



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Τίτλος

**Ανάπτυξη πλαισίου και εφαρμογής για την αξιολόγηση της
πορείας της αυτοκινητοβιομηχανίας προς την κυκλική οικονομία**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

**Θηβαίος Αναστάσιος
Λιακόπουλος Ηλίας**

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

Αθήνα, Οκτώβρης 2020



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

Τίτλος

Ανάπτυξη πλαισίου και εφαρμογής για την αξιολόγηση της πορείας της αυτοκινητοβιομηχανίας προς την κυκλική οικονομία

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

Όνομα

**Θηβαίος Αναστάσιος
Λιακόπουλος Ηλίας**

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

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 27^η Οκτωβρίου 2020.

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

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

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

Αθήνα, Οκτώβρης 2020

.....

ΟΝΟΜΑ Αναστάσιος Θηβαίος, Ηλίας Λιακόπουλος

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

© 2019 – All rights reserve Αναστάσιος Θηβαίος, Ηλίας Λιακόπουλος

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 τους συγγραφείς και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Το θέμα της βιώσιμης ανάπτυξης και των νέων μορφών παραγωγής και κατανάλωσης υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής βρίσκεται στο επίκεντρο όλων των δραστηριοτήτων στη αυτοκινητοβιομηχανία. Στο παρόν οικονομικό μοντέλο γραμμικής οικονομίας οι εταιρίες και οι επιχειρήσεις βασίζονται στην εξόρυξη των πόρων ,αξιοποιούν ενέργεια και εργασία για την παραγωγή ενός προϊόντος το οποίο θα το πουλήσουν σε έναν τελικό καταναλωτή, ο οποίος με τη σειρά του θα το απορρίψει. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση η οποία βασίζεται στην κατανάλωση παρά στην αναγεννητική χρήση των πόρων παρουσιάζει μεγάλες σπατάλες πόρων, με αποτέλεσμα μεγάλες οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες. Το μοντέλο αυτό θεωρείται σήμερα μη βιώσιμο και για το λόγο αυτό οι διαδικασίες παραγωγής όπως έχουν διαμορφωθεί μέχρι τώρα χρειάζονται επαναπροσδιορισμό. Η ανάγκη αυτή έχει οδηγήσει επιχειρήσεις, κυβερνητικούς φορείς και εκπαιδευτικά ιδρύματα στην ανάπτυξη ενός νέου οικονομικού μοντέλου αυτού της Κυκλικής Οικονομίας. Η Κυκλική Οικονομία αναφέρεται σε ένα οικονομικό μοντέλο το οποίο είναι αναγεννητικό από πρόθεση και σχεδιασμό, βασίζεται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ,ελαχιστοποιεί ,ανιχνεύει και εξαλείφει τα απόβλητα με προσεκτικό σχεδιασμό. Ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας είναι από τις σημαντικότερες βιομηχανίες στην Ευρώπη συμβάλλοντας στην οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική ευημερία και ανάπτυξη της Ευρώπης. Επειδή η αυτοκινητοβιομηχανία καταναλώνει μεγάλες ποσότητες πρώτων υλών ,ενέργειας και νερού καθώς και παράγει μεγάλους όγκους αποβλήτων είναι ανάγκη να δημιουργηθεί ένα καθολικό πλαίσιο παρακολούθησης το οποίο θα χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για την υιοθέτηση μοντέλων κυκλικής οικονομίας. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο βασικών δεικτών που θα αξιολογεί το βαθμό στον οποίο οι εταιρίες χρησιμοποιούν μοντέλα κυκλικής οικονομίας. Το πλαίσιο θα συνοδευτεί από μια εφαρμογή / εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις βιομηχανίες για να αξιολογήσουν το κατά πόσο ακολουθούν τα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας. Η εργασία περιλαμβάνει βιβλιογραφική έρευνα στους τομείς ενδιαφέροντος και καλύπτει τις τρέχουσες πρακτικές. Η διαδικτυακή εφαρμογή αναπτύχθηκε με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Python και εξετάζει το κατά πόσο ένα προϊόν έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με το καθολικό πλαίσιο-μοντέλο, ακολουθώντας ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας. Ο έλεγχος θα πραγματοποιείται με βάση τόσο τις προδιαγραφές του προϊόντος όσο και με βάση των τιμών που εισάγει ο τελικός χρήστης.

Λέξεις Κλειδιά: Κυκλική οικονομία, Βιώσιμη Ανάπτυξη, Αυτοκινητοβιομηχανία, Ανακύκλωση οχημάτων, Επαναχρησιμοποίηση εξαρτημάτων, Διαχείριση Αποβλήτων , Αποσυναρμολόγηση οχημάτων

Abstract

The issue of sustainable development and new forms of production and consumption in the light of climate change is at the heart of all activities in the automotive industry. In the current economic model of linear economy, companies and enterprises rely on the extraction of resources, utilizing energy and labor to produce a product which they will sell to an end consumer, who in turn will reject it. However, this approach, which is based on consumption rather than regenerative use of resources, is a waste of resources, resulting in major economic and environmental consequences. This model is currently considered unsustainable and for this reason the production processes as they have been formed so far need to be redefined. This need has led businesses, government agencies and educational institutions to develop a new economic model of the Circular Economy. Circular Economy refers to an economic model that is regenerative in purpose and design, based on renewable energy sources, minimizes, detects and eliminates waste with careful planning. The automotive sector is one of the most important industries in Europe, contributing to Europe's economic, social and environmental prosperity and development. Because the automotive industry consumes large quantities of raw materials, energy and water as well as produces large volumes of waste, it is necessary to create a universal monitoring framework that will be used as a guide for the adoption of circular economy models. The purpose of this dissertation is to create a framework of key indicators that will assess the extent to which companies use circular economy models. The framework will be accompanied by an application / tool that can be used by industries to assess whether they follow the standards of the circular economy. The work includes bibliographic research in the areas of interest and covers current practices. The web application was developed using the Python programming language and examines whether a product has been built according to the universal model framework, following a circular economy model. The test will be performed based on both the product specifications and the prices entered by the end user.

Keywords: circular economy, sustainable development, automotive industry, recycling of end of life vehicles, reuse of components, remanufacture, waste management, disassembly of vehicle

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητή του Ε.Μ.Π. Δημήτριου Ασκούνη, τον οποίο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα για την δυνατότητα που μας έδωσε να μελετήσουμε ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα και να διευρύνουμε τις γνώσεις μας γύρω από αυτό.

Επίσης, ευχαριστούμε τους ερευνητές κ. Ελένη Κανέλλου και κ. Παναγιώτη Καψάλη, για την πολύτιμη βοήθεια που μας παρείχαν κατά τη διάρκεια της διπλωματικής και τις χρήσιμες συμβουλές τους.

Τέλος, τη μεγαλύτερη ευγνωμοσύνη την οφείλουμε στις οικογένειες μας οι οποίες είναι πάντα δίπλα μας τόσο στις σπουδές όσο και σε κάθε βήμα της ζωής μας, δείχνοντάς μας την αμέριστη αγάπη και υποστήριξή τους.

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	6
1.1	Τίτλος.....	6
1.2	Αντικείμενο διπλωματικής.....	7
1.3	Οργάνωση κειμένου.....	7
2	Κυκλική οικονομία	10
2.1	Μετάβαση από την γραμμική στην κυκλική οικονομία.....	10
2.1.1	<i>Οι αρχές στις οποίες βασίζεται η κυκλική οικονομία.....</i>	<i>14</i>
2.1.2	<i>Πηγές δημιουργίας αξίας της κυκλικής οικονομίας</i>	<i>16</i>
2.1.3	<i>Επιχειρηματικές δράσεις στην κυκλική οικονομία.</i>	<i>18</i>
2.1.4	<i>Πλεονεκτήματα κυκλικής οικονομίας.</i>	<i>20</i>
2.1.5	<i>Εμπόδια για την μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία.....</i>	<i>21</i>
2.2	Ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας.....	22
2.2.1	<i>Παραγωγή και κατανάλωση στην αυτοκινητοβιομηχανία.....</i>	<i>25</i>
2.2.2	<i>Οχήματα στο τέλος της ζωής τους.</i>	<i>30</i>
3	Πλαίσιο παρακολούθησης προόδου προς μια κυκλική οικονομία	33
3.1	Πλαίσιο παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης	34
3.1.1	<i>Παραγωγή και κατανάλωση</i>	<i>35</i>
3.1.2	<i>Διαχείριση αποβλήτων.....</i>	<i>44</i>
3.1.3	<i>Δευτερογενείς πρώτες ύλες</i>	<i>55</i>
3.1.4	<i>Ανταγωνισμός και Καινοτομία</i>	<i>62</i>
3.2	Πλαίσιο παρακολούθησης της Κίνας.....	66
3.3	Πλαίσιο παρακολούθησης του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης.....	67
4	Πλαίσιο παρακολούθησης για την αυτοκινητοβιομηχανία	70
4.1	Μεθοδολογία.....	70
4.1.1	<i>Παραγωγή και κατανάλωση</i>	<i>70</i>
4.1.2	<i>Διαχείριση αποβλήτων.....</i>	<i>73</i>
4.1.3	<i>Δευτερογενείς πρώτες ύλες</i>	<i>74</i>

4.1.4	<i>Ανταγωνισμός και Καινοτομία</i>	75
5	Εργαλεία και τεχνολογίες	77
5.1	Frontend	77
5.1.1	<i>HTML</i>	77
5.1.2	<i>CSS</i>	78
5.1.3	<i>Javascript</i>	78
5.1.4	<i>jQuery</i>	78
5.1.5	<i>Bootstrap</i>	78
5.1.6	<i>Chart.js</i>	79
5.2	Backend	79
5.2.1	<i>Python</i>	80
5.2.2	<i>Flask</i>	80
5.3	PyCharm	80
5.4	Ανάλυση κώδικα Python	81
5.4.1	<i>Secondary_Materials.py</i>	82
5.4.2	<i>help.py</i>	82
5.4.3	<i>allTogether.py</i>	83
5.4.4	<i>app.Py</i>	85
5.5	Αρχιτεκτονική του τεχνικού εργαλείου	86
6	Παρουσίαση της εφαρμογής	87
6.1.1	<i>Αρχική σελίδα</i>	87
6.1.2	<i>Καρτέλα Indicators</i>	88
6.1.3	<i>Παραγωγή και Κατανάλωση</i>	88
6.1.4	<i>Διαχείριση Αποβλήτων</i>	89
6.1.5	<i>Δευτερογενείς Ύλες</i>	90
6.1.6	<i>Ανταγωνιστικότητα και Καινοτομία</i>	90
6.1.7	<i>Φόρμα Δεδομένων</i>	91
6.1.8	<i>Αποτελέσματα</i>	91
6.1.9	<i>Επιπλέον Χαρακτηριστικά</i>	92
6.2	Δοκιμές	93
6.2.1	<i>Πρώτη δοκιμή</i>	94

6.2.2	<i>Δεύτερη δοκιμή</i>	100
7	Συμπεράσματα	106
7.1	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	108
8	Παράρτημα	109
8.1	Πίνακας 1 Σύστημα δεικτών κυκλικής οικονομίας της Κίνας σε μακροοικονομικό επίπεδο (macro-level)	109
8.2	Πίνακας 2 Σύστημα αξιολόγησης δεικτών κυκλικής οικονομίας της Κίνας σε βιομηχανικό επίπεδο (industrial park meso-level).....	110
8.3	Πίνακας 3 Σύστημα δεικτών κυκλικής οικονομίας της Κίνας σε μακροοικονομικό επίπεδο (macro-level)	111
8.4	Πίνακας 4 Σύστημα αξιολόγησης δεικτών κυκλικής οικονομίας της Κίνας σε βιομηχανικό επίπεδο (industrial park meso-level).....	115
8.5	Green growth indicators.....	117
8.6	Πίνακας 6 Πλαίσιο παρακολούθησης της αυτοκινητοβιομηχανίας για την αξιολόγηση της πορείας της προς την κυκλική οικονομία.	124
8.7	Αρχεία Python.....	132
9	Βιβλιογραφία	133

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Παρατηρούμε την μεταβλητότητα στις τιμές της ενέργειας , των μετάλλων , και των γεωργικών προϊόντων, καθώς και μια αύξηση από το 2000 και έπειτα [2].	11
Εικόνα 2: Γραμμική και Κυκλική οικονομία[8].....	13
Εικόνα 3 Η ισχύς του εσωτερικού κύκλου, η ισχύς τους κύκλου μεγαλύτερης διάρκειας, η ισχύς της διαδοχικής χρήσης, η ισχύς των καθαρών εισροών [12].	18
Εικόνα 4-Πλαίσιο επιχειρηματικών δράσεων προς μια κυκλική οικονομία [4].	19
Εικόνα 5 - Οι άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας που παρέχει ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση την περίοδο 2014-2018 [16].....	23
Εικόνα 6 - Κατανάλωση ενέργειας κατά την φάση της παραγωγής από το 2015 έως το 2019 [22].	29
Εικόνα 7 - Επεξεργασία των οχημάτων στο τέλος της ζωής τους [28].	32
Εικόνα 8 - Οι δέκα δείκτες του πλαισίου παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης[30].....	34
Εικόνα 9- Αυτάρκεια τις Ευρωπαϊκής Ένωσης για πρώτες ύλες το 2016 [32].	38
Εικόνα 10 - Παραγωγή αστικών αποβλήτων[32].	41
Εικόνα 11- Ποσοστό ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων [33]	47
Εικόνα 12 - Ποσοστό ανακύκλωσης αποβλήτων εξαιρουμένων των κύριων ορυκτών αποβλήτων για τις περιόδους 2012-2014-2016[33].	49
Εικόνα 13 - Ποσοστό ανακύκλωσης συσκευασίας για τις περιόδους 2015 -2016-2017 [33]. ..	51
Εικόνα 14 - Ποσοστά εισόδου ανακύκλωσης υλικών στο τέλος της ζωής τους[33].	57
Εικόνα 15 - Ποσοστό κυκλικής χρήσης υλικού για τις περιόδους 2015-2016-2017 [33].	60
Εικόνα 16 - Ακαθάριστες επενδύσεις σε υλικά αγαθά (ποσοστό του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ) σε τρέχουσες τιμές) για τις περιόδους 2015-2016-2017[33].	64
Εικόνα 17 - Πλαίσιο αξιολόγησης για την αυτοκινητοβιομηχανία.....	76
Εικόνα 18 - Back end	79
Εικόνα 19 - Δομή αρχείων (τα τετράγωνα αναπαριστούν φακέλους και οι κύκλοι αρχεία). ..	81
Εικόνα 20 - Κλάση Τρίτης Κατηγορίας Δεδομένων	82
Εικόνα 21 - Βοηθητικό Αρχείο help.py.....	82
Εικόνα 22- Κλάση Συνόλου Δεδομένων	83
Εικόνα 23 - Μέθοδος Επεξεργασίας Συνόλου Δεδομένων	84
Εικόνα 24 - Αρχείο app.py	85
Εικόνα 25 - Αρχιτεκτονική εργαλείου.....	86
Εικόνα 26 - Καρτέλα Home (Αρχική σελίδα).....	88
Εικόνα 27 - Δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης.	89
Εικόνα 28 - Δείκτες της κατηγορίας Διαχείρισης Αποβλήτων.....	89
Εικόνα 29 - Δείκτες της κατηγορίας δευτερογενών πρώτων υλών.	90

Εικόνα 30 - Δείκτες της κατηγορίας Ανταγωνιστικότητα και Καινοτομία	90
Εικόνα 31 - Καρτέλα Rate me (αξιολόγηση).	91
Εικόνα 32 - Καρτέλα Industry Results.	92
Εικόνα 33 - Διάγραμμα εξέλιξης τιμής.	93
Εικόνα 34 - Πληροφορίες δεικτών.	93
Εικόνα 35 - Εισαγωγή στοιχείων αυτοκινητοβιομηχανίας.....	94
Εικόνα 36 - Εισαγωγή περιόδων που θέλουμε να αξιολογήσουμε	94
Εικόνα 37 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης.....	95
Εικόνα 38 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης.....	95
Εικόνα 39 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης.....	96
Εικόνα 40 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας διαχείρισης αποβλήτων	96
Εικόνα 41 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας διαχείρισης αποβλήτων	97
Εικόνα 42 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας δευτερογενών πρώτων υλών	97
Εικόνα 43 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας ανταγωνιστικότητας και καινοτομίας.....	98
Εικόνα 44 – Αποτελέσματα πρώτης δοκιμής	98
Εικόνα 45 - Εισαγωγή στοιχείων αυτοκινητοβιομηχανίας.....	100
Εικόνα 46 - Εισαγωγή περιόδων που θέλουμε να αξιολογήσουμε	100
Εικόνα 47 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης.....	101
Εικόνα 48 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης.....	101
Εικόνα 49- Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης	102
Εικόνα 50 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας διαχείρισης αποβλήτων ...	102
Εικόνα 51 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας διαχείρισης αποβλήτων ...	103
Εικόνα 52 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας δευτερογενών πρώτων υλών	103
Εικόνα 53 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας ανταγωνιστικότητας και καινοτομίας.....	104
Εικόνα 54 - Αποτελέσματα δεύτερης δοκιμής.	104

1

Εισαγωγή

1.1 Τίτλος

Η Κυκλική Οικονομία αποτελεί εκείνο το πρότυπο παραγωγής και κατανάλωσης το οποίο στοχεύει να αποτελέσει την Ευρωπαϊκή αλλά και παγκόσμια απάντηση σε μια σειρά πιεστικών προκλήσεων, με σημαντικότερες την κλιματική κρίση, την αλόγιστη χρήση των υπαρχουσών πλουτοπαραγωγικών πηγών, την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και την καταστροφή των οικοσυστημάτων. Το κυκλικό μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης μπορεί να συμβάλει αποφασιστικά στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων και στην εν γένει προστασία των οικοσυστημάτων, μέσω της σχεδίασης και παραγωγής οικολογικών προϊόντων, της αύξησης του χρόνου ζωής τους στο πλαίσιο της οικονομίας, της ορθής ανακύκλωσής τους και της επαναχρησιμοποίησης των πρώτων υλών που ανακτώνται για τη δημιουργία νέων προϊόντων και υπηρεσιών. Μια βιομηχανία που είναι αναγκαίο να ακολουθήσει τα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας είναι αυτή της αυτοκινητοβιομηχανίας της Ευρώπης. Η αυτοκινητοβιομηχανία είναι από τις σημαντικότερες βιομηχανίες στην Ευρώπη συμβάλλοντας στην οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική ευημερία και ανάπτυξη. Ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας παρέχει άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας σε 13,8 εκατομμύρια Ευρωπαίους ,αντιπροσωπεύοντας το 6,1% της συνολικής απασχόλησης στην Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Ευρωπαϊκή Ένωση συγκαταλέγεται μεταξύ των μεγαλύτερων παραγωγών μηχανοκίνητων οχημάτων στον κόσμο και ο τομέας αντιπροσωπεύει τον μεγαλύτερο ιδιωτικό επενδυτή στην έρευνα και ανάπτυξη. Ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας στην Ευρώπη έχει δεσμευτεί να εφαρμόσει μια πιο κυκλική οικονομία με στόχο να μειώσει τον περιβαλλοντικό της αντίκτυπο, να κάνει αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων και να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας συμβάλλοντας στην οικονομία της Ευρώπης.

1.2 Αντικείμενο διπλωματικής

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να αναπτύξει ένα καθολικό πλαίσιο που αποτελείται από ένα σύνολο δεικτών ώστε να μπορεί η αυτοκινητοβιομηχανία να συμβαδίζει με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Το πλαίσιο που αναπτύχθηκε είναι βασισμένο στο πλαίσιο παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την παρακολούθηση της οικονομίας της Ευρώπης. Το πλαίσιο παρακολούθησης που αναπτύχθηκε χωρίζεται σε τέσσερις θεματικές ενότητες οι οποίες είναι: παραγωγή και κατανάλωση, διαχείριση αποβλήτων, δευτερογενείς πρώτες ύλες και ανταγωνιστικότητα και καινοτομία. Στο πλαίσιο αυτό υπάρχουν 17 βασικοί δείκτες απόδοσης οι οποίοι αντικατοπτρίζουν την εξέλιξη της αυτοκινητοβιομηχανίας στην πάροδο του χρόνου με στόχο να είναι εφικτή η αξιολόγηση της πορείας της προς την κυκλική οικονομία.

1.3 Οργάνωση κειμένου

Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση για την μετάβαση από το γραμμικό μοντέλο οικονομίας το οποίο κυριαρχεί μέχρι και σήμερα σε αυτό της κυκλικής οικονομίας. Παρουσιάζονται οι λόγοι για τους οποίους είναι ανάγκη να μεταβούμε από το υπάρχον οικονομικό μοντέλο σε αυτό της κυκλικής οικονομίας. Έπειτα παρουσιάζονται κάποιοι ορισμοί της κυκλικής οικονομίας που δίνονται από διάφορους ερευνητές καθώς και από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στη συνέχεια περιγράφονται οι αρχές στις οποίες βασίζεται η κυκλική οικονομία, οι πηγές δημιουργίας αξίας, τα πλεονεκτήματα της καθώς και πολλά εμπόδια που υπάρχουν για την μετάβαση σε αυτό το μοντέλο. Στην δεύτερη ενότητα γίνεται εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Περιγράφεται η κατάσταση που υπάρχει τώρα στην αυτοκινητοβιομηχανία, τα πρότυπα παραγωγής και κατανάλωσης, καθώς και η επεξεργασία των οχημάτων που φτάνουν στο τέλος της ζωής τους. Στο 3^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πλαίσιο παρακολούθησης που χρησιμοποιεί η Ευρωπαϊκή Ένωση και δίνονται οι ορισμοί των δεικτών και οι περιγραφές τους για τις τέσσερις θεματικές ενότητες: παραγωγής και κατανάλωσης, διαχείρισης αποβλήτων, δευτερογενών πρώτων υλών και ανταγωνισμού και καινοτομίας. Στην δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται το πλαίσιο παρακολούθησης της Κίνας που είχε αναπτυχθεί παλαιότερα για την κυκλική οικονομία. Στην τελευταία ενότητα παρουσιάζεται το πλαίσιο παρακολούθησης του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης για την πράσινη οικονομία. Αν και αυτό το πλαίσιο αναφέρεται στην “πράσινη οικονομία” η έννοια της είναι στενά συνδεδεμένη με αυτή της κυκλικής οικονομίας.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζουμε το πλαίσιο παρακολούθησης που αναπτύξαμε για την αυτοκινητοβιομηχανία. Το πλαίσιο αυτό αποτελείται από ένα σύνολο δεικτών βασισμένων σε

αυτών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κυκλική οικονομία. Θεωρήσαμε ότι το πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποτελεί το πιο αξιόπιστο εργαλείο, από αυτά που βρήκαμε στην βιβλιογραφία, για την παρακολούθηση της προόδου προς μια κυκλική οικονομία. Ωστόσο, βασισμένοι και στα υπόλοιπα πλαίσια παρακολούθησης τροποποιήσαμε το σύνολο δεικτών για τις ανάγκες της αυτοκινητοβιομηχανίας. Στην συνέχεια παρουσιάσαμε δύο δοκιμές που έγιναν με τη χρήση του εργαλείου.

Στο 5^ο κεφάλαιο αρχικά αναλύονται τα εργαλεία, οι γλώσσες προγραμματισμού καθώς και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του εργαλείου εφαρμογής του πλαισίου κυκλικής οικονομίας που δημιουργήσαμε. Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο κώδικας με τις βασικές κλάσεις, τις μεθόδους τους αλλά και του τρόπου διαχείρισης των αιτημάτων από τον server.

Στο 6^ο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση της εφαρμογής που αναπτύχθηκε με στόχο την αξιολόγηση της πορείας της αυτοκινητοβιομηχανίας προς την κυκλική οικονομία. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι δύο δοκιμές που έγιναν και αναλύονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από την χρήση της εφαρμογής.

Στο 7^ο κεφάλαιο της διπλωματικής καταγράφονται τα συμπεράσματα τα οποία μπορούν να εξαχθούν από τα αποτελέσματα που προέκυψαν καθώς και κάποιες μελλοντικές προοπτικές έρευνας που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη.

