεδία του `vehicle_id` και του `part_id`. Το πεδίο του `part_specs_id` συμπληρώνεται με τους κατάλληλους

αριθμούς id όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Το πεδίο της μάρκας της μπαταρίας δεν θα μας απασχολήσει. Επίσης, συμπληρώνεται ότι η συγκεκριμένη μπαταρία έχει χώρα προέλευσης την Ιαπωνία και κοστίζει 400 ευρώ. Προκειμένου η μπαταρία να μην φτάσει στο σημείο να αχρηστευθεί, επιλέγεται να αντικατασταθεί και να υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία ώστε μελλοντικά να χρησιμοποιηθεί ξανά. Πιο συγκεκριμένα, ύστερα από την κατάλληλη επεξεργασία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν κάποια μέρη της, σε κάποια ηλεκτρική μοτοσικλέτα με vehicle\_id: 15210221 και θα κοστίζει 170 ευρώ. Επομένως, συμπληρώνονται τα πεδία του πίνακα PART HISTORY. Στο πεδίο Action αναγράφεται η διαδικασία της αφαίρεσης της μπαταρίας από το όχημα με vehicle\_id: 1 και η τοποθέτηση των μερών που προσκομίσθηκαν ύστερα από επεξεργασία, στην ηλεκτρική μοτοσικλέτα με vehicle\_id: 15210221. Στο πεδίο Date αναγράφεται η ημερομηνία εγκατάστασης της μπαταρία στο μεγάλο όχημα, που είναι 20/11/2015, καθώς και η ημερομηνία της τοποθέτησης των μερών στην ηλεκτρική μοτοσικλέτα, που είναι 21/2/2021. Τέλος, στο πεδίο του Comment\_action, αναγράφονται τα σχόλια της διαδικασίας που ακολουθήθηκε, δηλαδή ότι η αφαίρεση της μπαταρίας με part\_id: 15201115 από το όχημα με vehicle\_id: 15721000, η προσκόμιση των κατάλληλων μερών της μπαταρίας και η τοποθέτηση αυτών στο νέο όχημα με vehicle\_id: 15210221, έγιναν με επιτυχία.

Part_id	Part_specs_id	Vehicle_id	Date	Price
15201115	17676659	15721000	20/11/2015	400



Part_id	Part_specs_id	Vehicle_id	Date	Price
15201115	17676659	15721000	20/11/2015	400
15201115	17888759	15210221	21/2/2021	170

**Εικόνα 11: Αναπαράσταση του test case 1.**

Όπως παρατηρούμε από την περιγραφή της παραπάνω διαδικασίας, η πληροφορία της κατάστασης κα της επεξεργασίας που έχει υποστεί η συγκεκριμένη μπαταρία, μεταβιβάζεται στον νέο χρήστη της, μέσω του part\_id. Πιο συγκεκριμένα όλες οι παραπάνω πληροφορίες αποθηκεύονται στην βάση που κατασκευάστηκε μέσω του part\_id και μπορούν να αντληθούν οποιαδήποτε στιγμή είναι απαραίτητο, πληκτρολογώντας απλά τον κατάλληλο αριθμό στο πεδίο του part\_id. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί το γεγονός της αλλαγής του αριθμού του

vehicle\_id κατά την διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας, καθώς τα μέρη της μπαταρίας τοποθετούνται σε νέο όχημα το οποίο πρέπει να καταχωρηθεί στον πίνακα PARTS.

#### **4.2.2 Test case 2: Αντικατάσταση και επαναχρησιμοποίηση υφάσματος**

##### ***καθισμάτων σπορ αυτοκινήτου***

Στο παρόν σενάριο έχουμε το σύνολο του υφάσματος των καθισμάτων ενός σπορ αυτοκινήτου με vehicle\_id: 15721001. Το συγκεκριμένο αυτοκίνητο είναι 9 ετών και το ύφασμα των καθισμάτων του, όπως είναι λογικό έχει υποστεί διάφορες φθορές. Ο ιδιοκτήτης του συγκεκριμένου οχήματος επιλέγει να αντικαταστήσει το ύφασμα των καθισμάτων, το οποίο καταχωρείται στο προσχέδιο της βάσης που κατασκευάστηκε με part\_id: 15210911. Όπως και στο παραπάνω test case έτσι και εδώ δεν μας απασχολεί η μάρκα του υφάσματος, καθώς επίσης ούτε η χώρα προέλευσης, αλλά ούτε και η τιμή του ανά μέτρο. Μας ενδιαφέρει όμως το υλικό από το οποίο έχει κατασκευαστεί, καθώς και το χρώμα του. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για δερμάτινο ύφασμα, μαύρου χρώματος. Έτσι πέρα από τα part\_id και vehicle\_id του πίνακα PARTS, συμπληρώνονται τα πεδία type, material και colour στον πίνακα PART SPECS. Το πεδίο του part\_specs\_id συμπληρώνεται με τους κατάλληλους αριθμούς id όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Ύστερα από την αφαίρεση του υφάσματος από τα καθίσματα του σπορ αυτοκινήτου, για να επιτευχθεί η μελλοντική επαναχρησιμοποίησή του, πρέπει να υποστεί κάποια επεξεργασία. Εφόσον γίνει επιτυχώς η απαιτούμενη επεξεργασία, προτείνεται να επαναχρησιμοποιηθεί το ύφασμα σε κάποιον cross-sector κλάδο, όπως αυτόν την επιπλοβιομηχανίας. Συγκεκριμένα προτείνεται να εγκατασταθεί σε έναν τετραθέσιο γωνιακό καναπέ. Όμοια με το πρώτο test case, συμπληρώνονται τα πεδία του πίνακα PART HISTORY. Στο πεδίο Action, αναγράφεται η διαδικασία αφαίρεσης του υφάσματος με part\_id: 15210911 από τα καθίσματα του σπορ αυτοκινήτου με vehicle\_id: 15721001 και η χρησιμοποίηση του υφάσματος ύστερα από την κατάλληλη επεξεργασία, στην κατασκευή τετραθέσιου γωνιακού καναπέ. Στο πεδίο Date, αναγράφεται η ημερομηνία της εγκατάστασης του υφάσματος στα καθίσματα του αυτοκινήτου που είναι 21/9/2011 και η ημερομηνία της επαναχρησιμοποίησής του από τον cross sector τομέα που είναι 20/12/2020. Τέλος, στο πεδίο του Comment\_action, αναγράφονται τα σχόλια της διαδικασίας που ακολουθήθηκε, δηλαδή ότι η αφαίρεση του υφάσματος με part\_id: 15210911 από το όχημα με vehicle\_id: 15721001, η απαιτούμενη επεξεργασία του υφάσματος και η τοποθέτησή του στον τετραθέσιο καναπέ, έγιναν με επιτυχία.

Part_id	Part_specs_id	Vehicle_id	Date	Type	Material	Colour
15210911	18676659	15721001	21/9/2011	Fabric	Leather	Black



Part_id	Part_specs_id	Vehicle_id	Date	Type	Material	Colour
15210911	18676659	15721001	21/9/2011	Fabric	Leather	Black
15210911	18888759	-	20/12/2020	Fabric	Leather	Black