2

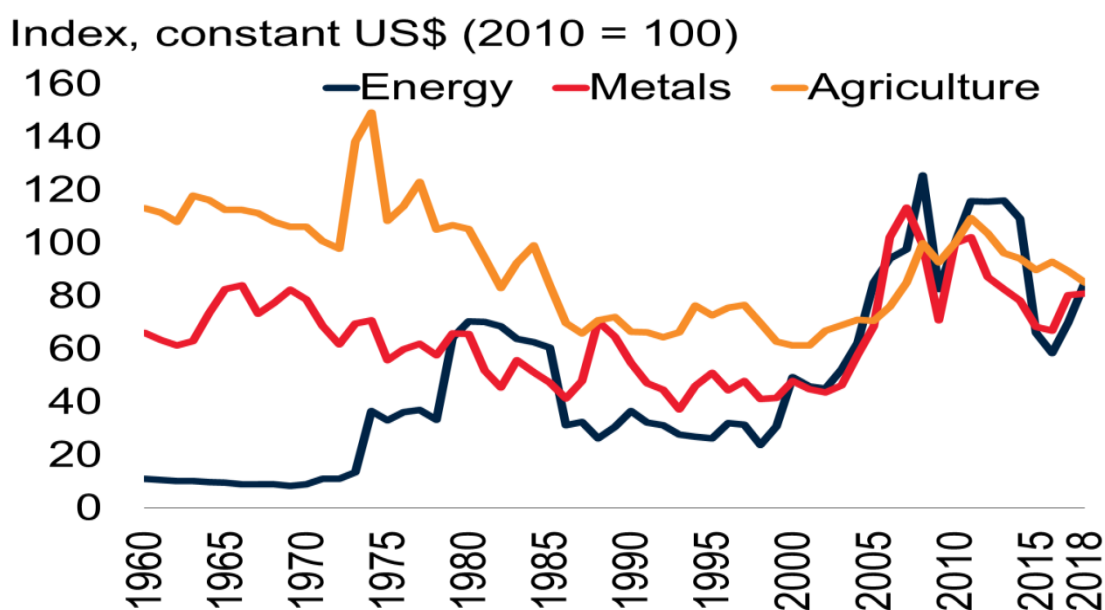
Κυκλική οικονομία

2.1 Μετάβαση από την γραμμική στην κυκλική οικονομία.

Το υπάρχον μοντέλο γραμμικής παραγωγής ανταποκρίνεται σε μια βιομηχανική νοοτροπία στην οποία η παραγωγή και οι πόροι θεωρούνται απεριόριστοι και τα οικονομικά οφέλη τίθενται πάνω από όλα τα άλλα κριτήρια. Το σύστημα αυτό υπάρχει από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης και κυριαρχεί μέχρι και σήμερα. Ωστόσο αυτό το μοντέλο σήμερα θεωρείται μη βιώσιμο και παρουσιάζει πολλά προβλήματα τα οποία θα έχουν συνέπειες τόσο σε βραχυπρόθεσμη όσο και σε μακροπρόθεσμη βάση. Το παρόν οικονομικό μοντέλο βασίζεται στην νοοτροπία της ‘‘προμήθειας-παραγωγής-απορρίψης’’. Οι εταιρίες και οι επιχειρήσεις βασίζονται στην εξόρυξη των πόρων, αξιοποιούν ενέργεια και εργασία για την παραγωγή ενός προϊόντος το οποίο θα το πουλήσουν σε έναν τελικό καταναλωτή, ο οποίος με τη σειρά του θα το απορρίψει [1]. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση η οποία βασίζεται στην κατανάλωση παρά στην αναγεννητική χρήση των πόρων παρουσιάζει τεράστιες σπατάλες πόρων, με αποτέλεσμα μεγάλες οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες.

Από την αρχή του 21^{ου} αιώνα μέχρι και σήμερα η αύξηση και η μεταβλητότητα των τιμών για μέταλλα, γεωργικά προϊόντα και ενέργεια ήταν μεγάλη. Οι παράγοντες που προκαλούν αστάθεια στις τιμές των πρώτων υλών είναι πολλοί όπως η φύση, η προσφορά και η ζήτηση, τα επίπεδα αποθέματος, οι περιορισμοί παράδοσης καθώς και γεωπολιτικά συμφέροντα. Ωστόσο αυτή η αύξηση καθώς και η μεταβλητότητα των τιμών δημιουργεί πολλά προβλήματα και επιβραδύνει την ανάπτυξη παγκόσμιων επιχειρήσεων και εν τέλει την οικονομική ανάπτυξη. Για παράδειγμα οι αυξήσεις σε τιμές πρώτων υλών που χρησιμοποιεί μια εταιρία καθώς και οι προμηθευτές της για την παραγωγή των προϊόντων τους όπως χάλυβας, πολύτιμα μέταλλα, αλουμίνιο και πλαστικά μπορεί να οδηγήσουν σε υψηλότερα

κόστη παραγωγής. Αυτό μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στα κέρδη της, διότι η εταιρία μπορεί να μην είναι σε θέση να μεταφέρει αυτά τα κόστη στους πελάτες ή να απαιτήσει από τους προμηθευτές να απορροφήσουν αυτό το κόστος. Σε ένα πληθωριστικό περιβάλλον όπως αυτό που ζούμε σήμερα πολλές εταιρίες έχουν παρατηρήσει μειώσεις στα κέρδη τους πάνω από 10% λόγω του πολύ υψηλού κόστους εισροών. Επιπλέον αυτές οι διακυμάνσεις τιμών εμποδίζουν τις εταιρίες να κάνουν προβλέψεις, γεγονός που τους δίνει μια λιγότερο ανταγωνιστική θέση από εταιρίες που εξαρτώνται λιγότερο από το υλικό.



Εικόνα 1: Παρατηρούμε την μεταβλητότητα στις τιμές της ενέργειας , των μετάλλων , και των γεωργικών προϊόντων, καθώς και μια αύξηση από το 2000 και έπειτα [2].

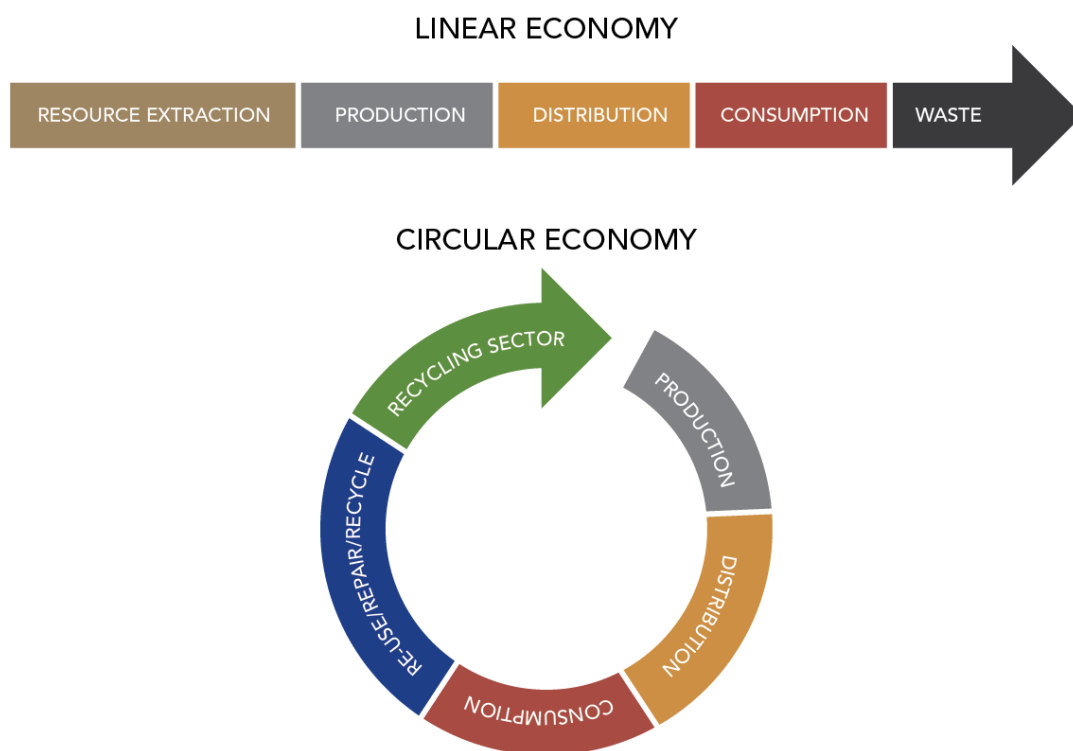
Ένα ακόμα μειονέκτημα της γραμμικής οικονομίας είναι ότι χάνονται τεράστιες ποσότητες πρώτων υλών, ενέργειας και νερού. Οι εταιρίες εξάγουν υλικά, αξιοποιούν ενέργεια και εργασία με σκοπό την παραγωγή ενός προϊόντος το οποίο θα το πουλήσουν σε έναν τελικό καταναλωτή ο οποίος με τη σειρά του θα το απορρίψει. Ωστόσο αυτή η προσέγγιση οδηγεί σε περιττές απώλειες υλικών, πρώτων υλών και ενέργειας. Για τα περισσότερα υλικά τα ποσοστά συμβατικής ανάκτησης μετά το τέλος της πρώτης λειτουργικής ζωής τους είναι πολύ χαμηλά σε σχέση με τους πρωτογενείς ρυθμούς παραγωγής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τεράστιες οικονομικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα η παραγωγή πλαστικών έχει αυξηθεί σημαντικά μέσα σε λίγες δεκαετίες –από 1.5 εκατομμύρια τόνους το 1950 σε 359 εκατομμύρια τόνους το 2018 σε παγκόσμιο επίπεδο- όπως και η ποσότητα των πλαστικών αποβλήτων. Μετά από ένα σύντομο κύκλο πρώτης χρήσης, το 95% της αξίας του πλαστικού υλικού ή διαφορετικά 80-120 δισ. Δολάρια ετησίως χάνονται στην οικονομία. Ένα άλλο παράδειγμα είναι τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Εκτιμάται ότι κάθε χρόνο παράγονται περίπου 50 εκατομμύρια τόνοι ηλεκτρονικών αποβλήτων (κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές κλπ) και

μόνο το 17,4% από αυτά ανακυκλώνονται επισήμως. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιέχουν υλικά μεγάλης αξίας όπως χρυσό, χαλκό και σίδηρο. Το 2019 η αξία των πρώτων υλών των παραγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων εκτιμήθηκε σε 57 δισ. Δολάρια. Με τα τωρινά ποσοστά ανακύκλωσης και συλλογής θα μπορούσε να είχε ανακτηθεί πρώτη ύλη αξίας 10 δισ. Δολαρίων.

Τέλος, το οικολογικό μειονέκτημα που παρουσιάζει η γραμμική οικονομία είναι ότι η παραγωγή αγαθών είναι εις βάρος της παραγωγικότητας των οικοσυστημάτων μας. Εντατική πίεση σε αυτά τα οικοσυστήματα θέτει σε κίνδυνο σημαντικές υπηρεσίες των οικοσυστημάτων αυτών, όπως η καθαρότητα του νερού, του αέρα και του εδάφους [3]. Και στις τρεις φάσεις της ‘‘εξόρυξης – παραγωγής – απόρριψης’’ τα οικοσυστήματα επηρεάζονται με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα στην φάση της εξόρυξης των πρώτων υλών δαπανούνται τεράστια ποσά ενέργειας και νερού, εκπέμπονται τοξικές ουσίες καθώς και διαταράσσονται οικοσυστήματα όπως δάση και λίμνες. Παρόμοιες καταστάσεις έχουμε και στην φάση της παραγωγής. Τέλος στην φάση της απόρριψης μεγάλες εκτάσεις γης μετατρέπονται σε χωματερές όπου και από εκεί εκπέμπονται τοξικά απόβλητα. Ένα παράδειγμα για τις τρεις αυτές φάσεις είναι οι αυτοκινητοβιομηχανίες αφού για την παραγωγή ενός αυτοκινήτου χρειάζεται να παραχθούν υλικά όπως μέταλλα, λάστιχα, γυαλί, πλαστικά και πολλά άλλα καθώς και να καταναλωθούν μεγάλα ποσά ενέργειας και νερού. Επίσης, κατά την φάση της χρήσης ενός αυτοκινήτου εκπέμπονται μεγάλες ποσότητες ρύπων που οδηγούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη σύμφωνα με τους επιστήμονες. Τα οχήματα είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας ρύπανσης του αέρα των Η.Π.Α., παράγοντας το ένα τρίτο της μόλυνσης του αέρα των Η.Π.Α.. Η αιθαλομίχλη, το μονοξείδιο του άνθρακα και οι τοξίνες που εκπέμπονται από οχήματα είναι ιδιαίτερα ανησυχητικά αφού οι άνθρωποι αναπνέουν κατευθείαν αυτό τον μολυσμένο αέρα. Τέλος όταν τα οχήματα αυτά απορριφθούν μπορούν να προκαλέσουν ακόμα ζημιές στο περιβάλλον αφού ένα τέτοιο όχημα περιέχει μπαταρίες, πλαστικά και άλλες επικίνδυνες ουσίες.

Τα παραπάνω μειονεκτήματα της γραμμικής οικονομίας έχουν οδηγήσει εταιρίες, πολιτικούς φορείς και εκπαιδευτικά ιδρύματα στην ανάπτυξη ενός νέου οικονομικού μοντέλου αυτού της κυκλικής οικονομίας. Η κυκλική οικονομία αναφέρεται σε μια οικονομία η οποία είναι αναγεννητική από πρόθεση και σχεδιασμό, βασίζεται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ελαχιστοποιεί, ανιχνεύει και εξαλείφει τα απόβλητα με προσεκτικό σχεδιασμό. Η έννοια της κυκλικής οικονομίας στηρίζεται στη μελέτη μη γραμμικών συστημάτων και είναι ιδιαίτερα επηρεασμένη από συστήματα της φύσης [4]. Οι πληροφορίες που λαμβάνουμε από τέτοια συστήματα μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι είναι προτιμότερη η βελτιστοποίηση των

συστημάτων παρά των εξαρτημάτων, η οποία μπορεί να αναφέρεται ως ‘σχεδιασμός για προσαρμογή’. Περιλαμβάνει ένα προσεκτικό σχεδιασμό των ροών υλικών, οι οποίοι σε μια κυκλική οικονομία είναι δύο τύπων: πρώτον τα βιολογικά θρεπτικά συστατικά είναι σχεδιασμένα για να εισέλθουν ξανά στην βίοςφαιρα με ασφάλεια και να χτίζουν φυσικό κεφάλαιο και δεύτερον τα τεχνικά θρεπτικά συστατικά σχεδιάζονται για να επανακυκλοφορήσουν σε υψηλή ποιότητα χωρίς να εισέλθουν στη βίοςφαιρα [5]. Στο σχέδιο δράσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κυκλική οικονομία η κυκλική οικονομία ορίζεται ως ‘‘μια οικονομία όπου η αξία των προϊόντων, των υλικών και των πόρων διατηρούνται στην οικονομία για όσο το δυνατόν περισσότερο και η παραγωγή αποβλήτων ελαχιστοποιείται[6]. Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας εστιάζει στην μείωση της σπατάλης των πόρων στην παραγωγική διαδικασία, την ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων, την διατήρηση ενός προϊόντος μέσα στην οικονομία για μακρύ χρονικό διάστημα, τη χρησιμοποίηση προϊόντων για την παροχή υπηρεσιών σε πολλαπλούς χρήστες καθώς και τη χρήση της υπηρεσίας που προσφέρει ένα προϊόν και όχι την κατοχή αυτού του ίδιου του προϊόντος. Αντίθετα, το γραμμικό μοντέλο μετατρέπει τις υπηρεσίες σε προϊόντα που μπορούν να πωληθούν σε έναν τελικό καταναλωτή που θα τα απορρίψει, προσέγγιση που δημιουργεί απώλεια υλικών και απόβλητα. Στο παρελθόν, η επαναχρησιμοποίηση και η παράταση της διάρκειας ζωής ήταν συχνά στρατηγικές σε καταστάσεις φτώχειας και οδηγούσαν σε προϊόντα κατώτερης ποιότητας, Σήμερα, αποτελούν σημάδια έξυπνης διαχείρισης των πόρων [7].



Εικόνα 2: Γραμμική και Κυκλική οικονομία[8].

Για την μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία απαιτούνται αλλαγές τόσο κατά τη φάση της παραγωγής όσο και κατά τη φάση της κατανάλωσης. Σε μια κυκλική οικονομία τα απόβλητα ενός συστήματος είναι οι εισροές ενός άλλου συστήματος και ο στόχος είναι η μεγιστοποίηση της χρησιμότητας των προϊόντων και των υλικών. Τα προϊόντα σε μια κυκλική οικονομία θα πρέπει να είναι σχεδιασμένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να είναι ανθεκτικά, να μπορούν να αναβαθμιστούν εύκολα, να έχουν την δυνατότητα επισκευής και επαναχρησιμοποίησης ώστε όταν φτάσουν στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Σε ένα τέτοιο επιχειρηματικό μοντέλο οι κατασκευαστικές εταιρίες και τα καταστήματα λιανικής πώλησης διατηρούν την ιδιοκτησία του προϊόντος και πωλούν στους καταναλωτές την υπηρεσία που παρέχει αυτό το προϊόν. Κατά αυτό τον τρόπο οι εταιρίες παράγουν ροές εσόδων από τις υπηρεσίες που παρέχει το προϊόν παρά από το ίδιο το προϊόν. Ως συνέπεια το προϊόν επιστρέφεται πίσω στις εταιρίες όπου με τη σειρά τους μπορούν να το επισκευάσουν ώστε να επιμηκύνουν το χρόνο ζωής τους ή να χρησιμοποιήσουν τις πρώτες ύλες του προϊόντος για την παραγωγή ενός άλλου προϊόντος. Τέλος με αυτή την προσέγγιση γίνεται αποτελεσματικότερη χρήση πόρων, περιορίζουμε τη μεγάλη παραγωγή απόβλητων και επομένως επωφελούνται και η οικονομία αλλά και το περιβάλλον. Ωστόσο για την μετάβαση σε μια τέτοια οικονομία απαιτούνται τεράστιες αλλαγές σε ολόκληρο το σύστημα ταυτόχρονα. Το γραμμικό μοντέλο παραγωγής κυριαρχεί από τη βιομηχανική επανάσταση μέχρι και σήμερα και είναι τόσο ανθεκτικό που δύσκολα μπορεί να αλλάξει. Για τη μετάβαση αυτή απαιτούνται συντονισμένες προσπάθειες από κυβερνητικούς φορείς, επιχειρήσεις, επενδυτές εκπαιδευτικά ιδρύματα καθώς και από τους καταναλωτές.

2.1.1 Οι αρχές στις οποίες βασίζεται η κυκλική οικονομία

Σε μια κυκλική οικονομία, η οικονομική δραστηριότητα χτίζει και ανοικοδομεί τη συνολική υγεία του συστήματος. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τις τέσσερις βασικές αρχές που βασίζεται η κυκλική οικονομία και που θα πρέπει να ακολουθούν οι εταιρίες και οι επιχειρήσεις για την μετάβαση σε αυτή [1]:

- Σχεδιασμός της οικονομίας με σκοπό να μην υπάρχουν απόβλητα (Design out waste): Κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού τα τεχνικά και βιολογικά εξαρτήματα ή συστατικά κάθε προϊόντος θα πρέπει να σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολη η διαδικασία αποσυναρμολόγησης και ανακατασκευής στο τέλος της ζωής τους. Τα βιολογικά συστατικά δεν είναι τοξικά για το περιβάλλον και με αποτελεσματικές διεργασίες όπως της αναερόβιας πέψης, μπορούν να αναδημιουργήσουν συστήματα διαβίωσης, όπως το έδαφος, που παρέχουν

ανανεώσιμους πόρους για την οικονομία. Αντίθετα, τα τεχνικά συστατικά όπως πολυμερή, μέταλλα και άλλα υλικά φτιαγμένα από τον άνθρωπο πρέπει να σχεδιαστούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να χρησιμοποιηθούν εκ νέου δαπανώντας τη μικρότερη δυνατή ενέργεια και διατηρώντας την υψηλή ποιότητά τους.

- Ενίσχυση της ανθεκτικότητας μέσω της ποικιλομορφίας (Build resilience through diversity): Ο σπονδυλωτός σχεδιασμός, η ευελιξία και η προσαρμοστικότητα των συστημάτων είναι χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν προτεραιότητα σε μία κοινωνία που η αβεβαιότητα αποτελεί καθημερινό φαινόμενο. Έτσι, η οικονομία θα πρέπει να εμπεριέχει συστήματα τα οποία έχουν πολλαπλές συνδέσεις και κλίμακες και θα πρέπει να είναι όπως τα συστήματα της φύσης, τα οποία είναι ανθεκτικά σε εξωτερικούς κραδασμούς.
- Ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (Rely on energy from renewable sources): Τα συστήματα θα πρέπει να στραφούν σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ακόμα και στον αγροτικό τομέα, όπου χρησιμοποιείται κυρίως η ηλιακή ενέργεια, έμμεσα η χρήση ορυκτών καυσίμων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στην παραγωγή λιπασμάτων και στη λειτουργία των μηχανών. Η περαιτέρω προώθηση ολοκληρωμένων συστημάτων στον αγροδιατροφικό τομέα θα μειώσει τη χρήση ορυκτών καυσίμων, καθώς θα δεσμεύεται η ενέργεια από παραπροϊόντα όπως είναι η κοπριά. Η φορολόγηση με βάση τη χρήση της ενέργειας και των πόρων λειτουργεί προωθητικά για την εμπέδωση της κυκλικής οικονομίας, καθώς η πίεση μεταφέρεται στις υπερκαταναλωτικές κοινωνίες.
- Συστήματα Αντίληψης (Think in systems): Η ικανότητα να αντιλαμβανόμαστε τον τρόπο με τον οποίο τα διάφορα μέρη ενός συνόλου επηρεάζουν το ένα το άλλο, καθώς και τη σχέση του συνόλου με αυτά τα μέρη είναι σημαντική. Τα στοιχεία λαμβάνονται υπόψη στη σχέση τους με την υποδομή τους, το περιβάλλον και την κοινωνία. Τα συστήματα αντίληψης συνήθως αναφέρονται στα μη γραμμικά συστήματα. Αυτό που συμβαίνει στα μη γραμμικά συστήματα είναι ότι πολλές φορές ο συνδυασμός ανακριβών αρχικών συνθηκών και ανατροφοδοτήσεων, οδηγεί σε εκπληκτικά αποτελέσματα χωρίς να είναι ανάλογα των εισόδων. Αυτά τα συστήματα δίνουν έμφαση στην ροή και στην σύνδεση όλων των μερών ενός συστήματος (π.χ. των προϊόντων της οικονομίας) με σκοπό να δημιουργήσουν συνθήκες αναγέννησης.

Συμπερασματικά, οι αρχές της κυκλικής οικονομίας μας λένε ότι τα προϊόντα θα πρέπει να σχεδιάζονται εξ αρχής κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να γυρίσουν πίσω στην οικονομία με ασφαλή τρόπο, καθώς και να χρησιμοποιούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την παραγωγή τους. Τέλος θα πρέπει τα συστήματα που χτίζονται μέσα στην οικονομία, να είναι

βασισμένα στα συστήματα της φύσης λόγω του ότι τέτοια συστήματα είναι πολύ πιο ανθεκτικά σε συνθήκες αβεβαιότητας.