**Εικόνα 12: Αναπαράσταση του test case 2.**

# 5

## Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω κεφάλαια συμπεραίνουμε ότι η κυκλική οικονομία αρχικά ως ανάγκη λόγω της σταδιακής εξάντλησης των φυσικών πόρων και έπειτα λόγω του πλήθους των προοπτικών που παρέχει στις επιχειρήσεις, έχει εισέλθει δυναμικά στην κοινωνία και έχει πολλές προοπτικές ανάπτυξης για το μέλλον. Σίγουρα είναι ένα μοντέλο που θα μας απασχολεί όλο και περισσότερο τα επόμενα χρόνια. Όπως παρατηρήθηκε, ένας τομέας που επείγει να ακολουθήσει ένα τέτοιο οικονομικό μοντέλο, είναι ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας, λόγω του ότι κατέχει μεγάλο μερίδιο του παγκόσμιου πλούτου και βλάπτει σοβαρά το περιβάλλον με τα υλικά που καταναλώνει και τα απόβλητα που παράγει. Το εργαλείο που θα εξασφαλίσει την πιο αποτελεσματική και ομαλή μετάβαση σε ένα βιώσιμο οικονομικό μοντέλο κυκλικής οικονομίας στον τομέα της αυτοκίνησης, είναι η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων από τις αυτοκινητοβιομηχανίες. Πιο συγκεκριμένα κρατώντας και αρχειοθετώντας τα δεδομένα των αυτοκινήτων και των εξαρτημάτων που τα απαρτίζουν, θα επιτευχθεί η εξοικονόμηση υλικών καθώς και η μείωση των τοξικών αποβλήτων που καταλήγουν στο περιβάλλον. Κατά την διάρκεια της αναζήτησης της βιβλιογραφικής ανασκόπησης για τους σκοπούς της εργασίας, δεν συγκεντρώθηκαν πολλές πληροφορίες σχετικά με την διαχείριση των δεδομένων των αυτοκινητοβιομηχανιών, κάτι που ήταν αναμενόμενο, σκεπτόμενοι τον ανταγωνισμό των εταιριών αυτοκίνησης, οι οποίες διατηρούν τέτοιου είδους δεδομένα άκρως απόρρητα. Τα ευρήματα που καταφέραμε να συγκεντρώσουμε επιβεβαιώθηκαν από κάποιον practitioner του κλάδου, ο οποίος με την σειρά του, μέσω των πληροφοριών που μας έδωσε κατά την διάρκεια της συνέντευξης, επιβεβαίωσε ότι στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας όλα είναι πλήρως κωδικοποιημένα και η διαχείριση των κωδικοποιημένων δεδομένων είναι ιδιαίτερα σημαντική. Εν κατακλείδι, το απότοκο της συγκεκριμένης εργασίας είναι η σημασία που πρέπει να δοθεί στην συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων στον τομέα της

αυτοκινητοβιομηχανίας, καθώς μέσω αυτής θα ξεπεραστούν πολλά εμπόδια και θα εξοικονομηθεί πολύτιμος χρόνος για την μετάβαση σε ένα βιώσιμο μοντέλο κυκλικής οικονομίας.

## ***5.1 Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη***

Στο κεφάλαιο 4 της εργασίας δημιουργήθηκε το προσχέδιο μιας βάσης δεδομένων, προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις των αυτοκινητοβιομηχανιών. Το γεγονός ότι είναι προσχέδιο, παρόλο που πραγματοποιήθηκαν και test cases ώστε να επιβεβαιωθεί η αποτελεσματικότητα του εργαλείου αυτού, γεννά την ανάγκη να υλοποιηθεί μελλοντικά σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Έτσι δεδομένης της ελεύθερης πρόσβασης που υπάρχει στο συγκεκριμένο μοντέλο, προτείνεται ως αντικείμενο για περαιτέρω μελέτη η ψηφιοποίηση του προσχεδίου σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού όπως Python, SQL, Lisp κ.α.

Επιπροσθέτως, όπως μπορούμε εύκολα να αντιληφθούμε το ζήτημα της μετάβασης σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας είναι φλέγων στις μέρες μας, επομένως θεωρείται απαραίτητη η συνέχιση της μελέτης γύρω από αυτό το ζήτημα και σε άλλους τομείς της βιομηχανίας.



# 6

## Παράρτημα

### 6.1 Words Map

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζεται ένας παγκόσμιος χάρτης που δημιουργείται από το σύνολο των περισσότερο χρησιμοποιούμενων λέξεων κατά την διάρκεια της συγγραφής της παρούσας εργασίας, καθώς επίσης και της βιβλιογραφικής αναζήτησης. Το online εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή αυτής της εικόνας είναι το [wordclouds.com](http://wordclouds.com).



**Εικόνα 13: Word Map των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων λέξεων στην εργασία (wordclouds.com).**

## **6.2 Συνέντευξη με practitioner**

Σε αυτό το μέρος του παραρτήματος παρατίθενται οι ερωτήσεις που έγιναν στον practitioner κατά την διάρκεια της συνέντευξης καθώς και οι απαντήσεις που δόθηκαν από εκείνον.

**Ερώτηση 1:** Ποια είναι η αρμοδιότητα σας στην εταιρεία logistics που εργάζεστε και ποια η σχέση αυτής με την εταιρία αυτοκινητοβιομηχανίας;

**Απάντηση 1:** Εργάζομαι στην συγκεκριμένη εταιρεία logistics ως οδηγός-μεταφορέας και η αρμοδιότητά μου είναι να μεταφέρω εξαρτήματα που θα απαρτίσουν ένα αυτοκίνητο της συγκεκριμένης εταιρείας αυτοκινητοβιομηχανίας.

**Ερώτηση 2:** Τι είδους εξαρτήματα μεταφέρετε;

**Απάντηση 2:** Η εταιρία που εργάζομαι είναι υπεύθυνη για την μεταφορά και φύλαξη εξαρτημάτων όπως προφυλακτήρες, καθίσματα και οροφές της συγκεκριμένης εταιρείας. Η φύλαξη γίνεται σε ειδικά διαμορφωμένες αποθήκες που ανήκουν στην εταιρεία που εργάζομαι.

**Ερώτηση 3:** Τι συμβαίνει σε περίπτωση κάποιου ελαττωματικού εξαρτήματος;

**Απάντηση 3:** Αν υπάρχει κάποιο ελαττωματικό εξάρτημα αποστέλλεται πίσω στα κεντρικά της αυτοκινητοβιομηχανίας και αν μπορεί να επισκευασθεί, περνάει από αυτό το στάδιο, αλλιώς πηγαίνει για ανακύκλωση, καθώς πρόκειται για μια premium εταιρεία.

**Ερώτηση 4:** Η εταιρεία logistic που εργάζεστε κρατάει ιστορικό και αν ναι πώς διαχειρίζεται αυτά τα δεδομένα;

**Απάντηση 4:** Προφανώς είναι όλα κωδικοποιημένα και συμπληρώνεται το κατάλληλο ιστορικό με τα απαιτούμενα σχόλια, δυστυχώς όμως δεν είμαι σε θέση να σας δώσω περισσότερες πληροφορίες.

**Ερώτηση 5:** Γνωρίζετε αν η αυτοκινητοβιομηχανία χρησιμοποιεί κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο για την συλλογή και την επεξεργασία δεδομένων, στο οποίο έχετε και εσείς πρόσβαση;

**Απάντηση 5:** Γνωρίζω ότι επίσης και εκεί είναι όλα κωδικοποιημένα, όμως και πάλι δεν είμαι σε θέση να δώσω περισσότερες πληροφορίες.

**Ερώτηση 6:** Η τελευταία ερώτηση που θα ήθελα να σας κάνω είναι αν κρατάτε εσείς ο ίδιος ιστορικό και δεδομένα για το όχημα που χρησιμοποιείτε.

**Απάντηση 6:** Το όχημα που οδηγώ είναι τελευταίας τεχνολογίας και για το μόνο που είμαι υπεύθυνος είναι να έχει πάντα καύσιμα και να διατηρώ ακέραιη την εξωτερική του εμφάνιση. Όλα τα υπόλοιπα καταγράφονται από το ίδιο το όχημα και σε περίπτωση που προκύψει κάποιο πρόβλημα ή βλάβη, η εταιρεία που εργάζομαι είναι υπεύθυνη να το στείλει στην αντιπροσωπεία που αγοράστηκε ώστε να επισκευαστεί. Το ίδιο ισχύει και για τις περιπτώσεις που το όχημα χρειάζεται service.