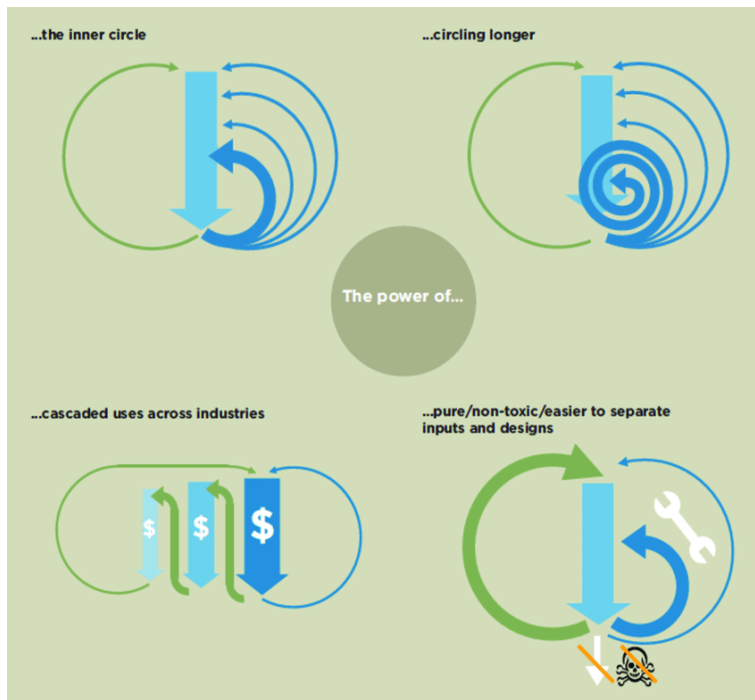
2.1.2 Πηγές δημιουργίας αξίας της κυκλικής οικονομίας

Οι αρχές της κυκλικής οικονομίας περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας αυτού του μοντέλου αλλά μπορούν να δώσουν και μια περιγραφή συγκεκριμένων πηγών δημιουργίας οικονομικής αξίας. Η οικονομική και συγκριτική ελκυστικότητα των διαφορετικών κυκλικών ρυθμίσεων (π.χ. επαναχρησιμοποίηση έναντι ανακατασκευής έναντι ανακύκλωσης) μπορεί να διαφέρει σημαντικά για διαφορετικά προϊόντα, εξαρτήματα ή διάφορους τύπους υλικών, είτε σε μια συγκεκριμένη γεωγραφία είτε σε τμήμα της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας. Ως επαναχρησιμοποίηση ορίζεται κάθε διεργασία με την οποία οι συσκευασίες πολλαπλής χρήσης ή άλλα αγαθά επαναπληρούνται ή χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο έχουν σχεδιαστεί, με ή χωρίς την υποστήριξη βοηθητικών προϊόντων που υπάρχουν στην αγορά και που επιτρέπουν την επαναπλήρωση τους[9]. Η ανακατασκευή αφορά τη διαδικασία της αποσυναρμολόγησης, του καθαρισμού, της ανακαίνισης, της αντικατάστασης εξαρτημάτων (εφόσον απαιτείται) και της επανασυναρμολόγησης ενός προϊόντος με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι τόσο καλό, ή ακόμη καλύτερο, από το νέο. Με την ανακατασκευή ενός προϊόντος, το προϊόν μπορεί να επιστρέψει στην υπηρεσία με αρκετά υψηλό βαθμό βεβαιότητας ότι θα υπομείνει (τουλάχιστον) ακόμη έναν ολόκληρο κύκλο ζωής[10]. Υπάρχουν τέσσερις απλές αρχές δημιουργίας αξίας οι οποίες είναι [1][11] :

- Η ισχύς του εσωτερικού κύκλου: Όσο πιο ‘σφιχτός’ είναι ο κύκλος, τόσο πιο πολύτιμη είναι η στρατηγική που ακολουθείται. Η επισκευή και η συντήρηση ενός προϊόντος, για παράδειγμα ενός αυτοκινήτου, διατηρεί το μέγιστο της αξίας του. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε επιλέγεται η στρατηγική να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακατασκευαστούν τα εξαρτήματα του. Αυτό διατηρεί περισσότερη αξία από την απλή ανακύκλωση υλικών. Η ακεραιότητα, η πολυπλοκότητα, η ενσωματωμένη εργασία και ενέργεια ενός προϊόντος διατηρούνται μέσα από τους πιο ‘σφιχτούς κύκλους’ .
- Η ισχύς του κύκλου μεγαλύτερης διάρκειας: αναφέρεται στη μεγιστοποίηση του αριθμού των διαδοχικών κύκλων (είτε είναι επισκευή, επαναχρησιμοποίηση ή πλήρης ανακατασκευή) ή / και ο χρόνος σε κάθε κύκλο. Κάθε παρατεταμένος κύκλος αποφεύγει το υλικό, την ενέργεια και την εργασία για τη δημιουργία ενός νέου προϊόντος ή συστατικού. Αυτό μπορεί να γίνει περνώντας ένα προϊόν ή εξάρτημα μέσα από περισσότερους διαδοχικούς κύκλους (π.χ. όχι μόνο μία ανακατασκευή ενός κινητήρα αλλά με πολλαπλές ανακατασκευές) ή ξοδεύοντας περισσότερο χρόνο μέσα σε ένα κύκλο (π.χ. επιμηκύνοντας της χρήση ενός πλυντηρίου από 1000 κύκλους σε

10.000). Αυτή η επιμήκυνση της χρήσης θα υποκαταστήσει εισροές παρθένου υλικού για να αντισταθμίσει την καταστροφή του υλικού από την οικονομία. Παρ' όλα αυτά το αυξημένο κόστος λειτουργίας και συντήρησης και/ή απώλεια από τα κέρδη απόδοσης εξαιτίας της ραγδαίας καινοτομίας του προϊόντος θα μπορούσε να εξαφανίσει αυτό το πλεονέκτημα.

- Η ισχύς της διαδοχικής χρήσης: αναφέρεται στη διαφοροποίηση της επαναχρησιμοποίησης σε όλη την αλυσίδα αξίας, όπως όταν τα βαμβακερά ρούχα επαναχρησιμοποιούνται πρώτα ως μεταχειρισμένα ενδύματα, στη συνέχεια διασχίζει τη βιομηχανία επίπλων ως ύφασμα από ίνες από βαμβάκι και η γέμιση ινών αργότερα επαναχρησιμοποιείται ως μόνωση από πετροβάμβακα για τον τομέα των κατασκευών - αντικαθιστώντας την εισροή παρθένων υλικών στην οικονομία σε κάθε περίπτωση - πριν οι βαμβακερές ίνες επιστρέψουν με ασφάλεια στη βίοσφαιρα. Αυτή η αρχή δημιουργίας αξίας βασίζεται στο χαμηλότερο οριακό κόστος της επαναχρησιμοποίησης του μετασχηματισμένου υλικού σαν υποκατάστατο των εισροών παρθένου υλικού και του ενσωματωμένου κόστους τους (εργασία, ενέργεια, υλικό), καθώς και εξωτερικότητες κατά του οριακού κόστους του να φέρεις το υλικό πίσω σε μια διαφορετική χρήση.
- Η ισχύς των καθαρών εισροών: Τέλος, έγκειται στο γεγονός ότι οι ροές μη μολυσμένων υλικών αυξάνουν την απόδοση συλλογής και αναδιανομής διατηρώντας παράλληλα την ποιότητα, ιδιαίτερα των τεχνικών υλικών, τα οποία με τη σειρά τους επεκτείνουν τη μακροζωία του προϊόντος και έτσι αυξάνουν την παραγωγικότητα του υλικού.



Εικόνα 3 Η ισχύς του εσωτερικού κύκλου, η ισχύς τους κύκλου μεγαλύτερης διάρκειας, η ισχύς της διαδοχικής χρήσης, η ισχύς των καθαρών εισροών [12].

2.1.3 Επιχειρηματικές δράσεις στην κυκλική οικονομία.

Για τη μετάβαση προς μια κυκλική οικονομία οι επιχειρήσεις οφείλουν να ακολουθήσουν 6 επιχειρηματικές δράσεις οι οποίες βασίζονται στις παραπάνω αρχές. Το ίδρυμα Ellen Mac Arthur Foundation ανέπτυξε ένα πλαίσιο το οποίο ονομάζεται <<RESOLVE>> όπου σύμφωνα με αυτό η κάθε επιχείρηση ανάλογα με τη φύση της θα πρέπει να ακολουθήσει είτε μερικά είτε όλα τα βήματα του πλαισίου και στην ανάλογη ένταση. Οι έξι επιχειρηματικές δράσεις είναι οι εξής [13][11] :

- Αναδημιουργία(Regenerate): Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να στραφούν σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διατηρώντας και αναγεννώντας την υγεία των οικοσυστημάτων. Επίσης θα πρέπει να επιστρέφονται οι ανακτημένοι βιολογικοί πόροι πίσω στη βίοςφαιρα.
- Κοινή χρήση(Share): Διατήρηση της ταχύτητας του βρόγχου σε χαμηλά επίπεδα ενός προϊόντος και μεγιστοποίηση της χρησιμότητας του μέσα από κοινή χρήση μεταξύ των χρηστών (π.χ. peer-to peer sharing ιδιωτικών προϊόντων ή κοινή χρήση μιας ομάδας προϊόντων), επαναχρησιμοποιώντας τα παντού και παρατείνοντας τη ζωή τους μέσω συντήρησης επισκευής και σχεδιασμού για ανθεκτικότητα.
- Βελτιστοποίηση(Optimize): Αύξηση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας ενός προϊόντος, η οποία πρέπει να γίνεται με την απομάκρυνση των αποβλήτων στην

παραγωγή και στην αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτό μπορεί να γίνει με την αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων, αυτοματισμούς, απομακρυσμένη ανίχνευση και οδήγηση.

- Βρόγχος (Loop): Δημιουργία στενότερων κύκλων και διατήρηση εξαρτημάτων και υλικών σε τέτοιους βρόγχους. Αυτό σημαίνει ανακατασκευή προϊόντων και εξαρτημάτων και σαν τελευταία λύση ανακύκλωση υλικών.
- Ψηφιοποίηση(virtualize): Διανομή χρησιμότητας ψηφιακά. Γίνεται εξοικονόμηση πόρων με την μετατροπή ενός προϊόντος σε ψηφιακή μορφή. Τέτοια παραδείγματα είναι η μετατροπή φυσικών βιβλίων σε ψηφιακά.
- Ανταλλαγή(Exchange): Αντικατάσταση παλιών υλικών με προηγμένα μη ανανεώσιμα υλικά ώστε να εφαρμοστούν νέες τεχνολογίες (π.χ. 3D printing, ηλεκτρικοί κινητήρες) και να επιλέγονται νέα προϊόντα και υπηρεσίες..

Κάθε ενέργεια αποτελεί μια σημαντική κυκλική επιχειρηματική ευκαιρία, η οποία είναι ικανή να δώσει ώθηση στην τεχνολογική επανάσταση σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια. Με διάφορες τεχνικές, οι ενέργειες αυτές αυξάνουν την αξιοποίηση των υλικών και παρατείνουν τη ζωή τους με σκοπό να ξαναχρησιμοποιηθούν και από πεπερασμένα υλικά να μετατραπούν σε ανανεώσιμες πηγές. Κάθε ενέργεια ενισχύει και επιταχύνει την απόδοση των άλλων ενεργειών, δημιουργώντας ένα ισχυρό αποτέλεσμα σύνθεσης .

REGENERATE 	<ul style="list-style-type: none"> • Shift to renewable energy and materials • Reclaim, retain, and restore health of ecosystems • Return recovered biological resources to the biosphere
SHARE 	<ul style="list-style-type: none"> • Share assets (eg cars, rooms, appliances) • Reuse/secondhand • Prolong life through maintenance, design for durability, upgradability etc
OPTIMISE 	<ul style="list-style-type: none"> • Increase performance/efficiency of product • Remove waste in production and supply chain • Leverage big data, automation, remote sensing and steering
LOOP 	<ul style="list-style-type: none"> • Remanufacture products or components • Recycle materials • Digest anaerobically • Extract biochemicals from organic waste
VIRTUALISE 	<ul style="list-style-type: none"> • Dematerialise directly (eg books, CDs, DVDs, travel) • Dematerialise indirectly (eg online shopping)
EXCHANGE 	<ul style="list-style-type: none"> • Replace old with advanced non-renewable materials • Apply new technologies (eg 3D printing) • Choose new product/service (eg multimodal transport)

Εικόνα 4-Πλαίσιο επιχειρηματικών δράσεων προς μια κυκλική οικονομία [4].

2.1.4 Πλεονεκτήματα κυκλικής οικονομίας.

Η μετάβαση σε ένα πιο κυκλικό περιβάλλον έχει σημαντικά πλεονεκτήματα σε οικονομικό, κοινωνικό αλλά και περιβαλλοντικό επίπεδο. Πιθανά πλεονεκτήματα είναι τα εξής [1][14] :

- Μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος: μέσω της καλύτερης διαχείρισης των αποβλήτων καθώς και της μειωμένης χρήσης πόρων (όπως ενέργεια, νερό και πρώτες ύλες) για την παραγωγή προϊόντων θα μειωνόταν σημαντικά οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) και οι τοξικότητες. Η επαναχρησιμοποίηση πρώτων υλών σε μεγάλο βαθμό θα μπορούσε να βοηθήσει στην μείωση της καταστροφής των οικοσυστημάτων (π.χ. καταστροφή του νερού από θαλάσσια απόβλητα) το οποίο με τη σειρά του θα βοηθούσε στον περιορισμό απώλειας βιοποικιλότητας.
- Αύξηση του ανταγωνισμού: η κυκλική οικονομία μπορεί να αποφέρει μεγάλες οικονομίες στις επιχειρήσεις και στους καταναλωτές μέσω της βελτίωσης της αποδοτικότητας των πόρων. Εκτιμήσεις δείχνουν ότι μέχρι το 2030 η μετάβαση προς την κυκλική οικονομία θα μπορούσε να μειώσει τις δαπάνες για διάφορους πόρους στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατά 600 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως, αυξάνοντας συνολικά οφέλη που εκτιμούνται σε 1.8 τρισεκατομμύρια ευρώ ετησίως με το που ληφθούν υπόψη τα πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα .
- Καινοτομία: λόγω της ανάγκης επανασχεδιασμού των προϊόντων και των υλικών για κυκλική χρήση θα υπάρξει μεγάλη ώθηση καινοτομίας σε διάφορους τομείς. Αυτό θα μπορεί να ισχύει ακόμη και σε τομείς που συνήθως δεν θεωρούνται καινοτόμοι όπως για παράδειγμα η βιομηχανία χαλιών.
- Ανάπτυξη και θέσεις εργασίας: μια κυκλική οικονομία θα μπορούσε να ενισχύσει την ανάπτυξη και να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας. Εκτιμήσεις δείχνουν ότι η μετάβαση θα αυξήσει το ΑΕΠ της Ευρωπαϊκής Ένωση κατά 1 έως 6 εκατοστιαίες μονάδες έως το 2030, ανάλογα με το αν λαμβάνεται υπόψη ένας υψηλότερος ρυθμός τεχνολογικής αλλαγής, και ότι θα έχει ένα συνολικό θετικό αντίκτυπο στην απασχόληση, αν και οι θέσεις εργασίας σε συγκεκριμένους τομείς θα μπορούσε να απειληθεί.

Συνεπώς μια πιο κυκλική οικονομία θα μπορούσε να προσφέρει σημαντικά οφέλη στην οικονομία, το περιβάλλον και την κοινωνία.

2.1.5 *Εμπόδια για την μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία.*

Η μετάβαση σε μια πιο κυκλική οικονομία σίγουρα παρέχει πολλές ευκαιρίες, παρ' όλα αυτά όμως υπάρχουν πολλά πιθανά εμπόδια και προκλήσεις που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν. Τέτοια εμπόδια μπορεί να είναι[1][13]:

- Χρηματοδότηση: Η μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία εμπεριέχει σημαντικά μεταβατικά κόστη, όπως επενδύσεις σε Έρευνα και Ανάπτυξη, επενδύσεις σε περιουσιακά στοιχεία, πληρωμές επιδοτήσεων για την προώθηση νέων επιχειρηματικών μοντέλων και δημόσιες επενδύσεις για την διαχείριση των αποβλήτων και ψηφιακών υποδομών. Για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις το κόστος της καινοτομίας και των επιχειρηματικών μοντέλων θεωρείται ως ένα από τα κύρια εμπόδια στην υιοθέτηση πιο βιώσιμων πρακτικών. Η έλλειψη κατάλληλων χρηματοδοτήσεων για μαζική ανάπτυξη ριζικών καινοτομιών αντιμετωπίζεται ως ένα μεγάλο ζήτημα.
- Ενσωμάτωση σε υποδομές ένταξης πόρων και μοντέλα ανάπτυξης: Το παραδοσιακό μοντέλο ανάπτυξης στηρίζεται σε βαριά βιομηχανική ανάπτυξη και υποδομές ένταξης πόρων. Παρόλο που οι κυβερνήσεις στις αναδυόμενες οικονομίες αναγνωρίζουν ότι απαιτείται ένα μοντέλο ανάπτυξης που χρειάζεται λιγότερους πόρους, δεν υπάρχει κάτι ανάλογο. Η υλική υποδομή της διεθνούς παραγωγής, της κατανάλωσης και του εμπορίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα και προσαρμόζεται σε μοντέλα κατασκευής.
- Πολιτικά εμπόδια για τη θέσπιση κατάλληλης τιμής στη χρήση των πόρων: Προκειμένου η αγορά να ανταποκριθεί αποτελεσματικά, θα πρέπει να περιοριστούν οι επιδοτήσεις που ενθαρρύνουν την υπερβολική χρήση πόρων και να ενσωματωθούν στην τιμή όλες οι διαδικασίες που λαμβάνουν μέρος. Η εμπειρία από τη χάραξη της περιβαλλοντικής πολιτικής εδώ και αρκετά χρόνια υποδηλώνει ότι οι κανονισμοί με βαθιές συστημικές επιπτώσεις μπορούν να αποδυναμωθούν από ομάδες ειδικών ενδιαφερόντων.
- Υψηλά προκαταβολικά έξοδα: Σε μακροοικονομικό επίπεδο, μια επιτυχημένη κυκλική οικονομία θα προωθούσε την ανάπτυξη και θα μείωνε την ευπάθεια στις διαταραχές των τιμών των πόρων. Ωστόσο, βραχυπρόθεσμα θα υπάρξουν σημαντικά αρχικά επενδυτικά κόστη και κίνδυνοι για τις επιχειρήσεις πχ. μετασχηματισμός μηχανημάτων, μετεγκατάσταση ολόκληρων εργοταξίων, δημιουργία νέων ρυθμίσεων διανομής, υλικοτεχνικής υποστήριξης και επανεκπαίδευσης προσωπικού. Η προσπάθεια να μετατραπεί το βασικό επιχειρησιακό μοντέλο μιας επιχείρησης είναι μία αρκετά επικίνδυνη διαδικασία. Σαφή, ισχυρά και προβλέψιμα πλαίσια πολιτικής

θα είναι ζωτικής σημασίας για την ενθάρρυνση των επενδύσεων και του πειραματισμού.

- Σύνθετες αλυσίδες εφοδιασμού: Η παραγωγή και η κατανάλωση πραγματοποιούνται συχνά σε διάφορες χώρες με εισροές από πολλές εταιρείες σε όλο τον κόσμο. Σε μια κυκλική οικονομία, οι αλυσίδες εφοδιασμού ενδέχεται να αναδιοργανωθούν έτσι ώστε οι πληροφορίες και η ροή υλικού προς τις δυο κατευθύνσεις, να διευκολύνουν την επαναχρησιμοποίηση και την ανακατασκευή. Βασικό ερώτημα αποτελεί το πώς θα ευθυγραμμιστούν τα κίνητρα σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, έτσι ώστε από το στάδιο σχεδιασμού έως την εμπλοκή των πελατών, οι εταιρείες να εξετάσουν ενεργά τη χρήση βιώσιμων υλικών και χαρακτηριστικών όπως είναι η αντοχή και η ικανότητα αποκατάστασης στο πυρήνα της στρατηγικής τους για τα προϊόντα.
- Προκλήσεις για συνεργασία μεταξύ εταιρειών: Η ενσωμάτωση πρακτικών μίας κυκλικής οικονομίας μπορεί να απαιτήσει από πολλές εταιρείες να προσαρμόσουν τις δραστηριότητές τους. Αυτό μπορεί να συνεπάγεται με ένα πολύπλοκο δίκτυο στο οποίο οι προμηθευτές είναι έτοιμοι να παρέχουν όλες τις απαραίτητες εισροές και να διασφαλίσουν τις απαραίτητες απαιτήσεις υποδομής με ένα διαφοροποιημένο σύνολο τελικών αγορών για ανακτηθέντα υλικά. Οι επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν αρκετά εμπόδια κατά τη διεκπεραίωση αυτής της διαδρομής. Υπάρχει δυνητικά μεγάλο κόστος συναλλαγών και καθυστερήσεις στη διαπραγμάτευση με εταιρίες και εταίρους. Ορισμένοι, μεγαλύτεροι έμποροι λιανικής πώλησης είναι ήδη εκπαιδευμένοι στην προώθηση προτύπων στις αλυσίδες εφοδιασμού. Σε άλλες περιπτώσεις οι εταιρείες έχουν μακροπρόθεσμες σχέσεις με τους προμηθευτές. Αυτές οι συμφωνίες συνεργασίας μπορούν να προσεγγίσουν θεμελιώδεις εμπορικές ανησυχίες, όπως είναι η επιλογή επιχειρηματικών μοντέλων και η εξακρίβωση της αγοράς. Αυτές οι πιέσεις θα μπορούσαν να γίνουν πιο έντονες κατά τη μετάβαση σε ένα κυκλικό σύστημα, δεδομένου ότι ο πόρος θα συνδεόταν ολοένα και περισσότερο με το βασικό επιχειρηματικό μοντέλων.

Τα εμπόδια αυτά ωστόσο μπορούν να ξεπεραστούν με την καλή συνεργασία μεταξύ των εταιριών, των κυβερνητικών φορέων, των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων αλλά και των καταναλωτών.

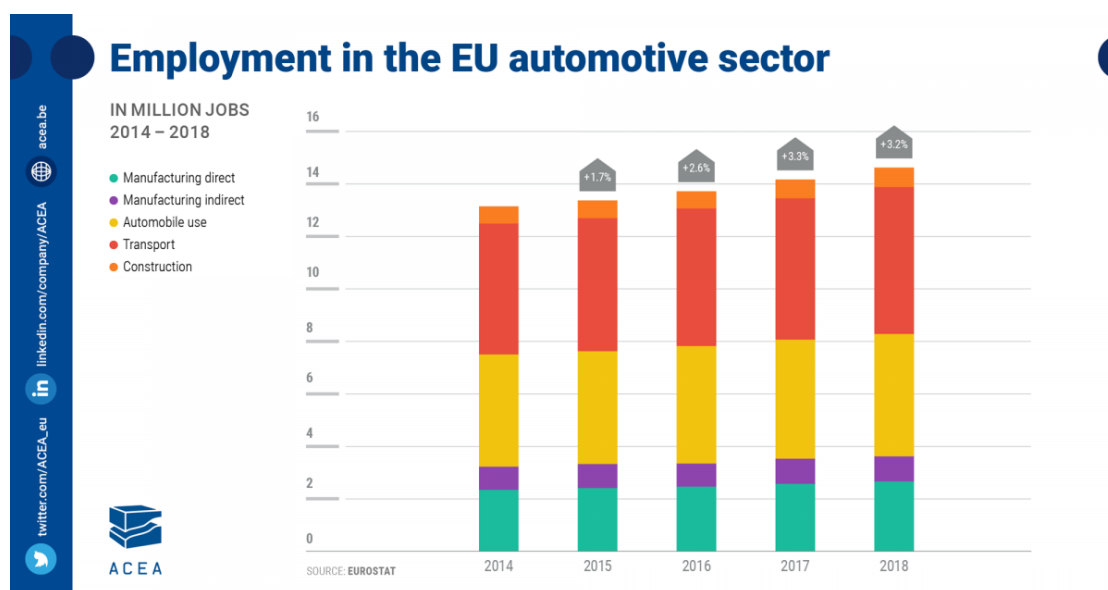
2.2 Ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας

Η αυτοκινητοβιομηχανία είναι μία από τις σημαντικότερες βιομηχανίες στην Ευρώπη συμβάλλοντας στην οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική ευημερία και ανάπτυξη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση συγκαταλέγεται μεταξύ των μεγαλύτερων παραγωγών μηχανοκίνητων

οχημάτων στον κόσμο και ο τομέας αντιπροσωπεύει τον μεγαλύτερο ιδιωτικό επενδυτή στην έρευνα και ανάπτυξη. Για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της αυτοκινητοβιομηχανίας της Ευρωπαϊκής Ένωση και τη διατήρηση της παγκόσμιας τεχνολογικής ηγεσίας της, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υποστηρίζει την παγκόσμια τεχνολογική εναρμόνιση και παρέχει χρηματοδότηση για έρευνα και ανάπτυξη.

Ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας είναι ένας κινητήριος μοχλός της ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής οικονομίας. Ο κύκλος εργασιών του τομέα αντιπροσωπεύει περίπου το 7% του ΑΕΠ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και φορολογικές εισφορές που σχετίζονται με τη βιομηχανία περίπου στα 410 δισεκατομμύρια ευρώ μόνο σε 15 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αντιστοιχούν περίπου στο 6% του συνολικού φορολογικού εισοδήματος. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εξήγαγε 5.4 εκατομμύρια αυτοκίνητα το 2017 αντιπροσωπεύοντας πάνω από το 40% του παγκόσμιου μεριδίου αξίας στην αυτοκίνηση. Τέλος η αυτοκινητοβιομηχανία έχει σημαντικό πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα στην οικονομία καθώς συνδέεται με πολλές βιομηχανίες από όπου αγοράζει πρώτες ύλες όπως για παράδειγμα τις βιομηχανίες αλουμινίου, χάλυβα και κλωστοϋφαντουργίας καθώς και βιομηχανίες όπως ΤΠΕ (Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών), υπηρεσίες επισκευής και κινητικότητας[15].

Όσο αναφορά το κοινωνικό σύνολο η αυτοκινητοβιομηχανία παρέχει άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας σε 14,6 εκατομμύρια Ευρωπαίους ,αντιπροσωπεύοντας το 6,7% της συνολικής απασχόλησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η αύξηση των θέσεων εργασίας που παρέχει ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας την περίοδο 2014-2018.



Εικόνα 5 - Οι άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας που παρέχει ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση την περίοδο 2014-2018 [16].