### ***6.3 Online εργαλείο για την κατασκευή του προσχεδίου της προτεινόμενης βάσης***

Για την κατασκευή του προσχεδίου της προτεινόμενης βάσης που κατασκευάστηκε και αναλύθηκε στο κεφάλαιο 4, χρησιμοποιήσαμε το online εργαλείο ***lucid.app***.

# 7

## *Βιβλιογραφία*

- [1] Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2012), «ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ CARS 2020: Σχέδιο δράσης για μια ανταγωνιστική και βιώσιμη αυτοκινητοβιομηχανία στην Ευρώπη».
- [2] Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2014), Πολιτική Συνοχής 2014 – 2020, Βρυξέλλες.
- [3] Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2014), «Προς μια κυκλική οικονομία: πρόγραμμα μηδενικών αποβλήτων για την Ευρώπη», COM(2014) 398 final, Βρυξέλλες.
- [4] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Δελτίο τύπου (2015), «"Κλείσιμο του κύκλου": η Επιτροπή εγκρίνει νέα, φιλόδοξη δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία, με στόχο την 96 τόνωση της ανταγωνιστικότητας, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης, Βρυξέλλες.
- [5] Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2016), «Νέο Θεματολόγιο Δεξιοτήτων για την Ευρώπη - Συνεργασία για την ενίσχυση του ανθρώπινου δυναμικού, της απασχολησιμότητας και της ανταγωνιστικότητας», 10.6.2016, COM(2016) 381 final, Βρυξέλλες.
- [6] Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2017), «Έγγραφο Εργασίας των Υπηρεσιών της Επιτροπής - Επισκόπηση της εφαρμογής της περιβαλλοντικής νομοθεσίας της Ε.Ε. - Έκθεση χώρας - ΕΛΛΑΔΑ», 3.2.2017 SWD(2017) 41 final, Βρυξέλλες.
- [7] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Οικοκαινοτομία, βασικός παράγοντας για τη μελλοντική ανταγωνιστικότητα της Ευρώπης».
- [8] Ellen MacArthur Foundation, "The circular Economy Applied to the Automotive Industry", 2012
- [9] Ellen MacArthur Foundation, "Towards the Circular Economy. Issue vol.1.", 2013.

- [10] Ellen MacArthur Foundation (2015), “Intelligent Assets: Unlocking the circular economy potential”.
- [11] Ellen MacArthur Foundation, “Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition”, 2015.
- [12] Αβανίδης Ν. (2017), «Η κυκλική οικονομία των προϊόντων και η ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμμάτων τους», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Θεσσαλονίκη.
- [13] Rok A. (2016), “Circular economy: another buzzword or your city’s future?” διατίθεται στην ιστοσελίδα, <http://urbact.eu/circular-economy-anotherbuzzword-or-your-city%E2%80%99s-future>.
- [14] “Κυκλική οικονομία – Σύνδεσμος Βιομηχανιών Πλαστικών Ελλάδος.” <https://www.ahpi.gr/kykliki-oikonomia>.
- [15] & M. and Company, “The circular economy: Moving from theory to practice”, 2016.
- [16] Κ. Δ. Μπύρου, “Διερεύνηση των διαδικασιών στο πλαίσιο ανάπτυξης της Κυκλικής Οικονομίας για τις Ελληνικές επιχειρήσεις” ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, 2019
- [17] McKinsey & Company, “RACE 2050 – A VISION FOR THE EUROPEAN AUTOMOTIVE INDUSTRY”, 2019.
- [18] “ACEA - European Automobile Manufacturers’ Association.” <https://www.acea.be/statistics/tag/category/employment-trends>.
- [19] “Circular Economy | ACEA - European Automobile Manufacturers’ Association.” <https://www.acea.be/industry-topics/tag/category/circular-economy>.
- [20] M.-P. Todor and I. Kiss, “SYSTEMATIC APPROACH ON MATERIALS SELECTION IN THEAUTOMOTIVE INDUSTRY FOR MAKING VEHICLES LIGHTER, SAFER ANDMORE FUEL – EFFICIENT”, 2016.
- [21] T. Gallone and A. Zeni-Guido, “Closed-loop polypropylene, an opportunity for the automotive sector”, F. Actions Sci. Reports, 2019.
- [22] A. Fysikopoulos, D. Anagnostakis, K. Salonitis, and G. Chryssolouris, “An empirical study of the energy consumption in automotive assembly”, in Procedia CIRP, Jan. 2012, vol. 3, no. 1, pp. 477–482, doi: 10.1016/j.procir.2012.07.082.
- [23] M. S. Babel, E. Oo, V. R. Shinde, A. G. Kamalamma, and A. Haarstrick, “Comparative study of water and energy use in selected automobile manufacturing 135 industries”, J. Clean. Prod., vol. 246, p. 118970, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118970.

- [24] J. Warsen, M. Laumer, and W. Momberg, “Comparative Life Cycle Assessment of Remanufacturing and New Manufacturing of a Manual Transmission”, in *Glocalized Solutions for Sustainability in Manufacturing*, Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 67–72.
- [25] Y. C. Wong, K. M. Al-Obaidi, and N. Mahyuddin, “Recycling of end-of-life vehicles (ELVs) for building products: Concept of processing framework from automotive to construction industries in Malaysia”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 190. Elsevier Ltd, pp. 285–302, Jul. 20, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.04.145.
- [26] “EUR-Lex - 32000L0053 - EN - EUR-Lex.” <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32000L0053>.
- [27] “Toyota Environmental - Maximising recyclability.” <https://www.toyota-europe.com/world-of-toyota/feel/environment/better-earth/recycle>.
- [28] “Data Management/Data Warehousing information, news and tips - SearchDataManagement.”, 2021, <https://searchdatamanagement.techtarget.com>.
- [29] Pagoropoulos, A., Pigosso, D. C. A., & McAloone, T. C. (2017). The Emergent Role of Digital Technologies in the Circular Economy: A Review. *Procedia CIRP*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.047>.
- [30] Antikainen, M., Uusitalo, T., & Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an Enabler of Circular Economy. *Procedia CIRP*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.027>.
- [31] Caserta – Data Analytics, <https://caserta.com/enterprise-data-management/corporate-data-pyramid/>.
- [32] Hirz, M., Rossbacher, P., & Gulánová, J. (2017). Future trends in CAD—from the perspective of automotive industry. *Computer-Aided Design and Applications*, 14(6), 734–741. <https://doi.org/10.1080/16864360.2017.1287675>.
- [33] May, A., & Carter, C. (2001). A case study of virtual team working in the European automotive industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27(3). [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(00\)00048-2](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(00)00048-2).
- [34] Müller, D., Herbst, J., Hammori, M., & Reichert, M. (2006). *IT Support for Release Management Processes in the Automotive Industry*. [https://doi.org/10.1007/11841760\\_26](https://doi.org/10.1007/11841760_26).
- [35] Wöhlke, G., & Schiller, E. (2005). Digital Planning Validation in automotive industry. *Computers in Industry*, 56(4). <https://doi.org/10.1016/j.compind.2005.01.010>.
- [36] Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>.