Επιπλέον παρέχει στους ανθρώπους την ελευθερία και την πρόσβαση που προέρχονται από την κινητικότητα(mobility), ενώ ταυτόχρονα την καθιστούν όλο και πιο αποτελεσματική στο χρόνο και την ασφάλεια. Για παράδειγμα τα ατυχήματα που αφορούν τα επιβατικά οχήματα μειώθηκαν κατά 40% από το 2005 και οι θάνατοι που αφορούν τα επαγγελματικά οχήματα μειώθηκαν κατά το ήμισυ από το 2001. Ακόμα το μέσο κόστος ανά χιλιόμετρο μειώθηκε κατά 65% τα τελευταία 40 χρόνια κάνοντας την ατομική κινητικότητα προσιτή σε μεγαλύτερο μερίδιο του πληθυσμού στην Ευρώπη.

Τέλος η αυτοκινητοβιομηχανία έχει συμβάλει και στην ευημερία του περιβάλλοντος ακόμα και αν αυτό φαίνεται αντιφατικό σε σχέση με τον μεγάλο αριθμό αυτοκινήτων που υπάρχουν στην Ευρώπη. Η αυτοκινητοβιομηχανία παρά τον μεγάλο αριθμό αυτοκινήτων που παράγει κατάφερε να μειώσει τις εκπομπές προς το περιβάλλον. Από το 1995 υπήρξε μείωση έως και 36% του CO₂ με τα σημερινά αυτοκίνητα να είναι πολύ πιο αποτελεσματικά σε σχέση με 25 χρόνια πριν [16].

Ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας στην Ευρώπη έχει δεσμευτεί να εφαρμόσει μια πιο κυκλική οικονομία με στόχο να μειώσει τον περιβαλλοντικό της αντίκτυπο, να κάνει αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων και να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας συμβάλλοντας στην οικονομία της Ευρώπης. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων συμβάλλουν ήδη ενεργά στην αποδοτικότητα των πόρων ανακατασκευάζοντας μια μεγάλη ποικιλία ανταλλακτικών, συμπεριλαμβανομένων κινητήρων και κιβωτίων ταχυτήτων. Η ανακατασκευή τέτοιων εξαρτημάτων έχει αποδειχθεί ότι απαιτούν έως και 80% λιγότερη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με την κατασκευή νέων εξαρτημάτων. Επίσης χρειάζονται λιγότερο από 88% νερό και πάνω από 90% λιγότερα χημικά για την κατασκευή τους. Αυτή η κυκλική προσέγγιση μπορεί να μειώσει το συνολικά απόβλητα έως και 70%. Επιπλέον η αυτοκινητοβιομηχανία προσπαθεί να επιμηκύνει τον χρόνο ζωής των οχημάτων που κατασκευάζει με στόχο την μείωση του κόστους για τους καταναλωτές, καθώς και τη διατήρηση των φυσικών πόρων και ενέργειας. Τέλος, οι κατασκευαστές παραμένουν αφοσιωμένοι στην περαιτέρω βελτίωση της απόδοσης καυσίμου και στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, καθώς η φάση χρήσης ενός οχήματος εξακολουθεί να αντιπροσωπεύει μεγάλο μέρος των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που έχουν τα αυτοκίνητα. Λόγω της δέσμευσης του κλάδου για την έννοια «σχεδιασμός για αειφορία », τα οχήματα κατασκευάζονται για να είναι όσο το δυνατόν πιο βιώσιμα σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους. Από την παράταση της φάσης χρήσης των επιβατικών αυτοκινήτων και των επαγγελματικών οχημάτων έως την ανακύκλωση στο τέλος της ζωής τους, ο τομέας εστιάζει τις προσπάθειές του στη μείωση των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις περιοχές που έχουν μεγαλύτερη σημασία. Εκτός από πρωτοβουλίες που καθοδηγούνται από τη βιομηχανία, οι κατασκευαστές αυτοκινήτων πρέπει επίσης να τηρούν ένα ευρύ φάσμα

υφιστάμενων νομοθεσιών που προωθούν τη βιώσιμη παραγωγή, πιο αποδοτικά οχήματα και την ορθή διάλυσή τους. Η οδηγία για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής, για παράδειγμα, ήδη θέτει στόχο 95% ανακύκλωσης ανά όχημα ανά έτος [17].

2.2.1 Παραγωγή και κατανάλωση στην αυτοκινητοβιομηχανία.

Παρ' όλες τις προσπάθειες της αυτοκινητοβιομηχανίας για μια πιο βιώσιμη ανάπτυξη ο τομέας αυτός συνεχίζει να καταναλώνει μεγάλες ποσότητες πρώτων υλών, ενέργειας και νερού για την παραγωγή ενός οχήματος. Μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρήχθησαν 18,5 εκατομμύρια μηχανοκίνητα οχήματα το 2019.

2.2.1.1 Κατανάλωση πρώτων υλών

Όσο αναφορά τις πρώτες ύλες σε αυτές συμπεριλαμβάνονται το αλουμίνιο, γυαλί, πλαστικό και σιδηρομετάλλευμα για την κατασκευή χάλυβα καθώς και προϊόντα πετρελαίου για την κατασκευή πλαστικών, καουτσούκ και ειδικών ινών. Οι κύριοι παράγοντες για την επιλογή τέτοιων υλικών, ειδικότερα για το αμάξωμα του αυτοκινήτου είναι πολυάριθμα και περιλαμβάνουν την θερμική και μηχανική αντίσταση, εύκολη κατασκευή και αποσυναρμολόγηση καθώς και αντοχή. Η αυτοκινητοβιομηχανία είναι ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές πρώτων υλών παγκοσμίως. Τώρα περισσότερο από ποτέ η αυτοκινητοβιομηχανία αντιμετωπίζει όλο και μεγαλύτερες πιέσεις από περιβαλλοντικές και κυκλοφοριακές νομοθεσίες ώστε τα οχήματα να είναι περισσότερο αποδοτικά όσο αναφορά την κατανάλωση καυσίμου, την μείωση εκπομπών ρύπων και την ασφάλεια. Η αυτοκινητοβιομηχανία εξαρτάται όλο και περισσότερο από μια συστηματική προσέγγιση για την επιλογή υλικών. Η επιλογή υλικών είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για τον σχεδιασμό οχημάτων. Υπάρχει μια ποικιλία υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το αμάξωμα και το πλαίσιο του αυτοκινήτου αλλά η κύρια πρόκληση είναι ο σκοπός του σχεδιασμού. Για τους κατασκευαστές αυτοκινήτων, τα πιο σημαντικά κριτήρια που πρέπει να ικανοποιεί ένα υλικό είναι [18]:

- Η μείωση του βάρους του οχήματος (lightweight): αυτό το κριτήριο είναι το πιο σημαντικό για μια αυτοκινητοβιομηχανία αφού η μείωση του βάρους ενός οχήματος συμβάλλει στην μείωση των αερίων θερμοκηπίου, μείωση των εκπομπών και στην μείωση κατανάλωσης καυσίμου.
- Η οικονομική αποτελεσματικότητα(cost-effectiveness): ένας ακόμη πολύ σημαντικός παράγοντας για την αυτοκινητοβιομηχανία είναι το κόστος ενός υλικού και αυτό προσδιορίζει το εάν ένα υλικό πρόκειται να επιλεγεί για την κατασκευή ενός εξαρτήματος.

- Η ασφάλεια(safety): η επιλογή ενός υλικού γίνεται με κριτήριο την ικανότητα που έχει το υλικό να απορροφήσει την ενέργεια της κρούσης, ώστε οι επιβάτες να παραμείνουν ασφαλείς στην περίπτωση μια σύγκρουσης.
- Ανακύκλωση: η ανακυκλωσιμότητα και οι εκτιμήσεις του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν ως στόχο την προστασία των πόρων και τις δυνατότητες ανακύκλωσής τους, επενδύουν πολλά χρήματα σε έρευνα και ανάπτυξη στοχεύοντας σε καλύτερες τεχνικές ανακύκλωσης και στην ανάπτυξη περισσότερων υλικών που μπορούν να ανακυκλωθούν εύκολα.

Παρακάτω αναλύονται τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός οχήματος, τα ποσοστά που καταλαμβάνουν στην συνολική μάζα του οχήματος, καθώς και ευκαιρίες που παρουσιάζουν αυτά τα υλικά για την παραγωγή οχημάτων που συνάδουν με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας [18][19]:

- Χάλυβας: Κατά μέσο όρο, 900 κιλά χάλυβα χρησιμοποιούνται ανά όχημα. Οι προηγμένοι χάλυβες υψηλής αντοχής (AHSS) χρησιμοποιούνται τώρα για σχεδόν κάθε νέο σχεδιασμό οχημάτων. Οι χάλυβες υψηλής αντοχής αποτελούν έως και το 60% των σημερινών δομών αμαξώματος οχημάτων, κάνοντας ελαφρύτερα, βελτιστοποιημένα σχέδια οχημάτων που βελτιώνουν την ασφάλεια και βελτιώνουν την απόδοση καυσίμου. Οι νέες ποιότητες χάλυβα υψηλής αντοχής επιτρέπουν στις αυτοκινητοβιομηχανίες να μειώσουν το βάρος των εξαρτημάτων του οχήματος κατά 25-39% και το συνολικό βάρος του οχήματος κατά 8-10% σε σύγκριση με το συμβατικό χάλυβα. Όταν εφαρμόζεται σε ένα τυπικό οικογενειακό αυτοκίνητο πέντε επιβατών, το συνολικό βάρος του οχήματος μειώνεται κατά 100-150 κιλά, το οποίο αντιστοιχεί σε εξοικονόμηση ζωής 2-3 τόνων αερίων θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια του συνολικού κύκλου ζωής του οχήματος. Αυτή η εξοικονόμηση εκπομπών μπορεί να είναι μεγαλύτερη από τη συνολική ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται κατά την παραγωγή όλου του χάλυβα στο όχημα. Ο χάλυβας σε ένα όχημα κατανέμεται ως εξής, με βάση τη συνολική μάζα συγκράτησης του οχήματος.
- Πλαστικά: Ο ρόλος των πλαστικών στο σχεδιασμό και την παραγωγή οχημάτων είναι πιο σημαντικός από ποτέ αφού κάνουν τα οχήματα πιο ελαφριά, έχουν μειωμένο κόστος και κάνουν τα οχήματα πιο αποδοτικά στην κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς εκπέμπουν λιγότερους ρύπους. Επίσης η μεγάλη απορροφητικότητα που έχουν τα πλαστικά προσδίδουν μεγαλύτερη ασφάλεια στο όχημα. Από τα 30.000 εξαρτήματα ενός αυτοκινήτου το 1/3 αποτελείται από πλαστικά. Συνολικά χρησιμοποιούνται 39 διαφορετικοί τύποι βασικών πλαστικών και πολυμερών για την κατασκευή ενός οχήματος. Περισσότερο από

70% των πλαστικών που χρησιμοποιούνται σε ένα όχημα προέρχονται από τέσσερα πολυμερή: πολυπροπυλένιο , πολυουρεθάνη , πολυαμίδια και PVC. Το 2015 τα πλαστικά παράγωγα αντιπροσώπευαν το 17% του βάρους των αυτοκινήτων(12% τα πολυμερή και 5% τα ελαστομερή) και το 2030 αναμένεται να έχει αυξηθεί έως και 20%(15,6% τα πολυμερή και 4,4% τα ελαστομερή). Το μέσο βάρος των αυτοκινήτων θα μειωθεί από 1250 σε 1123 κιλά και θα περιέχει επιπλέον 25 κιλά πλαστικό.

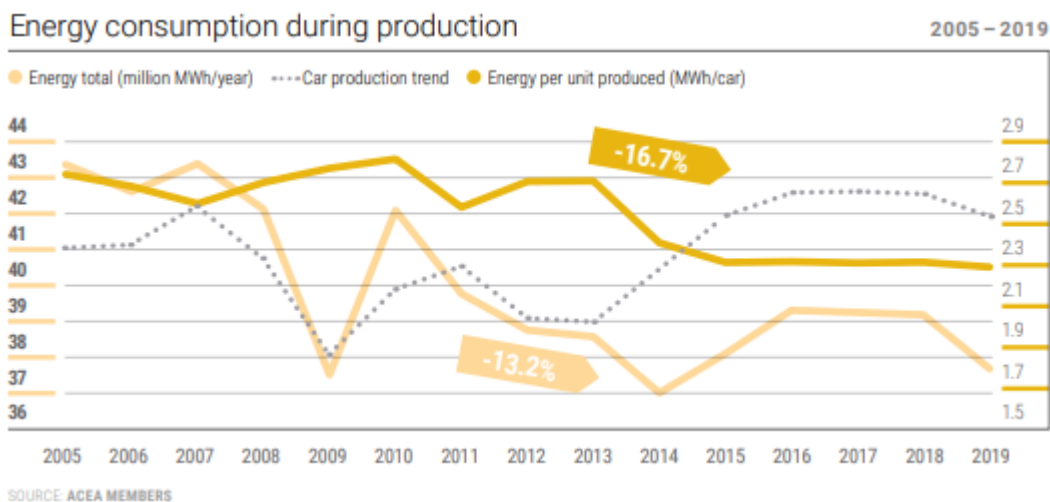
- Αλουμίνιο: Από τη δεκαετία του 1970 το μερίδιο του αλουμινίου στο συνολικό βάρος ενός οχήματος αυξάνεται συνεχώς: από 35 κιλά στη δεκαετία του 1970 σε 152 κιλά τη σημερινή εποχή. Οι ειδικοί εκτιμούν ότι έως το 2025 η μέση περιεκτικότητα σε αλουμίνιο σε ένα όχημα θα φτάσει τα 250 κιλά. Κάθε κιλό αλουμινίου που χρησιμοποιείται σε ένα αυτοκίνητο μειώνει το συνολικό βάρος του οχήματος κατά ένα κιλό. Γι' αυτό τον λόγο όλο και περισσότερα εξαρτήματα ενός αυτοκινήτου κατασκευάζονται από αλουμίνιο όπως προφυλακτήρες ,τροχοί ,εξαρτήματα ανάρτησης ,μπλοκ κυλίνδρων κινητήρα καθώς και πόρτες και το πλαίσιο του αμαξώματος. Συνεπώς με την μείωση του βάρους που προσφέρει το αλουμίνιο τα οχήματα έχουν μεγαλύτερη αποδοτικότητα στην κατανάλωση καυσίμου καθώς και μειώνονται οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Σε ένα όχημα που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο το αλουμίνιο μπορεί να επιτύχει μείωση έως και 20% στην κατανάλωση καυσίμου και περισσότερο από 17% στην μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον το αλουμίνιο είναι απείρως ανακυκλώσιμο χωρίς υποβάθμιση του υλικού. Η ανακύκλωση αλουμινίου εξοικονομεί περισσότερο από το 90% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που σχετίζονται με την παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου και απαιτεί μόνο το 8% της ενέργειας. Τέλος το αλουμίνιο έχει ακόμα μια πολύ σημαντική ιδιότητα: είναι πολύ καλό στην απορρόφηση των κραδασμών και στην πραγματικότητα είναι πολύ πιο αποτελεσματικό από τον χάλυβα.
- Καουτσούκ: Το καουτσούκ χρησιμοποιείται για πολλούς διαφορετικούς σκοπούς από την αυτοκινητοβιομηχανία. Παρουσία καουτσούκ σε ένα όχημα έχουμε στα συστήματα μεταφοράς υγρών, συστήματα στεγανοποίησης αμαξώματος ,συστήματα μετάδοσης ελαστικά κ.α. Η αυτοκινητοβιομηχανία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την βιομηχανία καουτσούκ. Η ζήτηση για φυσικό καουτσούκ προβλέπεται να φτάσει τα 33,87 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2027, από 28,65 δισεκατομμύρια δολάρια το 2019 με τον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας να αντιπροσωπεύει το 65,3%.

Συμπεραίνουμε λοιπόν πως τα υλικά που χρησιμοποιεί η αυτοκινητοβιομηχανία διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο και θα πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα ώστε να ακολουθούνται τα πρότυπα μιας πιο κυκλικής οικονομίας. Τέλος υπάρχουν μεγάλα περιθώρια για έρευνα και ανάπτυξη για τα υλικά που χρησιμοποιούνται.

2.2.1.2 Κατανάλωση ενέργειας

Η αυτοκινητοβιομηχανία εκτός από τον μεγάλο αριθμό πρώτων υλών που καταναλώνει για την παραγωγή ενός οχήματος, καταναλώνει επίσης και μεγάλα ποσά ενέργειας. Οι κατασκευαστικές εταιρίες ανησυχούν όλο και περισσότερο για την κατανάλωση της ενέργειας στις παραγωγικές διαδικασίες λόγω της αύξησης του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τα οικολογικά προβλήματα που προκαλεί η αυξανόμενη παραγωγή και χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός αυτοκινήτου συνοψίζεται σε 4 κατηγορίες: επεξεργασία πρώτων υλών, κατασκευή αυτοκινήτων, χρήση αυτοκινήτου, ανάκτηση αυτοκινήτου.

Η κατασκευή ενός αυτοκινήτου ενδέχεται να καταναλώνει έως και 700kwh/όχημα. Αυτό το ενεργειακό κόστος είναι περίπου το 9-12% του συνολικού κόστους κατασκευής. Μείωση του ενεργειακού κόστους κατά 20% μπορεί να συμβάλλει στη μείωση από 2-2,4% του συνολικού κόστους παραγωγής. Καθώς τα αυτοκίνητα έχουν εξοπλιστεί με όλο και περισσότερες δυνατότητες για να τα κάνουν πιο ασφαλή, καθαρότερα και εξυπνότερα, η πολυπλοκότητα της παραγωγής οχημάτων έχει αυξηθεί. Αυτή η αύξηση της πολυπλοκότητας επηρεάζει τη ζήτηση ενέργειας. Παρ' όλα αυτά, οι κατασκευαστές εργάζονται συνεχώς για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της παραγωγής. Σαν αποτέλεσμα, η κατανάλωση ενέργειας ανά παραγόμενο αυτοκίνητο μειώθηκε κατά 16,7% τα τελευταία 15 χρόνια (Εικόνα 6). Η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μέσα από ένα αποδοτικό ενεργειακά παραγωγικό σύστημα [20]. Για παράδειγμα, το BMW Group έχει εισάγει το σύστημα έξυπνης διαχείρισης δεδομένων ενέργειας (Intelligent Energy Management Data System, εν συντομία iEMDS). Το σύστημα αυτό βασίζεται σε έξυπνους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας οι οποίοι μετρούν συνεχώς την κατανάλωση ενέργειας των εγκαταστάσεων παραγωγής και των ρομπότ και τους ευθυγραμμίζουν με ένα κεντρικό μεγάλο δίκτυο δεδομένων της εταιρείας. Χάρη σε αυτούς τους <<έξυπνους μετρητές>> οι αποκλίσεις που οδηγούν στην υπερβολική κατανάλωση ενέργειας μπορούν να εντοπιστούν από νωρίς. Επιπλέον τα δεδομένα συμβάλλουν στην αποτροπή επικείμενων διαταραχών ή ακόμα και βλάβης μεμονωμένων εγκαταστάσεων παραγωγής ή ρομπότ, διασφαλίζοντας εξαιρετική ποιότητα της παραγωγής του οχήματος. Το BMW Group στοχεύει στην επίτευξη μείωσης της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ανά όχημα που παράγεται τουλάχιστον 45% από το επίπεδο του 2006 έως το 2020 [21].



Εικόνα 6 - Κατανάλωση ενέργειας κατά την φάση της παραγωγής από το 2015 έως το 2019 [22].

2.2.1.3 Κατανάλωση νερού

Τέλος ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας είναι ένας από τους μεγαλύτερους χρήστες νερού στην βιομηχανία, και απαιτούνται περισσότερα από 151 λίτρα νερού για την παραγωγή ενός μόνο οχήματος [23]. Ένα μεγάλο μέρος της κατανάλωσης του νερού καταναλώνεται κατά την φάση της παραγωγής. Τρία μοντέλα της Volkswagen έχουν καταναλώσει περισσότερο από 90% της συνολικής κατανάλωσης νερού καθ' όλη την διάρκεια ζωής του αυτοκινήτου, κατά την φάση της παραγωγής. Μερικές διαδικασίες στην φάση της παραγωγής κατά την οποία καταναλώνεται μεγάλη ποσότητα νερού περιλαμβάνει την επεξεργασία επιφανειών και την επίστρωση, θάλαμοι ψεκασμού βαφής, πλύσιμο, ψύξη, συστήματα κλιματισμού και λέβητες [24]. Λόγω της αυξανόμενης πίεσης του νερού (συμβαίνει όταν η ζήτηση νερού υπερβαίνει τη διαθέσιμη ποσότητα κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου ή όταν η κακή ποιότητα περιορίζει τη χρήση του) καθώς και με την αύξηση των λυμάτων, ο ρόλος των λυμάτων σαν μία πηγή για επαναχρησιμοποίηση είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Τεχνολογίες επανακυκλοφόρησης για την επαναχρησιμοποίηση του νερού έχουν μειώσει την χρήση νερού στις αυτοκινητοβιομηχανία κατά 33% μεταξύ του 2005 και 2013 στην Ευρώπη [22]. Επαναχρησιμοποίηση βιολογικά καθαρισμένων λυμάτων μέσω μεμβράνης βοήθησαν στην μείωση της χρήση νερού. Η εταιρεία εξοικονομεί περίπου 75.000 m³ γλυκού νερού ετησίως και αυτό ισοδυναμεί με περίπου το ¼ των αναγκών του εργοστασίου. Η εταιρία θα πρέπει να ελέγξει τις απώλειες νερού στους πύργους ψύξης, το νερό που ενσωματώνεται σε προϊόντα καθώς και άλλες απώλειες. Δράσεις που θα μπορούσαν να μειώσουν τη χρήση νερού είναι οι εξής [25]:

- Τα υγρά έκπλυσης στο βαφείο θα πρέπει να χύνονται αντίστροφα, έτσι το πιο βρώμικο νερό χρησιμοποιείται για το πρώτο ξέβγαλμα κ.ο.κ. Αυτό ελαχιστοποιεί τη

χρήση καθαρού νερού και διασφαλίζει ότι μόνο τα ισχυρότερα λύματα απορρίπτονται στον χώρο μονάδας επεξεργασίας λυμάτων

- Επανεξέταση της δοσολογίας χημικών στις διαδικασίες βαφής βοηθώντας έτσι στην βελτιστοποίηση της χρήσης νερού.
- Ανίχνευση διαρροών σε πραγματικό χρόνο ώστε να είναι αποδοτική η επισκευή συστημάτων νερού.
- Προσαρμογή στο καθεστώς δοκιμής νερού για το τελικό όχημα ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες νερού μέσω εξάτμισης.

Συνοψίζοντας, η αυτοκινητοβιομηχανία προσπαθεί συνεχώς για την μετάβαση σε πιο κυκλικά πρότυπα, καταναλώνοντας όλο και λιγότερους πόρους για την παραγωγή οχημάτων. Ωστόσο, η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει πέρα από την φάση της παραγωγής να δώσει ιδιαίτερη προσοχή στα οχήματα που παράγει όταν αυτά φτάνουν στο τέλος της ζωής τους, διότι αποτελούν μια μεγάλη πηγή αποβλήτων.