- [37] Rajput, S., & Singh, S. P. (2019). Connecting circular economy and industry 4.0. *International Journal of Information Management*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.03.002>.
- [38] Pagliaro, M., & Meneguzzo, F. (2019). Lithium battery reusing and recycling: A circular economy insight. *Heliyon*, 5(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01866>
- [39] Aguilar Esteva, L. C., Kasliwal, A., Kinzler, M. S., Kim, H. C., & Keoleian, G. A. (2020). Circular economy framework for automobiles: Closing energy and material loops. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi.org/10.1111/jiec.13088>.
- [40] Cusenza, M. A., Guarino, F., Longo, S., Ferraro, M., & Cellura, M. (2019). Energy and environmental benefits of circular economy strategies: The case study of reusing used batteries from electric vehicles. *Journal of Energy Storage*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.100845>.
- [41] Han, J., Heshmati, A., & Rashidghalam, M. (2020). Circular Economy Business Models with a Focus on Servitization. *Sustainability*, 12(21). <https://doi.org/10.3390/su12218799>.
- [42] Kouhizadeh, M., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2020). Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice. *Production Planning & Control*, 31(11–12). <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1695925>.
- [43] Agyemang, M., Kusi-Sarpong, S., Khan, S. A., Mani, V., Rehman, S. T., & Kusi-Sarpong, H. (2019). Drivers and barriers to circular economy implementation. *Management Decision*, 57(4). <https://doi.org/10.1108/MD-11-2018-1178>.
- [44] Despeisse, M., Kishita, Y., Nakano, M., & Barwood, M. (2015). Towards a Circular Economy for End-of-Life Vehicles: A Comparative Study UK – Japan. *Procedia CIRP*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.122>.
- [45] Cucchiella, F., D’Adamo, I., Rosa, P., & Terzi, S. (2016). Automotive printed circuit boards recycling: an economic analysis. *Journal of Cleaner Production*, 121. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.122>.
- [46] Khodier, A., Williams, K., & Dallison, N. (2018). Challenges around automotive shredder residue production and disposal. *Waste Management*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.008>.
- [47] Jensen, J. P., & Remmen, A. (2017). Enabling Circular Economy Through Product Stewardship. *Procedia Manufacturing*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.048>
- [48] Baars, J., Domenech, T., Bleischwitz, R., Melin, H. E., & Heidrich, O. (2020). Circular economy strategies for electric vehicle batteries reduce reliance on raw materials. *Nature Sustainability*. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00607-0>.

- [49] Soo, V. K., Compston, P., & Doolan, M. (2016). Is the Australian Automotive Recycling Industry Heading towards a Global Circular Economy? – A Case Study on Vehicle Doors. *Procedia CIRP*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.099>.
- [50] Yadav, G., Luthra, S., Jakhar, S. K., Mangla, S. K., & Rai, D. P. (2020). A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case. *Journal of Cleaner Production*, 254. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120112>.
- [51] Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., & Cluzel, F. (2018). Heavy vehicles on the road towards the circular economy: Analysis and comparison with the automotive industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.06.017>.
- [52] Charnley, F., Tiwari, D., Hutabarat, W., Moreno, M., Okorie, O., & Tiwari, A. (2019). Simulation to Enable a Data-Driven Circular Economy. *Sustainability*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/su11123379>.
- [53] Maldonado-Guzmán, G., Garza-Reyes, J. A., & Pinzón-Castro, Y. (2020). Eco-innovation and the circular economy in the automotive industry. *Benchmarking: An International Journal*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2020-0317>.
- [54] Kalverkamp, M., & Raabe, T. (2018). Automotive Remanufacturing in the Circular Economy in Europe. *Journal of Macromarketing*, 38(1). <https://doi.org/10.1177/0276146717739066>.
- [55] Ge, X., & Jackson, J. (2014). The Big Data Application Strategy for Cost Reduction in Automotive Industry. *SAE International Journal of Commercial Vehicles*, 7(2). <https://doi.org/10.4271/2014-01-2410>.
- [56] Pisitsankhakarn, R., & Vassanadumrongdee, S. (2020). Enhancing purchase intention in circular economy: An empirical evidence of remanufactured automotive product in Thailand. *Resources, Conservation and Recycling*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104702>.
- [57] Lucia Tramutola. (2019). *Data sharing for a circular economy*. TU Delft.
- [58] Turner, C., Okorie, O., Emmanouilidis, C., & Oyekan, J. (2020). A Digital Maintenance Practice Framework for Circular Production of Automotive Parts. *IFAC-PapersOnLine*, 53(3). <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.11.004>