2.2.2 *Οχήματα στο τέλος της ζωής τους.*

Τα οχήματα που φτάνουν στο τέλος του κύκλου της ζωής τους θα πρέπει να συλλέγονται από κατάλληλους φορείς και να επεξεργάζονται κατάλληλα. Η επεξεργασία των End Of Life Vehicles (ELV) περιλαμβάνει έξι στάδια τα οποία είναι :η ανακύκλωση ,η επαναχρησιμοποίηση ,η αποσυναρμολόγηση ,ο τεμαχισμός ,η ανάκτηση ή αποτέφρωση και η απόρριψη .Η καθιέρωση μιας γενικής κατανόησης των λειτουργιών των ELV σε παγκόσμιο επίπεδο παρέχοντας μια ολοκληρωμένη επισκόπηση του συστήματος είναι απαραίτητη .Οι ακόλουθοι ορισμοί και έννοιες των λειτουργιών που αφορούν τα ELV με βάση τις απαιτήσεις και τα πρότυπα που καθορίζονται από την οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και άλλες σχετικές πηγές χρησιμοποιήθηκαν για την σαφή διάκριση κάθε λειτουργίας [23] [26][27] :

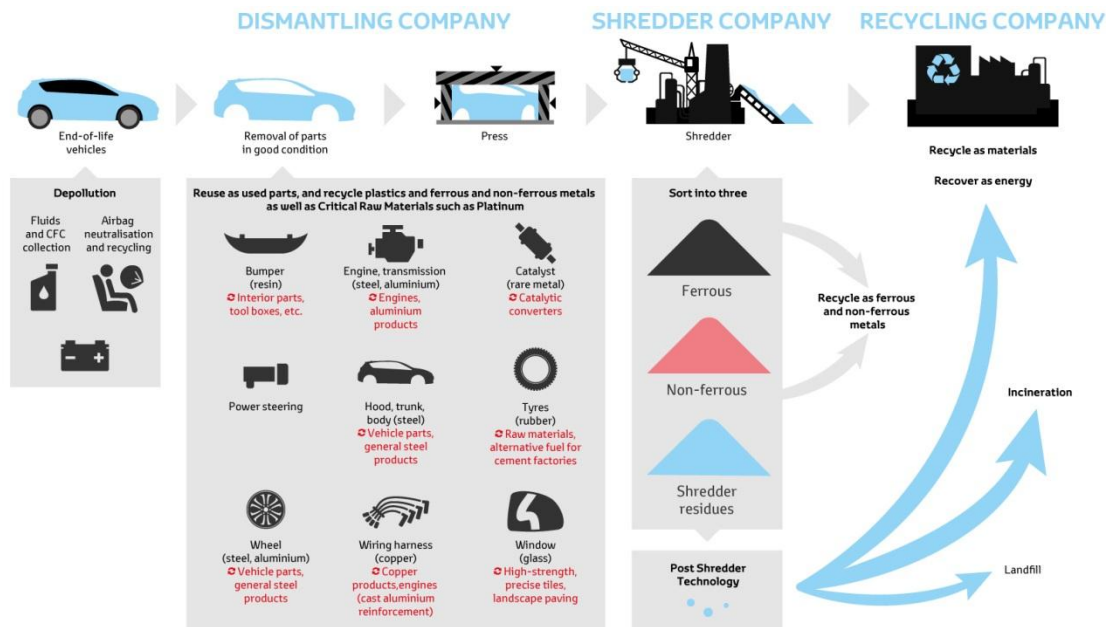
- Επαναχρησιμοποίηση: Η έννοια της επαναχρησιμοποίησης υποδηλώνει οποιαδήποτε λειτουργία με την οποία ανταλλακτικά και εξαρτήματα χρησιμοποιούνται απευθείας για τον ίδιο σκοπό χωρίς επεξεργασία για αλλαγή των φυσικών χαρακτηριστικών τους με σκοπό την αποφυγή δημιουργίας αποβλήτων. Ένα μέρος του οχήματος που φτάνει στο τέλος της ζωής του μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας στο στάδιο της επαναχρησιμοποίησης ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια, κόστος παραγωγής και να αποτραπούν ανθυγιεινές εκπομπές. Η διαδικασία της επαναχρησιμοποίησης είναι η υψηλότερη στην ιεραρχία των διαδικασιών .
- Αποσυναρμολόγηση: Δύο τρόποι μείωσης της απόρριψης άχρηστων υλικών από τα αυτοκίνητα είναι η βελτίωση της αποσυναρμολόγησης των εξαρτημάτων των ELV πριν τον τεμαχισμό ώστε να προωθήσει την επαναχρησιμοποίηση των μη-μεταλλικών υλικών και να καθιερώσει την post-shredding τεχνολογία για την επεξεργασία των

άχρηστων υλικών. Η μεγάλης κλίμακα μηχανική αποσυναρμολόγηση υιοθετείται κυρίως στην Αμερική και την Ευρώπη όπου τα κόστη εργασίας είναι υψηλά, ενώ οι μηχανικές χειροκίνητες μέθοδοι αποσυναρμολόγησης υιοθετούνται κυρίως στις Ασιατικές χώρες επειδή τα κόστη εργασίας είναι χαμηλά. Η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης οργανώνεται σε τέσσερα στάδια:

- Αποτίμηση και αποσυναρμολόγηση των εξαρτημάτων που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σαν ανταλλακτικά (εκτός από κινητήρες, τιμόνια και κιβώτια ταχυτήτων τα οποία απαγορεύονται από την νομοθεσία να επαναχρησιμοποιηθούν).
- Αποστράγγιση όλων των λειτουργικών υγρών.
- Απομάκρυνση επικίνδυνων εξαρτημάτων και υλικών (π.χ. πυροσβεστήρες).
- Αποσυναρμολόγηση άλλων εξαρτημάτων για χρήση σαν δευτερεύουσα ύλη.
- Ανακύκλωση: Η έννοια της ανακύκλωσης δείχνει ότι χρησιμοποιήσιμα υλικά από τα απόβλητα συλλέγονται, ταξινομούνται, επεξεργάζονται και χρησιμοποιούνται ώστε να παραχθούν νέα προϊόντα. Η διαδικασία της ανακύκλωσης χρησιμοποιείται για να μετατρέψει τα απόβλητα των ELV σε νέα προϊόντα όταν άλλες λειτουργίες ανάκτησης δεν μπορούν να επιτευχθούν. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία η ανακύκλωση ορίζεται ως η επαναεπεξεργασία των αποβλήτων ELV για τον αρχικό σκοπό ή για άλλους σκοπούς σε μια παραγωγική διαδικασία, αλλά η επεξεργασία για χρήση όπως καύσιμα ή ανάκτηση ενέργειας εξαιρείται.
- Τεμαχισμός: Κατά τη διαδικασία τεμαχισμού το σώμα των ELV μπαίνει στον “breaker” για την πρωτεύουσα παραμόρφωση, στη συνέχεια “σπάει” σε μικρά κομματάκια από τον θραυστήρα και τέλος η σκόνη που παράγεται εισέρχεται στον συλλέκτη. Ως αποτέλεσμα του τεμαχισμού συνήθως σχηματίζονται τρεις ροές υλικών:
 - Σιδηρούχα μέταλλα
 - Μη σιδηρούχα μέταλλα.
 - Πλαστικά, ελαστομερή και άλλα υλικά (αναμειγμένα).
- Ανάκτηση/Αποτέφρωση(recovery/incineration): Σύμφωνα με τον ορισμό που προτείνεται στην οδηγία 2000/53/EC, η ανάκτηση εμπεριέχει την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την ανάκτηση θερμότητας/ενέργειας. Η διαδικασία της ανάκτησης χρησιμοποιεί κυρίως καύσιμο για αποτέφρωση και για άλλους σκοπούς για την παραγωγή ενέργειας. Άλλες λειτουργίες ανάκτησης περιλαμβάνουν την ανακύκλωση μετάλλων και των μεταλλικών ενώσεων, αναγέννηση οξέων ή βάσεων, εκ νέου διύλιση λαδιού ή άλλες επαναχρησιμοποιήσεις πετρελαίου. Στην διαδικασία ανάκτησης θερμότητας ή ενέργειας, χρησιμοποιούνται

εύφλεκτα απόβλητα για την παραγωγή ενέργειας μέσω άμεσης αποτέφρωσης με ανάκτηση θερμότητας.

- Απόρριψη: Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει οποιαδήποτε από τις ισχύουσες λειτουργίες προβλέπονται στο παράρτημα ΙΙΑ της οδηγίας 75/442/EEC. Τα απόβλητα των ELV πρέπει να απορρίπτονται με οποιαδήποτε μέθοδο χωρίς να βλάπτουν την υγεία του ανθρώπου και να βλάπτουν το περιβάλλον.



Εικόνα 7 - Επεξεργασία των οχημάτων στο τέλος της ζωής τους [28].

Συμπεραίνουμε λοιπόν πως η επεξεργασία των ELV είναι ιδιαίτερα δύσκολη και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, καθώς μπορούν να ανακτηθούν σημαντικοί πόροι για την οικονομία. Τέλος, αυτή η διαδικασία είναι πολύ σημαντική για το περιβάλλον, αφού τα απόβλητα που δημιουργούνται από τα οχήματα στο τέλος της ζωής τους περιέχουν ιδιαίτερα επιβλαβείς ουσίες.

3

Πλαίσιο

παρακολούθησης

προόδου προς μια

κυκλική οικονομία

Για την μετάβαση της αυτοκινητοβιομηχανίας προς μια πιο κυκλική προσέγγιση είναι απαραίτητο ένα πλαίσιο παρακολούθησης, το οποίο θα περιλαμβάνει ένα σύνολο δεικτών. Οι δείκτες αυτοί ονομάζονται βασικοί δείκτες απόδοσης (key performance indicators, KPIs). Ένας βασικός δείκτης απόδοσης είναι μια μετρήσιμη τιμή που δείχνει πόσο αποτελεσματικά μια εταιρεία επιτυγχάνει βασικούς επιχειρηματικούς στόχους. Οι οργανισμοί χρησιμοποιούν KPIs σε πολλά επίπεδα για να αξιολογήσουν την επιτυχία τους στην επίτευξη των στόχων. Τα KPIs υψηλού επιπέδου μπορεί να επικεντρωθούν στη συνολική απόδοση της επιχείρησης, ενώ τα KPIs χαμηλού επιπέδου μπορεί να επικεντρωθούν σε διαδικασίες σε τμήματα όπως οι πωλήσεις, το μάρκετινγκ, το HR, η υποστήριξη και άλλα. Συχνά η επιτυχία είναι απλώς η επαναλαμβανόμενη, περιοδική επίτευξη ορισμένων επιπέδων επιχειρησιακού στόχου (π.χ. μηδενικά ελαττώματα, ικανοποίηση πελατών 10/10), και μερικές φορές η επιτυχία ορίζεται ως προς την πρόοδο προς στρατηγικούς στόχους. Κατά συνέπεια, η επιλογή των σωστών KPI βασίζεται σε μια καλή κατανόηση του τι είναι σημαντικό για τον οργανισμό. Αυτό που θεωρείται σημαντικό εξαρτάται συχνά από το τμήμα μέτρησης της απόδοσης - π.χ. τα KPI που είναι χρήσιμα για τη χρηματοδότηση θα διαφέρουν από τα KPI που έχουν εκχωρηθεί στις πωλήσεις.

Δεδομένου ότι υπάρχει ανάγκη να καταλάβουμε καλά τι είναι σημαντικό, διάφορες τεχνικές για την εκτίμηση της τρέχουσας κατάστασης της επιχείρησης και των βασικών δραστηριοτήτων της συνδέονται με την επιλογή των δεικτών απόδοσης. Αυτές οι αξιολογήσεις συχνά οδηγούν στον εντοπισμό πιθανών βελτιώσεων, επομένως οι δείκτες απόδοσης συνδέονται συνήθως με πρωτοβουλίες «βελτίωσης της απόδοσης». Στις παρακάτω ενότητες θα δούμε τα σύνολα δεικτών που έχουν αναπτύξει η Ευρώπη, η Κίνα και ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης για την παρακολούθηση της απόδοσης τους προς μια κυκλική οικονομία.

3.1 Πλαίσιο παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Το πλαίσιο παρακολούθησης της κυκλικής οικονομίας όπως ορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αποτελείται από δέκα δείκτες, μερικοί από τους οποίους κατανέμονται σε υποδείκτες. Αυτοί οι δείκτες επιλέχθηκαν για να καταγράψουν τα κύρια στοιχεία μιας κυκλικής οικονομίας. Η λίστα είναι κατασκευασμένη ώστε να είναι σύντομη και εστιασμένη. Χρησιμοποιεί δεδομένα ενώ διαθέτει επίσης τομείς όπου αναπτύσσονται νέοι δείκτες, ιδίως για τις πράσινες δημόσιες συμβάσεις και τα απόβλητα τροφίμων. Το πλαίσιο παρακολούθησης που απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα παρέχει ένα στιγμιότυπο των όσων γνωρίζουμε σήμερα [29].

Circular economy monitoring framework



Εικόνα 8 - Οι δέκα δείκτες του πλαισίου παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης[30].

Αυτοί οι δέκα δείκτες χωρίζονται στους ακόλουθους τέσσερις θεματικούς τομείς οι οποίοι θα επεξηγηθούν παρακάτω.

3.1.1 Παραγωγή και κατανάλωση

Η κυκλική οικονομία ξεκινά από την αρχή ζωής ενός προϊόντος. Τόσο η φάση της σχεδίασης όσο και οι μέθοδοι παραγωγής επηρεάζουν την προμήθεια πρώτων υλών, την κατανάλωση πόρων και την παραγωγή αποβλήτων καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του προϊόντος. Οι οικονομικοί τομείς, όπως η βιομηχανία, οι κατασκευές ή οι υπηρεσίες, στην ΕΕ που παράγουν και καταναλώνουν υλικά και προϊόντα καθώς και τα νοικοκυριά πρέπει να μειώσουν την ποσότητα των αποβλήτων που παράγουν. Μακροπρόθεσμα αυτό μπορεί να συμβάλλει στην υψηλότερη αυτάρκεια επιλεγμένων πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες παραγωγής. Η θεματική ενότητα της παραγωγής και κατανάλωση περιλαμβάνει την σωστή σχεδίαση των προϊόντων, τις μεθόδους παραγωγής και τις μορφές κατανάλωσης [31] :

- Σχεδίαση προϊόντων: Η σωστή σχεδίαση ενός προϊόντος μπορεί να βελτιώσει την ανθεκτικότητα του ή να διευκολύνει την επισκευή, την αναβάθμιση ή την ανακατασκευή του. Μπορεί επίσης να διευκολύνει τους φορείς ανακύκλωσης να το αποσυναρμολογήσουν ώστε να ανακτήσουν πολύτιμα υλικά και εξαρτήματα. Γενικά μπορεί να συμβάλλει στην εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων. Φαίνεται όμως ότι οι σύγχρονες συνθήκες στην αγορά δεν ευνοούν κάτι τέτοιο κυρίως επειδή δεν συμβαδίζουν τα συμφέροντα των παραγωγών, των χρηστών και των φορέων ανακύκλωσης. Είναι συνεπώς απαραίτητο να δοθούν κίνητρα με στόχο την βελτίωση της σχεδίασης των προϊόντων ενώ ταυτόχρονα θα προστατεύεται η ενιαία αγορά και ο ανταγωνισμός και θα υποβοηθείται η καινοτομία. Σε αυτό το πλαίσιο, τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά προϊόντα έχουν ιδιαίτερη σημασία. Η δυνατότητα επισκευής τους συχνά είναι πολύ σημαντική για τους καταναλωτές ενώ επιπλέον αυτά τα προϊόντα περιέχουν πολύτιμα υλικά, η ανακύκλωση των οποίων θα πρέπει να διευκολυνθεί (π.χ. στοιχεία ηλεκτρονικών συσκευών κατασκευασμένα από σπάνιες γαίες). Προκειμένου να προαγάγει τη βελτίωση της σχεδίασης των προϊόντων αυτών, η Επιτροπή θα δώσει έμφαση στα στοιχεία κυκλικής οικονομίας κατά τη θέσπιση των μελλοντικών απαιτήσεων σχεδίασης προϊόντων στο πλαίσιο της οδηγίας για τον οικολογικό σχεδιασμό², στόχος του οποίου είναι η βελτίωση της απόδοσης και την περιβαλλοντικών επιδόσεων των προϊόντων που σχετίζονται με την ενέργεια. Μέχρι σήμερα, οι απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού εστιάζονταν κυρίως στην ενεργειακή απόδοση³, αλλά στο μέλλον θα εξεταστούν συστηματικά και άλλα ζητήματα όπως η

ανθεκτικότητα, η δυνατότητα επισκευής, η δυνατότητα αναβάθμισης, η δυνατότητα ανακύκλωσης και η αναγνώριση συγκεκριμένων υλικών ή ουσιών.

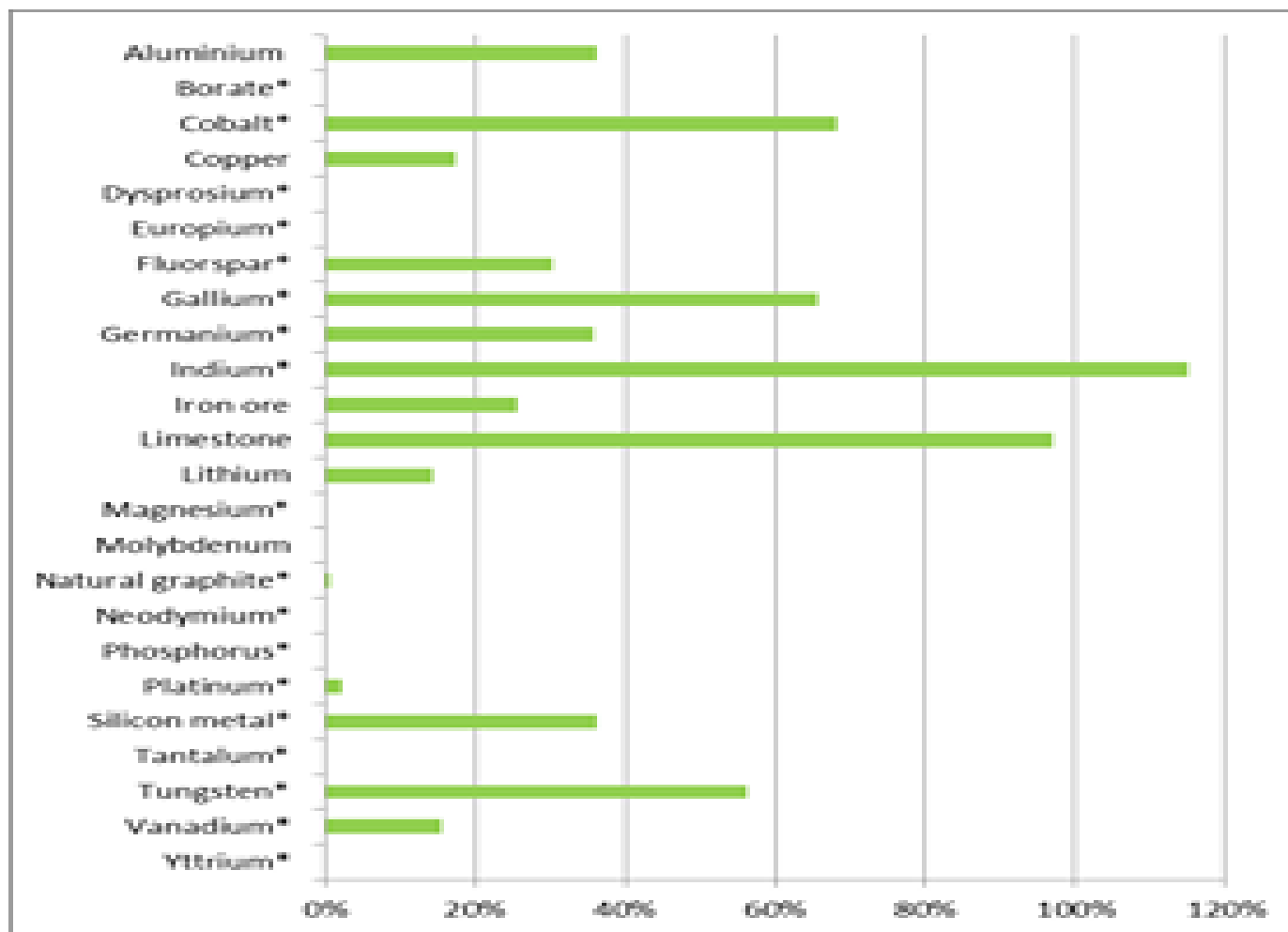
- Μέθοδοι παραγωγής: Ακόμα και με προϊόντα ή υλικά που έχουν σχεδιαστεί με έξυπνο τρόπο, η μη αποδοτική εκμετάλλευση των πόρων στις μεθόδους παραγωγής συχνά συνεπάγεται χαμένες επιχειρηματικές ευκαιρίες και παραγωγή σημαντικής ποσότητας αποβλήτων. Οι πρωτογενείς πρώτες ύλες, συμπεριλαμβανομένων και των ανανεώσιμων υλικών, θα συνεχίσουν να παίζουν σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες παραγωγής ακόμα και σε μια κυκλική οικονομία. Θα πρέπει συνεπώς να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στον περιβαλλοντικό και κοινωνικό αντίκτυπο της παραγωγής των υλών αυτών, τόσο εντός της ΕΕ όσο και σε χώρες εκτός ΕΕ. Σημαντικό είναι επίσης να προωθηθούν καινοτόμες βιομηχανικές διαδικασίες. Για παράδειγμα, μέσω της βιομηχανικής συμβίωσης, τα απόβλητα ή τα υποπροϊόντα μιας βιομηχανίας μπορούν να δίνονται ως πρώτη ύλη σε κάποια άλλη.
- Κατανάλωση: Οι επιλογές που πραγματοποιούνται από εκατομμύρια καταναλωτές μπορούν να υποστηρίξουν ή να παρεμποδίσουν την κυκλική οικονομία. Οι επιλογές αυτές διαμορφώνονται με βάση τις πληροφορίες στις οποίες έχουν πρόσβαση οι καταναλωτές, την ποικιλία και τις τιμές των διαθέσιμων προϊόντων και το κανονιστικό πλαίσιο. Η τιμή αποτελεί καθοριστικό παράγοντα που επηρεάζει τις αγοραστικές αποφάσεις, τόσο στην αλυσίδα αξίας όσο και για τον τελικό καταναλωτή. Κατά συνέπεια, τα κράτη μέλη ενθαρρύνονται να παρέχουν κίνητρα και να χρησιμοποιούν οικονομικά εργαλεία, όπως η φορολόγηση, προκειμένου να διασφαλίσουν ότι οι τιμές των προϊόντων εκφράζουν καλύτερα το αντίστοιχο περιβαλλοντικό κόστος. Κάποια θέματα που σχετίζονται με τις εγγυήσεις, όπως η νόμιμη περίοδος εγγύησης και η αντιστροφή του βάρους της απόδειξης²¹, αποτελούν και αυτά σημαντικούς παράγοντες της εξίσωσης της κατανάλωσης καθώς προστατεύουν τους καταναλωτές από τα ελαττωματικά προϊόντα και συμβάλλουν στη βελτίωση της ανθεκτικότητας και της δυνατότητας επισκευής των προϊόντων ώστε να αποφεύγεται η απόρριψή τους. Αφού αγοραστεί ένα προϊόν, η διάρκεια ζωής του μπορεί να παραταθεί μέσω επαναχρησιμοποίησης και επισκευής, ώστε να αποφεύγεται η σπατάλη. Οι κλάδοι της επαναχρησιμοποίησης και της επισκευής χαρακτηρίζονται από υψηλή ένταση εργασίας και συνεπώς συνεισφέρουν στην ατζέντα περί απασχόλησης και στην κοινωνική ατζέντα της ΕΕ. Επί του παρόντος, η επισκευή ορισμένων προϊόντων είναι αδύνατη είτε λόγω της σχεδιάσής τους είτε λόγω έλλειψης ανταλλακτικών ή πληροφοριών για την επισκευή. Οι μελλοντικές προσπάθειες πάνω στον οικολογικό σχεδιασμό των προϊόντων θα βοηθήσουν στη βελτίωση της ανθεκτικότητας και της ευκολίας επισκευής των προϊόντων. Θα

εξεταστούν ειδικά ορισμένες απαιτήσεις σχετικά με τη διαθεσιμότητα ανταλλακτικών και πληροφοριών επισκευής (π.χ. μέσω διαδικτυακών εγχειριδίων επισκευής), συμπεριλαμβανομένης και της δυνατότητας εφαρμογής οριζόντιων απαιτήσεων ως προς την παροχή πληροφοριών επισκευής. Οι πρακτικές προγραμματισμένης απαρχαιώσης μπορούν επίσης να περιορίσουν την ωφέλιμη διάρκεια ζωής των προϊόντων. Οι καινοτόμες μορφές κατανάλωσης μπορούν επίσης να υποστηρίξουν την ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας: τέτοιες είναι π.χ. η κοινή χρήση προϊόντων ή υποδομών (συνεργατική οικονομία), η κατανάλωση υπηρεσιών αντί προϊόντων και η χρήση πλατφορμών τεχνολογίας πληροφορικής ή ψηφιακής τεχνολογίας. Αυτές οι νέες μορφές κατανάλωσης συχνά αναπτύσσονται από επιχειρήσεις ή πολίτες και προωθούνται στο εθνικό, το περιφερειακό και το τοπικό επίπεδο.

Οι δείκτες που αφορούν την θεματική ενότητα της παραγωγής και κατανάλωσης αναλύονται παρακάτω.

3.1.1.1 Αυτάρκεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για κρίσιμες πρώτες ύλες

Οι πρώτες ύλες είναι πολύ σημαντικές για την λειτουργία της οικονομίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Πολλές βιομηχανίες εξαρτώνται από τον ασφαλή εφοδιασμό των πρώτων υλών συμπεριλαμβανομένων και των κρίσιμων πρώτων υλών μέσα από ένα διαφοροποιημένο μείγμα εγχώριας εξόρυξης, ανακύκλωσης και εισαγωγών. Αυτό το μείγμα είναι διαφορετικό για κάθε υλικό και εξαρτάται από διάφορους φυσικούς και οικονομικούς παράγοντες. Η κυκλική οικονομία μπορεί να βοηθήσει στην μείωση των εφοδιαστικών ρίσκων που σχετίζονται με την εξάρτηση εισαγωγής συγκεκριμένων πρώτων υλών μέσα από βελτιωμένη ανακύκλωση. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα η αυτάρκεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης διαφέρει για κάθε πρώτη ύλη. Για ορισμένες πρώτες ύλες όπως το ίνδιο ή τον ασβεστόλιθο η Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζει μεγάλη αυτάρκεια και είναι καθαρός εξαγωγέας. Αυτό ισχύει για την πλειονότητα των μη μεταλλικών ορυκτών [32].



Εικόνα 9- Αυτάρκεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για πρώτες ύλες το 2016 [32].

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση) [33]:

- Ορισμός: Ο δείκτης μετρά πόσο ανεξάρτητη είναι η ΕΕ από τον υπόλοιπο κόσμο για πολλές πρώτες ύλες. Ο δείκτης εκφράζεται σε επί τοις εκατό και ορίζεται ως (Αυτάρκεια) = (1 - εξάρτηση εισαγωγής).

Η εξάρτηση εισαγωγής ορίζεται ως:

$$\frac{\text{Εισαγωγές} - \text{Εξαγωγές}}{\text{Εγχώρια παραγωγή} + \text{Εισαγωγές} - \text{Εξαγωγές}}$$

Όταν η ΕΕ είναι καθαρός εξαγωγέας, δηλαδή $IR < 0$, η εξάρτηση εισαγωγής τίθεται στο μηδέν. Οι εισαγωγές, οι εξαγωγές και η εγχώρια παραγωγή εκφράζονται σε μονάδα μάζας.

- Παρουσίαση δείκτη:
 - Ο δείκτης παρέχει πληροφορίες για τις διαφορές ανάμεσα στα υλικά :για βέβαιες πρώτες ύλες η ΕΕ είναι πολύ πιο αυτάρκης από ότι για άλλες. Για παράδειγμα για κάποια υλικά όπως το ίνδιο η ΕΕ παρουσιάζει μεγάλη αυτάρκεια και είναι και εξαγωγέας.
 - Εξαιτίας της αυξανόμενης ζήτησης για πρώτες ύλες, ακόμα και αν το 100% ανακυκλώνεται, η ΕΕ μπορεί ακόμα να μην είναι αυτάρκης. Για παράδειγμα, η ετήσια ζήτηση σε πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται σε ηλιακές φωτοβολταϊκές τεχνολογίες (όπως πυρίτιο, χαλκός και ίνδιο) αναμένεται να αυξηθεί κατά 270% έως το 2030.
 - Ο δείκτης πρέπει να εξεταστεί σε ένα ευρύτερο πλαίσιο λαμβάνοντας υπόψη την πιθανή διαταραχή προμήθειας στο πλαίσιο οικονομικά ευαίσθητων περιοχών. Το διεθνές εμπόριο είναι πολύ σημαντικό για την οικονομία της ΕΕ. Για ορισμένα υλικά με υψηλούς κινδύνους εφοδιασμού, η ανάλυση αυτάρκειας σε συνδυασμό με την ανάλυση της προέλευσής τους μπορούν να βοηθήσουν στην αξιολόγηση των κινδύνων εφοδιασμού για αυτά τα υλικά.
 - Ενώ ο δείκτης παρέχει πληροφορίες για την τρέχουσα κατάσταση δεν αξιολογεί πιθανές μελλοντικές πηγές, αύξηση της ζήτησης, ούτε τις πιθανές μειώσεις σε εισαγωγές/εξαγωγές μέσω αυξημένης ανακύκλωσης.

3.1.1.2 Πράσινες δημόσιες συμβάσεις

Οι πράσινες δημόσιες συμβάσεις αντιπροσωπεύουν ένα μεγάλο ποσοστό της Ευρωπαϊκής κατανάλωσης (σχεδόν το 14% του ΑΕΠ της ΕΕ). Εάν οι απαιτήσεις κυκλικότητας (δυνατότητα επισκευής, ανθεκτικότητα, δυνατότητα ανακύκλωσης) είναι συστηματικά

συμπεριλαμβανόμενες σε δημόσια συμβόλαια, οι δημόσιες συμβάσεις μπορούν να παίξουν ένα σημαντικό ρόλο στην κυκλική οικονομία [33] .

Περιγραφή δείκτη (ορισμός):

- Ορισμός: Ο δείκτης μετρά το μερίδιο των διαδικασιών των δημόσιων συμβάσεων πάνω από τα όρια της ΕΕ (σε αριθμό και αξία), τα οποία περιλαμβάνουν περιβαλλοντικά στοιχεία.

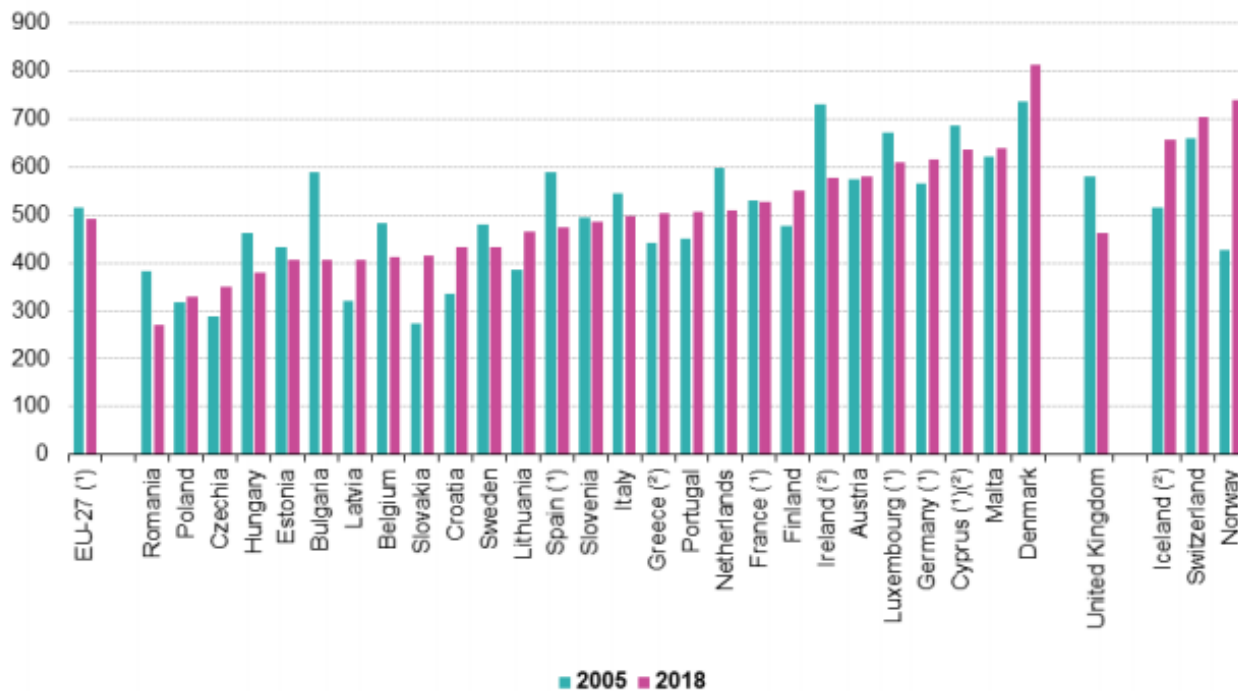
3.1.1.3 Παραγωγή αποβλήτων

3.1.1.3.1.1 Παραγωγή αστικών αποβλήτων ανά δήμο (Kg ανά δήμο με βάση τον μέσο ετήσιο πληθυσμό)

Αυτός ο δείκτης εστιάζει στα αστικά απόβλητα που παράγονται ανά δήμο. Παρ' όλο που τα αστικά απόβλητα αντιπροσωπεύουν το 10% του βάρους των συνολικών αποβλήτων που παράγονται ή το 30% της ποσότητας των αποβλήτων που παράγονται εκτός από τα ορυκτά απόβλητα, αυτός ο δείκτης παρέχει μια καλή ένδειξη της αλλαγής στα πρότυπα κατανάλωσης. Η παραγωγή αστικών αποβλήτων παρουσιάζει μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα περίπου 7 χώρες παρήγαγαν περισσότερα από 600 κιλά αστικών αποβλήτων ανά πολίτη ενώ 5 χώρες παρήγαγαν λιγότερα από 400 κιλά αστικών αποβλήτων ανά πολίτη. Τα διαφορετικά επίπεδα παραγωγής αστικών αποβλήτων οφείλεται στα διαφορετικά πρότυπα κατανάλωσης, στην οικονομική ευμάρεια κάθε χώρας και μερικώς από τα συστήματα συλλογής και διαχείρισης αποβλήτων [32][33].

Municipal waste generated, 2005 and 2018

(kg per capita)



Note: Countries are ranked in increasing order by municipal waste generation in 2018.

(*) Estimated.

(*) 2017 data instead of 2018.

Source: Eurostat (online data code: env_wasmun)

eurostat

Εικόνα 10 - Παραγωγή αστικών αποβλήτων[32].

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός: Ο δείκτης μετρά τα απόβλητα που συλλέγονται από ή για λογαριασμό των δημοτικών αρχών και απορρίπτονται μέσω του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων. Αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από απόβλητα που παράγονται από νοικοκυριά, αν και ενδέχεται να περιλαμβάνονται παρόμοια απόβλητα από πηγές όπως το εμπόριο, τα γραφεία και τα δημόσια ιδρύματα.
- Η μείωση της παραγωγής αστικών αποβλήτων αποτελεί ένδειξη της αποτελεσματικότητας των μέτρων πρόληψης των αποβλήτων και των μεταβαλλόμενων τρόπων κατανάλωσης εκ μέρους των πολιτών. Η συγκέντρωση στα αστικά απόβλητα και όχι στα βιομηχανικά απόβλητα έχει το πλεονέκτημα ότι αντικατοπτρίζει την κατανάλωση και δεν επηρεάζεται από την παρουσία ή την έλλειψη ισχυρών μεταποιητικών τομέων σε μια χώρα.

3.1.1.3.1.2 Παραγωγή αποβλήτων ,εκτός από τα κύρια ορυκτά απόβλητα ανά μονάδα ΑΕΠ(kg ανά χιλιάδες ευρώ)

Σε μια κυκλική οικονομία, η παραγωγή αποβλήτων ‘‘αποσυνδέεται’’ από την αύξηση του ΑΕΠ, δηλαδή τα παραγόμενα απόβλητα αυξάνονται λιγότερο γρήγορα σε σχέση με την αύξηση του ΑΕΠ (σχετική αποσύνδεση) ή μειώνεται όταν η οικονομία αναπτύσσεται (απόλυτη αποσύνδεση). Η σύγκριση των αποβλήτων που παράγονται με το ΑΕΠ αντικατοπτρίζει την ένταση των αποβλήτων της οικονομίας και παρέχει ένα μέτρο ‘‘οικολογικής αποδοτικότητας’’. Ο δείκτης για τη συνολική παραγωγή αποβλήτων αποκλείει τα μεγάλα ορυκτά απόβλητα, διότι το βάρος της συνολικής παραγωγής και επεξεργασίας αποβλήτων οφείλεται κυρίως στα ορυκτά απόβλητα, στον τομέα κατασκευών και κατεδαφίσεων και στις εξορυκτικές δραστηριότητες η οποία ποικίλλει σημαντικά σε όλα τα κράτη-μέλη. Η εξαίρεση μεγάλων ορυκτών αποβλήτων αντικατοπτρίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τις γενικές τάσεις από τα συνολικά απόβλητα και βελτιώνει τη συγκρισιμότητα μεταξύ των χωρών.

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός : Ο δείκτης ορίζεται ως η συνολική παραγωγή αποβλήτων σε μία χώρα, εξαιρουμένων όλων των ορυκτών αποβλήτων , ανά μονάδα ΑΕΠ. Ο λόγος εκφράζεται σε kg ανά χιλιάδες ευρώ.
- Παρουσίαση: Τα δεδομένα για την παραγωγή αποβλήτων αντιπροσωπεύουν όλα τα επικίνδυνα (hazardous waste) και όλα τα μη επικίνδυνα απόβλητα (non-hazardous

waste) που παράγονται από όλους τους οικονομικούς τομείς και τα νοικοκυριά ,συμπεριλαμβανομένων και των αποβλήτων που προκύπτουν από την επεξεργασία αποβλήτων (δευτερεύοντα απόβλητα), εξαιρουμένων όμως των ορυκτών αποβλήτων .Η εξαίρεση των ορυκτών αποβλήτων προσφέρει μια καλύτερη εικόνα για τα απόβλητα και βελτιώνει τη συγκρισιμότητα μεταξύ των χωρών. Η υψηλή διακύμανση του δείκτη μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως:

- Οι διαφορές στην ταξινόμηση των αποβλήτων από τα κράτη μέλη της ΕΕ μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την μερική μη συγκρισιμότητα, για παράδειγμα η Εσθονία μπορεί να παρουσιάζει μια υψηλή τιμή δείκτη επειδή στα απόβλητα αυτά έχουν συμπεριληφθεί και τα απόβλητα που έχουν προκύψει από την παραγωγή ενέργειας.
- Οι διαφορές στην αγοραστική δύναμη δεν αντανακλώνται πλήρως στις συναλλαγματικές ισοτιμίες, υποτιμώντας έτσι την συγκρισιμότητα μεταξύ των κρατών-μελών της ΕΕ.
- Διαφορετικές δομές της οικονομίας και εξειδίκευση ορισμένων κρατών-μελών σε υπηρεσίες υψηλής αξίας (π.χ. τομείς οικονομικών ή πληροφορικής).

3.1.1.3.1.3 Παραγωγή αποβλήτων, εξαιρουμένων των ορυκτών αποβλήτων , ανά μονάδα εγχώριας κατανάλωσης υλικού (kg/DMC)

Αυτός ο δείκτης εντοπίζει την αποδοτικότητα της κατανάλωσης υλικού της ΕΕ συγκρίνοντας τους τόνους αποβλήτων που παράγονται, εξαιρουμένων των ορυκτών αποβλήτων, με την εγχώρια κατανάλωση υλικού. Η εγχώρια κατανάλωση υλικού συνοψίζει τη συνολική χρήση των πόρων που οφείλονται στην εγχώρια ζήτηση, διακρίνοντάς την από την κατανάλωση που οφείλεται στις αγορές εξαγωγών. Επομένως αυτός ο δείκτης δίνει μια καλή ένδειξη ‘‘αποδοτικότητας του υλικού’’.

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός : Αυτός ο δείκτης έχει τον ίδιο αριθμητή με τον παραπάνω δείκτη, αλλά τώρα χρησιμοποιεί την εγχώρια κατανάλωση υλικού ως παρανομαστή. Η Εγχώρια Κατανάλωση Υλικού ορίζεται ως η ετήσια ποσότητα των πρώτων υλών που

εξορύσσονται από την χώρα, συν όλες τις φυσικές εισαγωγές και μείον όλες τις φυσικές εξαγωγές.

- Παρουσίαση : Ο δείκτης αυτός χρησιμεύει σαν ένας δείκτης αποδοτικότητας υλικού συγκρίνοντας την ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων με την εγχώρια κατανάλωση υλικού. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του λόγου, τόσο καλύτερη είναι η απόδοση. Το κύριο πλεονέκτημα του δείκτη για σύγκριση μεταξύ χωρών και με την πάροδο του χρόνου είναι ότι επηρεάζεται λιγότερο από τις διαφορετικές δομές μιας οικονομίας .

3.1.1.4 Απόβλητα τροφίμων

Τα απόβλητα τροφίμων είναι απόβλητα τα οποία δημιουργούνται κατά την παραγωγή, την διανομή και την κατανάλωση φαγητού. Τα απόβλητα τροφίμων έχουν ανησυχήσει ιδιαίτερα την ΕΕ αφού εκτιμάται ότι ανέρχονται στο 20% του συνόλου των παραγόμενων τροφίμων και σχετίζονται με την πίεση σε πεπερασμένους φυσικούς πόρους, το περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή. Έχει επίσης σημαντικό χρηματοοικονομικό κόστος το οποίο εκτιμάται σε 143 δις Ευρώ για την ΕΕ το 2012 [32] .

Περιγραφή δείκτη (ορισμός)[33]:

- Ορισμός: Η ποσότητα των αποβλήτων τροφίμων που παράγονται ετησίως. Ο δείκτης βρίσκεται σε στάδιο ανάπτυξης.

3.1.2 Διαχείριση αποβλήτων

Η διαχείριση των αποβλήτων παίζει έναν κεντρικό ρόλο στην κυκλική οικονομία: καθορίζει τον τρόπο πρακτικής εφαρμογής της ιεράρχησης αποβλήτων στην ΕΕ. Η ιεράρχηση των αποβλήτων προσδιορίζει μια σειρά προτεραιότητας, που ξεκινά από την αποφυγή, προχωρά στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την ανάκτηση ενέργειας και καταλήγει στην απόρριψη, π.χ. με υγειονομική ταφή. Η αρχή αυτή έχει στόχο την προώθηση των εναλλακτικών δυνατοτήτων που προσφέρουν συνολικά το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα για το περιβάλλον. Ο τρόπος συλλογής και διαχείρισης των αποβλήτων μας μπορεί να οδηγεί είτε σε ένα υψηλό ποσοστό ανακύκλωσης με επιστροφή πολύτιμων υλικών στην οικονομία, είτε σε ένα σύστημα χαμηλής απόδοσης με το οποίο το μεγαλύτερο μέρος των ανακυκλώσιμων αποβλήτων καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτεφρώνονται, ενδεχομένως με επιβλαβείς επιπτώσεις για το περιβάλλον και σημαντικές οικονομικές απώλειες. Για να επιτευχθούν υψηλά επίπεδα ανάκτησης υλικών, πρέπει

οποσδήποτε να δοθούν μακροπρόθεσμα τα κατάλληλα μηνύματα στις δημόσιες αρχές, τις επιχειρήσεις και τους επενδυτές και να καθιερωθούν οι κατάλληλες συνθήκες σε επίπεδο Ένωσης, συμπεριλαμβανομένης και της συνεπούς εφαρμογής των υφιστάμενων υποχρεώσεων [32].

Σήμερα ανακυκλώνεται μόνο το 40 % περίπου των αποβλήτων που παράγουν τα νοικοκυριά στην ΕΕ. Πίσω από αυτή τη μέση τιμή κρύβονται μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ κρατών μελών και μεταξύ περιφερειών, αφού το ποσοστό φθάνει το 80 % σε κάποιες περιοχές και είναι μόλις 5 % σε κάποιες άλλες.

Η Επιτροπή προτείνει νέες νομοθετικές προτάσεις για τα απόβλητα, με σκοπό να παράσχει ένα μακροπρόθεσμο όραμα για την αύξηση της ανακύκλωσης και τη μείωση της υγειονομικής ταφής των αστικών αποβλήτων, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές μεταξύ των κρατών μελών. Αυτές οι προτάσεις ενθαρρύνουν επίσης την αύξηση της χρήσης οικονομικών εργαλείων προκειμένου να επιτευχθεί συμφωνία με την ιεράρχηση αποβλήτων στην ΕΕ.

Οι αναθεωρημένες προτάσεις περιλαμβάνουν επίσης αύξηση των στόχων ανακύκλωσης για υλικά συσκευασίας, κάτι που θα ενισχύσει τους στόχους για τα αστικά απόβλητα και θα βελτιώσει τη διαχείριση των απορριμμάτων συσκευασίας του εμπορικού και του βιομηχανικού τομέα. Από τότε που εφαρμόστηκαν στόχοι σε περιφερειακό επίπεδο για την ανακύκλωση χάρτινων, γυάλινων, πλαστικών, μεταλλικών και ξύλινων υλικών συσκευασίας έχουν ανακυκλωθεί μεγαλύτερες ποσότητες απορριμμάτων συσκευασίας (από νοικοκυριά και από βιομηχανικές/εμπορικές πηγές) και υπάρχουν δυνατότητες ακόμα μεγαλύτερης αύξησης της ανακύκλωσης, με επακόλουθα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη[34].

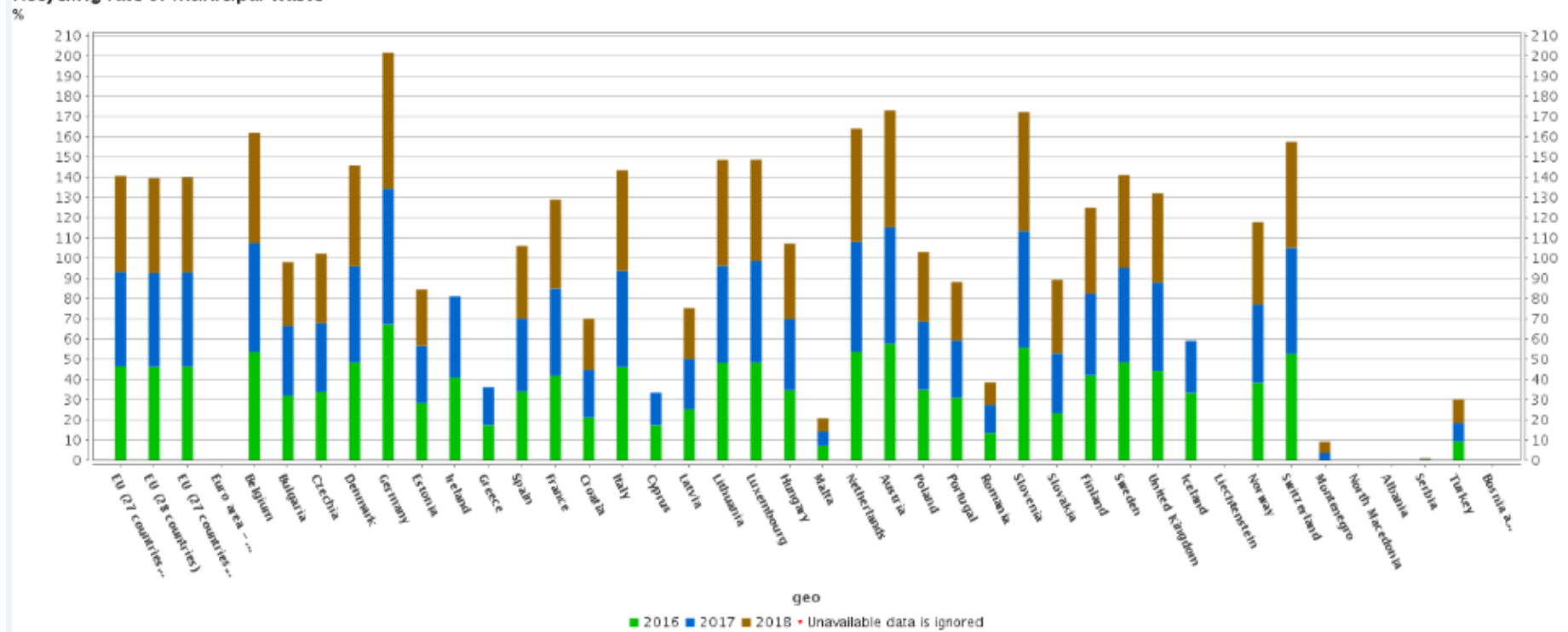
Προκειμένου να αυξηθούν τα επίπεδα ανακύκλωσης υψηλής ποιότητας απαιτούνται βελτιώσεις στη συλλογή και τη διαλογή των απορριμμάτων. Τα συστήματα συλλογής και διαλογής συχνά χρηματοδοτούνται εν μέρει από τα συστήματα διευρυμένης ευθύνης παραγωγών, μέσω των οποίων οι κατασκευαστές συνεισφέρουν στις δαπάνες συλλογής και επεξεργασίας των προϊόντων. Προκειμένου να καταστούν αυτά τα συστήματα πιο αποτελεσματικά, η Επιτροπή προτείνει μια σειρά ελάχιστων προϋποθέσεων σχετικά με τη διαφάνεια και τη σχέση κόστους/αποτελεσματικότητας. Τα κράτη μέλη και οι περιφέρειες μπορούν να χρησιμοποιούν τα συστήματα αυτά και για άλλες ροές αποβλήτων, όπως τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα και τα έπιπλα. Η θεματική ενότητα της διαχείρισης αποβλήτων αποτελείται από τους δείκτες οι οποίοι περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω:

3.1.2.1 Ποσοστά ανακύκλωσης

3.1.2.1.1.1 Ποσοστό ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων

Το ποσοστό ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων δείχνει το κατά πόσο τα απόβλητα που προκύπτουν από τους τελικούς καταναλωτές χρησιμοποιούνται σαν πόροι στην κυκλική οικονομία. Τα αστικά απόβλητα αντανακλούν κυρίως τα απόβλητα που παράγονται από τους τελικούς καταναλωτές αφού περιλαμβάνουν τα απόβλητα που παράγονται από τα νοικοκυριά και τα απόβλητα από άλλες πηγές παρόμοιες με αυτές των νοικοκυριών. Το ποσοστό ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων παρέχει μια καλή ένδειξη του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα ποσοστά ανακύκλωσης των αστικών αποβλήτων των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης [34].

Recycling rate of municipal waste



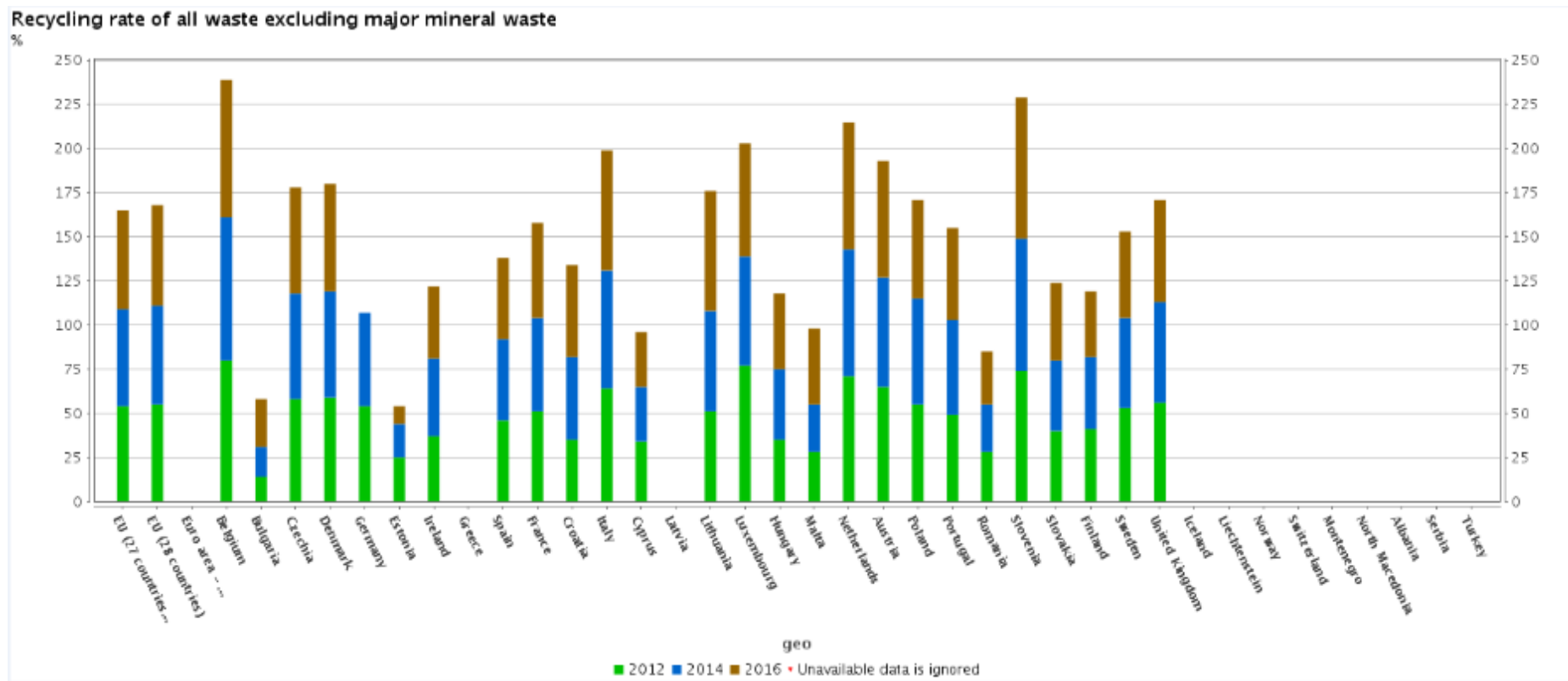
Εικόνα 11- Ποσοστό ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων [33]

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός: Το ποσοστό ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων ορίζεται ως το ποσό των ανακυκλωμένων αστικών αποβλήτων προς το σύνολο των αστικών αποβλήτων. Η αναλογία εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό αφού και οι δύο όροι μετρούνται στην ίδια μονάδα, κυρίως σε τόνους .
- Παρουσίαση: Όσον αφορά τη συγκρισιμότητα μεταξύ των κρατών μελών, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι χώρες μετρούν τις ανακυκλωμένες ποσότητες με διαφορετικούς τρόπους, για παράδειγμα πριν ή μετά την ταξινόμηση των συλλεγόμενων αποβλήτων, η οποία έχει επιπτώσεις στην ακρίβεια και τη συγκρισιμότητα. Αυτό το ζήτημα αντιμετωπίζεται επί του παρόντος στις αναθεωρημένες προτάσεις για τα απόβλητα

3.1.2.1.1.2 Ποσοστό ανακύκλωσης όλων των αποβλήτων, εξαιρουμένων των κύριων ορυκτών αποβλήτων

Το ποσοστό ανακύκλωσης όλων των αποβλήτων, εξαιρουμένων των κύριων ορυκτών αποβλήτων, δείχνει τον βαθμό στον οποίο σημαντικά απόβλητα υλικών ενσωματώνονται ξανά μέσα στην οικονομία.



Εικόνα 12 - Ποσοστό ανακύκλωσης αποβλήτων εξαιρουμένων των κύριων ορυκτών αποβλήτων για τις περιόδους 2012-2014-2016[33].

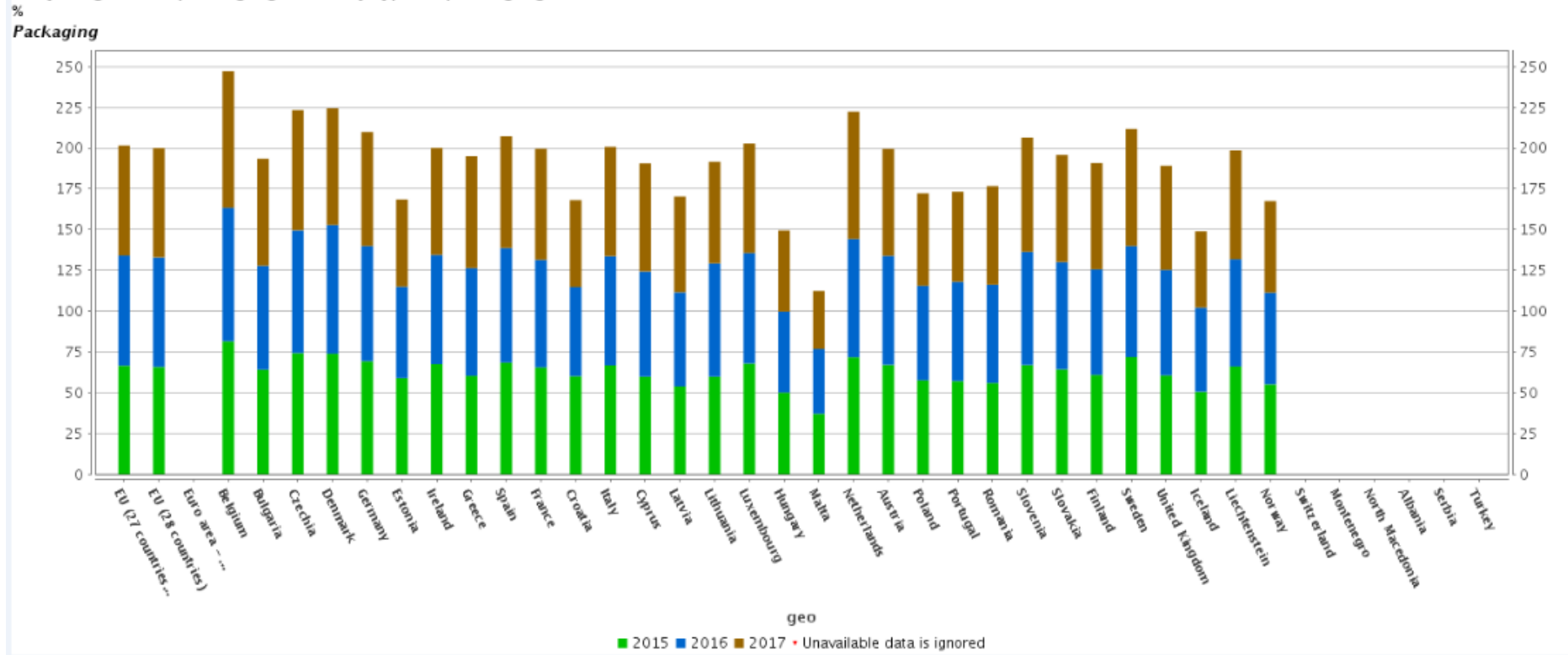
Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός: Ο δείκτης αυτός ορίζεται ως το ποσό των ανακυκλωμένων αποβλήτων προς το ποσό των επεξεργασμένων αποβλήτων σε μία χώρα, εξαιρουμένων των κύριων ορυκτών αποβλήτων που προέρχονται κυρίως από τον τομέα κατασκευών και εξορύξεων .
- Παρουσίαση: Τα δεδομένα για τα απόβλητα προσαρμόζονται για τα απόβλητα που συλλέγονται σε μία χώρα και ανακυκλώνονται σε άλλη χώρα. Η ποσότητα των ανακυκλωμένων αποβλήτων προσαρμόζεται ως εξής: απόβλητα που υποβάλλονται σε επεξεργασία σε οικιακές εγκαταστάσεις συν τα απόβλητα που αποστέλλονται από τη χώρα για ανακύκλωση μείον τα απόβλητα που εισάγονται και υφίστανται επεξεργασία σε οικιακές εγκαταστάσεις ανακύκλωσης .Τα επεξεργασμένα απόβλητα βασίζονται στον Κανονισμό Στατιστικών Αποβλήτων και οι εισαγωγές και εξαγωγές αποβλήτων βασίζονται στις Στατιστικές Εξωτερικού Εμπορίου και αναφέρονται σύμφωνα με τη Συνδυασμένη Ονοματολογία (CN – Codes).

3.1.2.1.1.3 Ποσοστό ανακύκλωσης συνολικής συσκευασίας

Η συσκευασία αντιπροσωπεύει το 9.3% των συνολικών αποβλήτων που παράγονται, εξαιρουμένων των κύριων ορυκτών αποβλήτων, που παράγονται στην ΕΕ. Γενικά αποτελείται από ομοιογενή υλικά τα οποία είναι κατάλληλα για ανακύκλωση.

Recycling rate of packaging waste by type of packaging



Εικόνα 13 - Ποσοστό ανακύκλωσης συσκευασίας για τις περιόδους 2015 -2016-2017 [33].

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός: Ο δείκτης ορίζεται ως το ποσό των ανακυκλωμένων αποβλήτων συσκευασίας προς τα συνολικά παραγόμενα απόβλητα συσκευασίας. Τα απόβλητα συσκευασίας περιλαμβάνουν όλα τα απόβλητα υλικών συσκευασίας από προϊόντα που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό, την προστασία, το χειρισμό, την παράδοση και την παρουσίαση αγαθών από πρώτες ύλες έως μεταποιημένα προϊόντα, από τον παραγωγό στον χρήστη ή τον καταναλωτή, εξαιρουμένων των υπολειμμάτων παραγωγής. Η αναλογία εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό αφού και οι δύο όροι εκφράζονται στην ίδια μονάδα, συνήθως σε τόνους.
- Παρουσίαση: Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της προόδου των ανακυκλωμένων αποβλήτων συσκευασίας. Σε μερικές περιπτώσεις όπου υπάρχουν διαφορές μεταξύ των κρατών-μελών γίνεται εξαιτίας διαφορετικών προσεγγίσεων που ακολουθούνται.

3.1.2.1.1.3.1 Ποσοστό ανακύκλωσης συσκευασίας πλαστικών

Η αύξηση της ανακύκλωσης των πλαστικών είναι απαραίτητη για την μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία. Η χρήση των πλαστικών στην ΕΕ έχει αυξηθεί σημαντικά, αλλά λιγότερο από το 30% των πλαστικών συλλέγονται για ανακύκλωση ενώ ένα άλλο τρίτο καταλήγει στην χωματερή. Μεγάλες ποσότητες πλαστικών, συμπεριλαμβανομένης και της συσκευασίας, καταλήγει επίσης στους ωκεανούς και είναι η κύρια αιτία για τα θαλάσσια απορρίμματα.

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός: Ο δείκτης ορίζεται ως το ποσό των ανακυκλωμένων πλαστικών αποβλήτων προς τα συνολικά παραγόμενα πλαστικά απόβλητα. Τα απόβλητα συσκευασίας περιλαμβάνουν όλα τα απόβλητα υλικών συσκευασίας από προϊόντα που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό, την προστασία, το χειρισμό, την παράδοση και την παρουσίαση αγαθών από πρώτες ύλες έως μεταποιημένα προϊόντα, από τον παραγωγό στον χρήστη ή τον καταναλωτή, εξαιρουμένων των υπολειμμάτων παραγωγής. Η αναλογία εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό αφού και οι δύο όροι εκφράζονται στην ίδια μονάδα, συνήθως σε τόνους.
- Παρουσίαση: Για τον δείκτη αυτό ισχύουν οι ίδιες προσεγγίσεις που ισχύουν και για το δείκτη ανακύκλωσης των αποβλήτων συσκευασίας.

3.1.2.1.1.3.2 Ποσοστό ανακύκλωσης ξύλινων συσκευασιών

Σε μια κυκλική οικονομία, η μεταποιητική χρήση ανανεώσιμων πόρων, που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να ανακυκλωθούν περισσότερο από μια φορά, θα πρέπει να ενθαρρύνεται. Στην περίπτωση των ξύλινων συσκευασιών, η επαναχρησιμοποίηση είναι συχνά η πιο συμφέρουσα λύση. Όταν η επαναχρησιμοποίηση δεν είναι πλέον δυνατή, τότε επιλέγεται ως λύση η ανακύκλωση.

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός : Ο δείκτης ορίζεται ως το ποσό των ανακυκλωμένων αποβλήτων ξύλινης συσκευασίας προς τα συνολικά παραγόμενα απόβλητα ξύλινης συσκευασίας. Τα απόβλητα συσκευασίας περιλαμβάνουν όλα τα απόβλητα υλικών συσκευασίας από προϊόντα που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό, την προστασία, το χειρισμό, την παράδοση και την παρουσίαση αγαθών από πρώτες ύλες έως μεταποιημένα προϊόντα, από τον παραγωγό στον χρήστη ή τον καταναλωτή, εξαιρουμένων των υπολειμμάτων παραγωγής. Η αναλογία εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό αφού και οι δύο όροι εκφράζονται στην ίδια μονάδα, συνήθως σε τόνους.
- Παρουσίαση : Για τον δείκτη αυτό ισχύουν οι ίδιες προσεγγίσεις που ισχύουν και για το δείκτη ανακύκλωσης των αποβλήτων συσκευασίας.

3.1.2.1.1.3.3 Ποσοστό ανακύκλωσης ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων

Τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (WEEE), περιλαμβάνουν απόβλητα όπως υπολογιστές, τηλεοράσεις, ψυγεία και κινητά τηλέφωνα. Είναι μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες ροές αποβλήτων στην ΕΕ. Τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού θέτουν αφενός μεγάλο κίνδυνο για το περιβάλλον λόγω των επικίνδυνων συστατικών που εμπεριέχουν, αφετέρου παρουσιάζουν μεγάλη δυνατότητα ανακύκλωσης με την αντικατάσταση πρώτων υλών από δευτερεύουσες πρώτες ύλες, όπως πολύτιμα μέταλλα και άλλα ειδικά υλικά υψηλής αξίας. Σε σύγκριση με άλλες ροές αποβλήτων τα ηλεκτρονικά απόβλητα μπορεί να μην φαίνονται σημαντικά ως προς το βάρος. Ωστόσο, παρέχει ένα καλό παράδειγμα της ανεκμετάλλευτης δυνατότητας ανάκτησης πολύτιμων πρώτων υλών. Εκτιμάται ότι έως και 60 από τα 118 περιοδικά στοιχεία του περιοδικού πίνακα μπορούν να βρεθούν σε πολύπλοκα ηλεκτρονικά, πολλά από τα οποία θα μπορούσαν να ανακτηθούν αν και τα σημερινά επίπεδα ανακύκλωσής τους είναι πολύ χαμηλά.

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- **Ορισμός:** Ο δείκτης ποσοστό ανακύκλωσης των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το ποσοστό συλλογής που ορίζεται από την οδηγία της ΕΕ WEEE Directive 2012/19/EU με το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης που ορίζεται στην ίδια οδηγία, όπου το ποσοστό συλλογής ισούται με τον όγκο των ΑΗΗΕ που συλλέχθηκε κατά το έτος αναφοράς διαιρούμενο με τη μέση ποσότητα ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά τα προηγούμενα τρία χρόνια. Το ποσοστό ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης υπολογίζεται διαιρώντας το βάρος των ΑΗΗΕ που εισέρχεται στην εγκατάσταση ανακύκλωσης ή προετοιμασίας με το βάρος όλων των χωριστά συλλεγόμενων ΑΗΗΕ. Ο δείκτης εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό αφού και οι δύο όροι είναι εκφρασμένοι στην ίδια μονάδα.
- **Παρουσίαση:** Ο δείκτης χρησιμοποιείται συνήθως στο πλαίσιο της παρακολούθησης της ανακύκλωσης σε επίπεδο κρατών-μελών.

3.1.2.1.1.3.4 Ανακύκλωση βιολογικών αποβλήτων

Ο δείκτης αυτός σχετίζεται αποκλειστικά με βιολογικά υλικά. Τα βιολογικά απόβλητα από τα νοικοκυριά είναι ιδιαίτερα σημαντικά καθώς συχνά αναμιγνύονται με άλλα απόβλητα συμβάλλοντας στην κλιματική αλλαγή. Η ξεχωριστή συλλογή βιολογικών αποβλήτων και η επακόλουθη ανακύκλωσή τους (συνήθως με τη μορφή λιπασματοποίησης) είναι απαραίτητη για την επίτευξη υψηλών ποσοστών ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων (συμβάλλοντας επί του παρόντος στην ανακύκλωση περίπου του 17% των συνολικών αστικών αποβλήτων). Ταυτόχρονα, αξίζει ιδιαίτερη προσοχή, καθώς επί του παρόντος ορισμένες χώρες δεν συλλέγουν τέτοιου είδους απόβλητα και τα επίπεδα ανακύκλωσης είναι ιδιαίτερα χαμηλά.

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- **Ορισμός:** Ο δείκτης ανακύκλωσης βιολογικών αποβλήτων υπολογίζεται ως ο λόγος των συνολικά λιπασματοποιημένων αστικών αποβλήτων (σε kg) προς το συνολικό πληθυσμό (σε αριθμό).
- **Παρουσίαση:** Παρόλο που είναι επιθυμητή η γνώση του ποσοστού ανακύκλωσης των βιολογικών αποβλήτων, δεν υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα για τα απόβλητα τέτοιας μορφής αφού συχνά αναμιγνύονται με τα αστικά απόβλητα. Επομένως θα παρακολουθείται η παραγωγή βιολογικών αποβλήτων ανά πληθυσμό όπου δίνει μια καλή ένδειξη για την πρόοδο που επιτυγχάνεται από τα κράτη-μέλη της ΕΕ με την πάροδο του χρόνου και επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ τους.

3.1.2.1.1.3.5 Ποσοστό ανάκτησης αποβλήτων από τον τομέα κατασκευών και κατεδαφίσεων

Ο τομέας των κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι από μόνος του ο μεγαλύτερος παράγοντας παραγωγής αποβλήτων στην ΕΕ. Σημαντικοί παράγοντες για την επιστροφή των υλικών πίσω στην οικονομία που προκύπτουν από τον τομέα αυτό και τη διατήρηση της αξίας τους όσο το δυνατόν περισσότερο είναι ο σχεδιασμός δομικών υλικών και η επιλεκτική κατεδάφιση κατασκευών η οποία επιτρέπει τον διαχωρισμό ανακτήσιμων και επικίνδυνων υλικών.

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός: Ο δείκτης ορίζεται ως ο λόγος των αποβλήτων από τις κατασκευές και κατεδαφίσεις που προορίζονται για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή υπόκεινται σε ανάκτηση υλικών, μεταξύ άλλων μέσω εργασιών πλήρωσης, διαιρούμενο με τα απορρίμματα κατασκευής και κατεδάφισης που έχουν υποστεί επεξεργασία όπως ορίζεται στον κανονισμό (ΕΚ) Νο2150/2002.
- Παρουσίαση: Για αυτό τον δείκτη χρειάζονται ακόμα περισσότερες προσπάθειες για την βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων. Επιπροσθέτως, υλικά υψίστης σημασίας που προκύπτουν από τα απόβλητα αυτού του τομέα (π.χ. μέταλλα, πλαστικά, γυαλί) αντιπροσωπεύουν ένα πολύ μικρό ποσοστό των συνολικών αποβλήτων που παράγονται. Επομένως υψηλά ποσοστά ανάκτησης ή επαναχρησιμοποίησης οδηγούν σε σημαντικά κέρδη.

3.1.3 Δευτερογενείς πρώτες ύλες

Σε μια κυκλική οικονομία, τα υλικά που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν επανεισάγονται στην οικονομία με τη μορφή νέων πρώτων υλών, αυξάνοντας έτσι την ασφάλεια του εφοδιασμού. Αυτές οι «δευτερογενείς πρώτες ύλες» μπορούν να πωληθούν και να μεταφερθούν όπως ακριβώς οι πρωτογενείς πρώτες ύλες από κλασικούς εξορυκτικούς πόρους.

Προς το παρόν, οι δευτερογενείς πρώτες ύλες αποτελούν ένα μικρό μόνο ποσοστό των υλικών που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία. Οι πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ποσότητα και την ποιότητα αυτών των υλικών, και συνεπώς οι δράσεις για τη βελτίωση αυτών των πρακτικών είναι κρίσιμης σημασίας. Ωστόσο, άλλα εμπόδια περιορίζουν την ανάπτυξη αυτής της σημαντικής αγοράς και την ομαλή κυκλοφορία των υλικών, και η Επιτροπή εκτελεί περαιτέρω αναλύσεις των κυριότερων εμποδίων που υπάρχουν σε αυτό το πλαίσιο. Οι δράσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι ιδιαίτερα

σημαντικές σε αυτόν τον τομέα, δεδομένων των επιπτώσεων για την ενιαία αγορά και των συνδέσεων με την υφιστάμενη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης [32].

Ένα από τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι φορείς εκμετάλλευσης που επιθυμούν να χρησιμοποιούν δευτερογενείς πρώτες ύλες είναι η αβεβαιότητα ως προς την ποιότητά τους. Καθώς δεν υπάρχουν σχετικά πρότυπα σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι συχνά δύσκολο να προσδιοριστούν τα επίπεδα των προσμειξεων ή η καταλληλότητα για ανακύκλωση υψηλού επιπέδου (π.χ. για τις πλαστικές ύλες). Η ανάπτυξη τέτοιων προτύπων αναμένεται να ενισχύσει την εμπιστοσύνη στις δευτερογενείς πρώτες ύλες και στα ανακυκλωμένα υλικά και να συμβάλει στη στήριξη της αγοράς. Ως εκ τούτου, η Επιτροπή θα ξεκινήσει εργασίες για την κατάρτιση προτύπων ποιότητας σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις δευτερογενείς πρώτες ύλες, όπου χρειάζεται, σε διαβούλευση με τις εμπλεκόμενες βιομηχανίες. Επιπλέον, οι αναθεωρημένες νομοθετικές προτάσεις σχετικά τα απόβλητα θεσπίζουν καλύτερα εναρμονισμένους κανόνες με τους οποίους καθορίζεται πότε μια δευτερογενής πρώτη ύλη δεν θεωρείται «απόβλητο» από νομικής άποψης, διευκρινίζοντας τους υφιστάμενους κανόνες περί αποχαρακτηρισμού αποβλήτων. Αυτό θα προσφέρει στις επιχειρήσεις εκμετάλλευσης μεγαλύτερη εξασφάλιση και πιο ισότιμους όρους ανταγωνισμού.

Οι ανακυκλωμένες θρεπτικές ουσίες αποτελούν μια χωριστή και σημαντική κατηγορία δευτερογενών πρώτων υλών, για τις οποίες επιβάλλεται να αναπτυχθούν πρότυπα ποιότητας. Τέτοιες ουσίες απαντούν στα οργανικά απόβλητα, για παράδειγμα, και μπορούν να επιστρέψουν στο έδαφος με τη μορφή λιπασμάτων. Η βιώσιμη χρήση τους στη γεωργία μειώνει την ανάγκη για χρήση λιπασμάτων ορυκτής βάσης, η παραγωγή των οποίων έχει αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και εξαρτάται από την εισαγωγή πετρωμάτων φωσφορικών αλάτων τα οποία αποτελούν περιορισμένο πόρο. Ωστόσο, η κυκλοφορία των λιπασμάτων που έχουν ως βάση ανακυκλωμένες θρεπτικές ουσίες επί του παρόντος παρεμποδίζεται από το γεγονός ότι οι κανόνες και τα πρότυπα ποιότητας και περιβαλλοντικής προστασίας διαφέρουν μεταξύ των κρατών μελών. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η κατάσταση, η Επιτροπή θα προτείνει αναθεώρηση του κανονισμού της ΕΕ για τα λιπάσματα. Αυτό θα σημάνει νέα μέτρα για τη διευκόλυνση της αναγνώρισης των βιολογικών λιπασμάτων και των λιπασμάτων με βάση τα απόβλητα σε επίπεδο ΕΕ, ώστε να τονωθεί η βιώσιμη ανάπτυξη μιας πανευρωπαϊκής αγοράς[34].

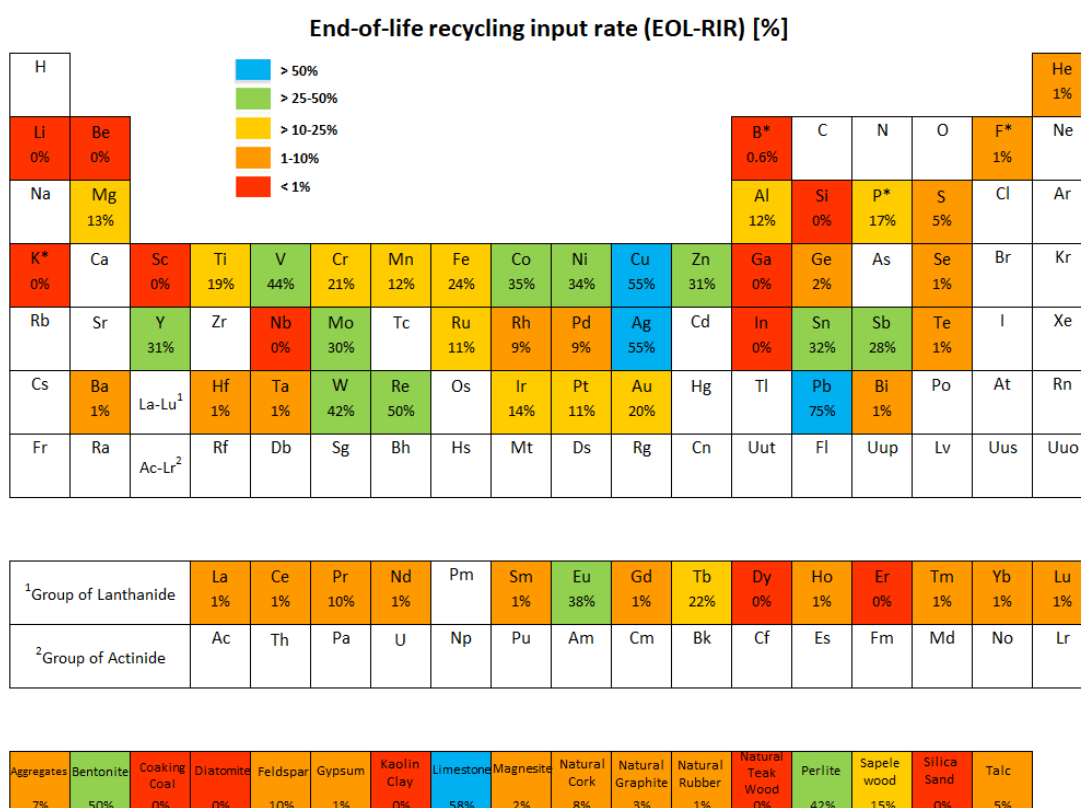
Βασικός παράγοντας για τη δημιουργία μιας δυναμικής αγοράς δευτερογενών πρώτων υλών είναι η επαρκής ζήτηση, που θα έχει ως βασικό κινητήριο μοχλό ανακυκλωμένα υλικά σε προϊόντα και υποδομές. Για ορισμένες πρώτες ύλες (π.χ. χαρτί ή μέταλλο), η ζήτηση είναι ήδη μεγάλη· για άλλες, ακόμη αναπτύσσεται. Ο ρόλος του ιδιωτικού τομέα στη δημιουργία ζήτησης και τη διαμόρφωση αλυσίδων εφοδιασμού θα είναι ουσιαστικής σημασίας· ορισμένοι βιομηχανικοί και οικονομικοί φορείς έχουν ήδη αναλάβει δημόσια δέσμευση πως

θα διασφαλίσουν ότι τα προϊόντα που διαθέτουν στην αγορά θα περιέχουν ένα ορισμένο ποσοστό ανακυκλωμένων υλικών, τόσο για λόγους βιωσιμότητας όσο και για οικονομικούς λόγους. Αυτό θα πρέπει να ενθαρρυνθεί, δεδομένου ότι οι πρωτοβουλίες που κατευθύνονται από την αγορά μπορεί να είναι ένας γρήγορος τρόπος ώστε να υπάρξουν απτά αποτελέσματα. Οι δημόσιες αρχές μπορούν επίσης να συμβάλουν στη ζήτηση για ανακυκλωμένα υλικά μέσω των πολιτικών τους για τις δημόσιες συμβάσεις.

Η χρήση δευτερογενών πρώτων υλών είναι μεγάλης σημασίας για την μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία. Για τον σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί δύο διαφορετικοί δείκτες βασισμένοι σε διαφορετικά δεδομένα. Ο πρώτος δείκτης εστιάζει σε ένα υποσύνολο συγκεκριμένων υλικών, ενώ ο δεύτερος δείκτης δίνει μια συνολική εικόνα για την χρήση δευτερογενών πρώτων υλών στην οικονομία .

3.1.3.1 End-of-life ποσοστά εισόδου ανακύκλωσης

Η χρήση δευτερογενών πρώτων υλών συμβάλλει στην ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας. Για τα περισσότερα υλικά το ποσοστό των δευτερογενών πρώτων υλών απέχει πολύ από την ζήτηση της οικονομίας για αυτά τα υλικά ακόμα και εάν τα ποσοστά ανακύκλωσης αυτών των υλικών είναι ιδιαίτερα υψηλά .



* F = Fluorspar; P = Phosphate rock; K = Potash, Si = Silicon metal, B=Borates.

Εικόνα 14 - Ποσοστά εισόδου ανακύκλωσης υλικών στο τέλος της ζωής τους[33].

Για έναν αριθμό υλικών (π.χ. ορισμένα μέταλλα) οι δευτερογενείς πρώτες ύλες συνεισφέρουν μεταξύ 30% και 40% της συνολικής ζήτησης υλικών. Παρόλο που πολλά από αυτά τα υλικά έχουν ρυθμούς ανακύκλωσης στο τέλος του κύκλου ζωής τους πάνω από 50%, κυρίως επειδή χρησιμοποιούνται σε αρκετά μεγάλες ποσότητες σε εύκολα ανακτήσιμες εφαρμογές (π.χ. χάλυβας σε αυτοκίνητα), τα ποσοστά εισόδου ανακύκλωσης στο τέλος του κύκλου ζωής τους είναι πολύ χαμηλότερα επειδή η ζήτηση για αυτά τα υλικά είναι υψηλότερη από αυτή που μπορεί να παρασχεθεί μέσω της ανακύκλωσης.

Για τα περισσότερα από τα υλικά και για σχεδόν όλες τις κρίσιμες πρώτες ύλες, ωστόσο, η συμβολή των ανακυκλωμένων υλικών στη ζήτηση πρώτων υλών είναι μικρή έως αμελητέα. Αυτό συμβαίνει επειδή η ανακύκλωσή τους δεν είναι οικονομικά βιώσιμη, οι κατάλληλες τεχνολογίες που διατίθενται για ανακύκλωση δεν αναπτύσσονται επαρκώς ή επειδή αυτά τα υλικά ενσωματώνονται σε προϊόντα που είναι αποθηκευμένα σε χρήση για μεγάλα χρονικά διαστήματα (δηλαδή, κτίρια ή άλλες υποδομές). Σε ορισμένες περιπτώσεις αυτό μπορεί επίσης να εξηγηθεί επειδή η ζήτηση αυξάνεται πολύ γρήγορα, π.χ. για τη χρήση τους σε τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα, μπαταρίες ή ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές

Σε αντίθεση με τους δείκτες που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο παρακολούθησης της διαχείρισης αποβλήτων, όπου εστιάζουν στα ποσοστά ανακύκλωσης συγκεκριμένων ροών αποβλήτων, αυτός ο δείκτης μετρά τη συμβολή των ανακυκλωμένων υλικών στη ζήτηση ανά τύπο υλικού για ένα επιλεγμένο υποσύνολο υλικών.

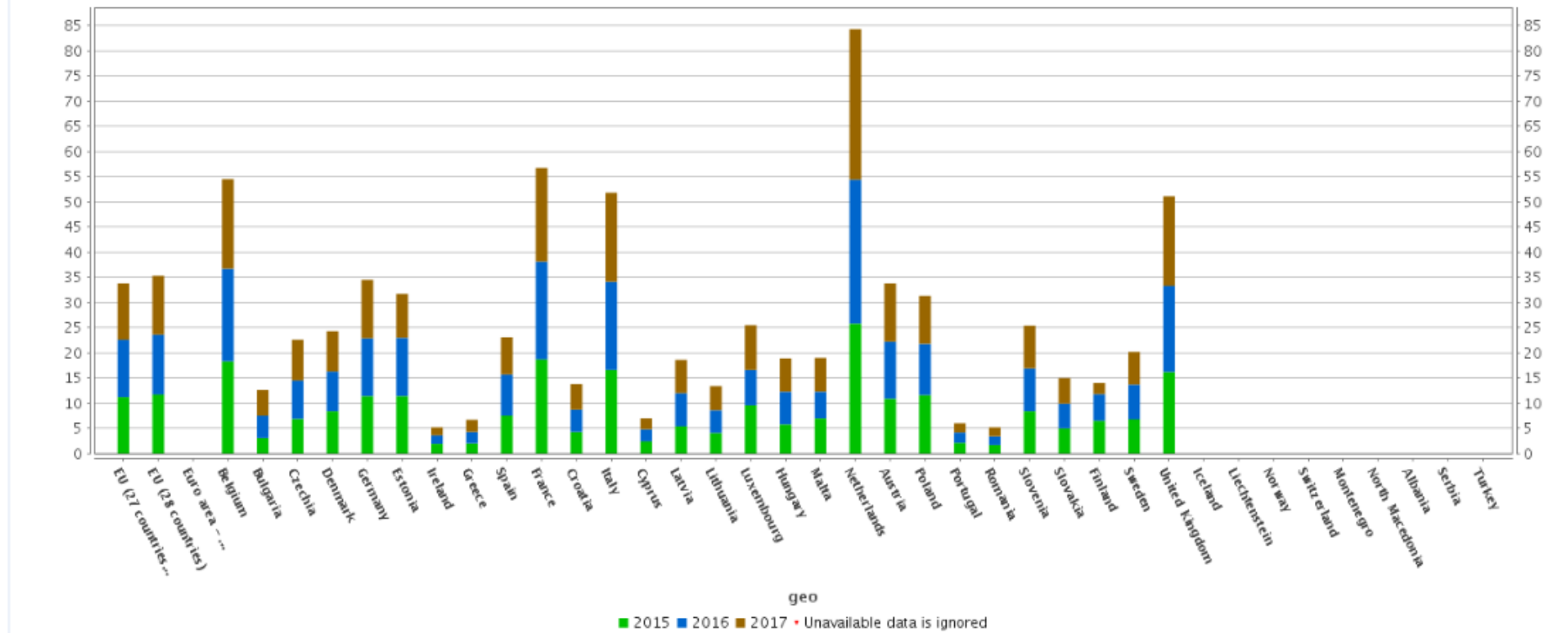
Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός: Ο δείκτης μετρά, για μία δεδομένη πρώτη ύλη, πόσο μέρος της εισόδου της στο σύστημα παραγωγής προέρχεται από την ανακύκλωση “παλιών άχρηστων υλικών” (old scrap) π.χ. άχρηστα υλικά που προκύπτουν από προϊόντα στο τέλος της ζωής τους. Ο δείκτης EOL-RIR δεν λαμβάνει υπόψη άχρηστα υλικά που προκύπτουν από τις παραγωγικές διαδικασίες (new scrap).
- Παρουσίαση: Δεδομένης της έντασης κεφαλαίου ορισμένων τεχνολογιών ανακύκλωσης και, κατά συνέπεια, της εξάρτησης από οικονομίες κλίμακας, δικαιολογείται η παρουσίαση του δείκτη μόνο σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το EOL-RIR καθορίζεται από διάφορους παράγοντες. Το πρώτο είναι η ζήτηση για πρώτες ύλες, η οποία αυξάνεται σχεδόν για όλες τις ύλες. Το δεύτερο είναι η ποσότητα υλικών που είναι διαθέσιμα για ανακύκλωση. Καθώς ορισμένα υλικά είναι ενσωματωμένα σε κεφαλαιουχικά αγαθά μακράς διάρκειας, θα είναι διαθέσιμα μόνο για ανακύκλωση στο μέλλον.

3.1.3.2 Ποσοστό κυκλικής χρήσης υλικού

Η κυκλική οικονομία στοχεύει στην αύξηση της ποσότητας των υλικών που ανακτώνται και τροφοδοτούνται στην οικονομία, μειώνοντας έτσι την παραγωγή αποβλήτων και περιορίζοντας την εξόρυξη πρωτογενών πρώτων υλών. Το ποσοστό χρήσης κυκλικού υλικού μετρά τη συμβολή των ανακυκλωμένων υλικών στη συνολική ζήτηση υλικών.

Circular material use rate
% of total material use



Εικόνα 15 - Ποσοστό κυκλικής χρήσης υλικού για τις περιόδους 2015-2016-2017 [33].

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός: Το ποσοστό κυκλικής χρήσης υλικού (CMU) υπολογίζει τον λόγο της ποσότητας των δευτερογενών πρώτων υλών (U) προς τη συνολική κατανάλωση υλικού (DMC+U) :

$$CMU = \frac{U}{DMC+U}$$

Η ποσότητα δευτερογενών πρώτων υλών (U) προσεγγίζεται από την ποσότητα των ανακυκλωμένων αποβλήτων (απόβλητα που υποβάλλονται σε επεξεργασία σε εγχώρια εργοστάσια ανάκτησης, μείον τα εισαγόμενα απόβλητα που προορίζονται για ανάκτηση, συν τα εξαγόμενα απόβλητα που προορίζονται για ανάκτηση στο εξωτερικό. Τα απόβλητα που χρησιμοποιούνται για ανάκτηση ενέργειας δεν περιλαμβάνονται στον αριθμητή. Η συνολική κατανάλωση υλικού προσεγγίζεται από την εγχώρια κατανάλωση υλικού (DMC) συν την ποσότητα των ανακτηθέντων αποβλήτων (προσαρμοσμένη για εισαγωγές και εξαγωγές). Ο δείκτης έχει ένα πιθανό εύρος τιμών μεταξύ 0 και 1, που αναφέρονται σε ποσοστό. Ο δείκτης υπολογίζεται για όλα τα υλικά στην οικονομία και ταξινομείται σε τέσσερις μεγάλες ομάδες υλικών οι οποίες είναι: βιομάζα, μεταλλεύματα, μη μεταλλικά ορυκτά και ορυκτά καύσιμα.

- Παρουσίαση: Το ποσοστό κυκλικής χρήσης υλικού δείχνει την ποσότητα των εγχώριων συλλεγόμενων αποβλήτων που προορίζονται για ανάκτηση σε εγχώρια εργοστάσια επεξεργασίας καθώς και στο εξωτερικό και τροφοδοτούνται ξανά πίσω στην οικονομία, γλιτώνοντας με αυτό τον τρόπο την εξόρυξη πρωτογενών πρώτων υλών. Ένα υψηλότερο ποσοστό σημαίνει ότι πιο πολλά δευτερεύοντα υλικά χρησιμοποιούνται από την οικονομία σε σχέση με τη συνολική χρήση υλικών .

3.1.3.3 Εμπόριο ανακυκλώσιμων πρώτων υλών

Η αποτελεσματική παραγωγή δευτερογενών πρώτων υλών μέσω της επεξεργασίας αποβλήτων μπορεί να υποστηριχθεί από μία δυναμική εσωτερική αγορά και τη βέλτιστη χρήση των δυνατοτήτων ανακύκλωσης της ΕΕ. Επομένως, είναι χρήσιμο να γίνεται συνεχείς επισκόπηση των διασυνοριακών μετακινήσεων αποβλήτων .

3.1.3.3.1 Εισαγωγές από χώρες εκτός Ευρώπης

Περιγραφή δείκτη (ορισμός)[33]:

- Ορισμός: Ο δείκτης αυτός μετρά τις ποσότητες από επιλεγμένες κατηγορίες αποβλήτων και υποπροϊόντων που εισάγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση από χώρες εκτός Ευρώπης .

3.1.3.3.2 Εξαγωγές σε χώρες εκτός Ευρώπης

Περιγραφή δείκτη (ορισμός)[33]:

- Ορισμός : Ο δείκτης αυτός μετρά τις ποσότητες επιλεγμένων κατηγοριών αποβλήτων και υποπροϊόντων που εξάγονται από την ΕΕ σε χώρες εκτός Ευρώπης .

3.1.3.3.3 Εμπόριο εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης

Περιγραφή δείκτη (ορισμός και παρουσίαση)[33]:

- Ορισμός : Ο δείκτης αυτός μετρά τις ποσότητες επιλεγμένων κατηγοριών αποβλήτων και υποπροϊόντων που εισάγονται σε μία χώρα της ΕΕ από μία άλλη χώρα της ΕΕ .

3.1.4 *Ανταγωνισμός και Καινοτομία*

Η μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία είναι μια συστημική αλλαγή. Εκτός από τις στοχευμένες δράσεις που επηρεάζουν κάθε στάδιο της αλυσίδας αξίας και των βασικών τομέων, είναι αναγκαίο να δημιουργηθούν οι συνθήκες υπό τις οποίες μια κυκλική οικονομία μπορεί να ανθεί και οι πόροι να κινητοποιηθούν.

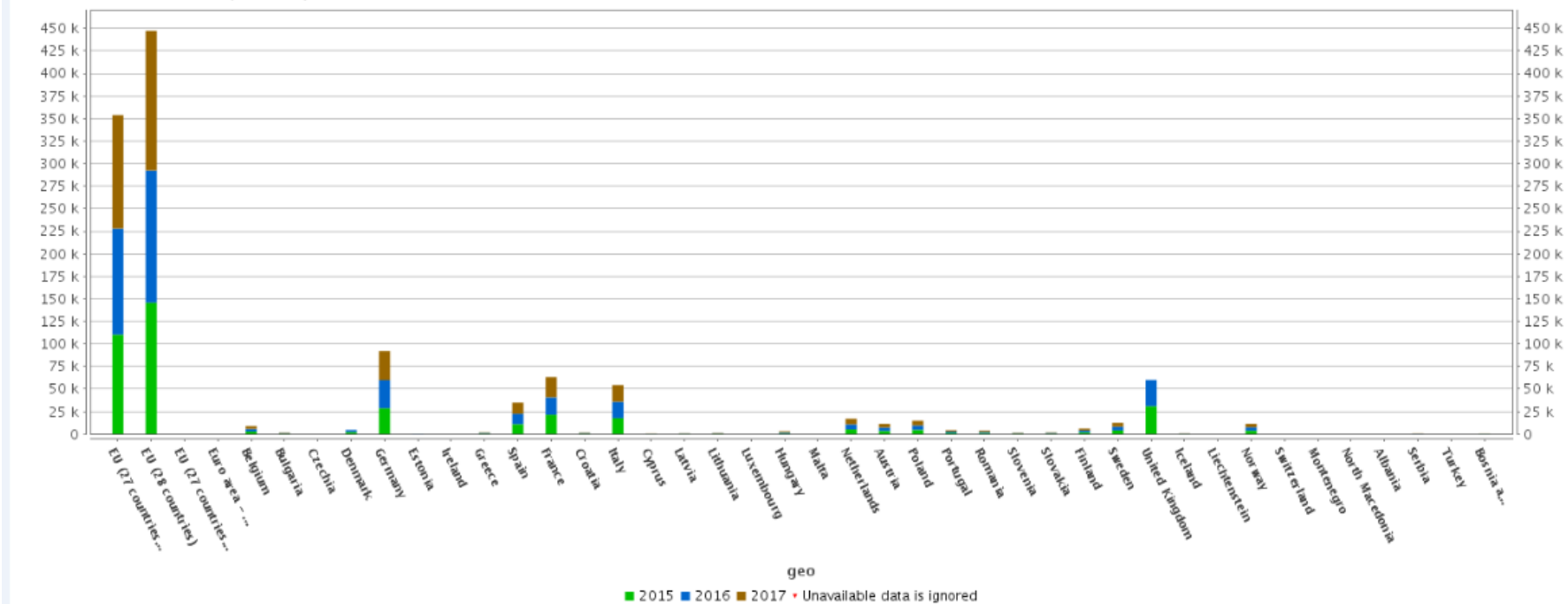
Η καινοτομία θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε αυτή τη συστημική αλλαγή. Προκειμένου να επανεξετάσουμε τους τρόπους παραγωγής και κατανάλωσης που ακολουθούμε και για να μετασηματίσουμε τα απόβλητα σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας, θα χρειαστούμε νέες τεχνολογίες, διαδικασίες, υπηρεσίες και επιχειρηματικά μοντέλα που θα διαμορφώσουν το μέλλον της οικονομίας και της κοινωνίας μας. Ως εκ τούτου, η στήριξη της έρευνας και της καινοτομίας θα αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για την προώθηση αυτής της μετάβασης και θα συμβάλει επίσης στην ανταγωνιστικότητα και τον εκσυγχρονισμό της βιομηχανίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης[34].

Η κυκλική οικονομία μπορεί να συμβάλλει στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στην οικονομική ανάπτυξη. Παρακολουθώντας τις νέες θέσεις εργασίας και την οικονομική ανάπτυξη είναι δυνατή η αξιολόγηση για το κατά πόσο η μετάβαση στην κυκλική οικονομία έδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Οι τομείς οι οποίοι είναι στενά συνδεδεμένοι με την κυκλική οικονομία όπως οι τομείς ανακύκλωσης, επισκευής, επαναχρησιμοποίησης συμβάλλουν στην οικονομική ανάπτυξη και στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Ο θεματικός τομέας του ανταγωνισμού και της καινοτομίας περιέχει τον δείκτη των ιδιωτικών επενδύσεων, θέσεων εργασίας και προστιθέμενης αξίας στους τομείς της κυκλικής

οικονομίας και τον δείκτη με τον αριθμό διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας που σχετίζονται με την ανακύκλωση και τις δευτερογενείς πρώτες ύλες .

3.1.4.1 Ακαθάριστες επενδύσεις σε υλικά αγαθά (ποσοστό του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ) σε τρέχουσες τιμές)

Private investments, jobs and gross value added related to circular economy sectors
Value added at factor cost (Mio Euro)



Εικόνα 16 - Ακαθάριστες επενδύσεις σε υλικά αγαθά (ποσοστό του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ) σε τρέχουσες τιμές) για τις περιόδους 2015-2016-2017[33].

Περιγραφή δείκτη (ορισμός)[33]:

- Ορισμός: Οι ακαθάριστες επενδύσεις σε υλικά αγαθά ορίζονται ως οι επενδύσεις κατά το έτος αναφοράς σε όλα τα υλικά αγαθά. Περιλαμβάνονται νέα και υπάρχοντα κεφαλαιουχικά αγαθά ,είτε αγοράζονται από τρίτους είτε παράγονται για ίδια χρήση (π.χ. κεφαλαιοποιημένη παραγωγή κεφαλαιουχικών αγαθών), με ωφέλιμη ζωή άνω του ενός έτους, συμπεριλαμβανομένων των μη κεφαλαιουχικών αγαθών όπως η γη. Εξαιρούνται οι επενδύσεις σε άυλα και χρηματοοικονομικά στοιχεία.

3.1.4.1.1.1 Αριθμός ατόμων που εργάζονται σε τομείς της κυκλικής οικονομίας:

Περιγραφή δείκτη (ορισμός)[33]:

Ορισμός: Ο αριθμός εργαζομένων ορίζεται ως ο αριθμός του συνόλου των εργαζομένων σε μια εταιρία (συμπεριλαμβανομένων των ιδιοκτητών, των συνεργατών που εργάζονται τακτικά στην εταιρία και των μη αμειβόμενων οικογενειακών εργαζομένων, καθώς και των ατόμων που εργάζονται εκτός της εταιρίας και πληρώνονται από αυτή (π.χ. αντιπρόσωποι πωλήσεων, προσωπικό παράδοσης, ομάδες επισκευής και συντήρησης). Ο δείκτης μετρά τον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας που σχετίζονται με την ανακύκλωση και τις δευτερογενείς πρώτες ύλες. Η απόδοση στην ανακύκλωση και τις δευτερογενείς πρώτες ύλες έγινε χρησιμοποιώντας τους σχετικούς κωδικούς στην Συνεργατική Ταξινόμηση Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας (CPC)

3.1.4.1.1.2 Ακαθάριστη προστιθέμενη αξία σε συντελεστή κόστους στους τομείς της κυκλικής οικονομίας

Περιγραφή δείκτη (ορισμός)[33]:

- Ο δείκτης μετρά τον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας που σχετίζονται με την ανακύκλωση και τις δευτερογενείς πρώτες ύλες. Η απόδοση στην ανακύκλωση και τις δευτερογενείς πρώτες ύλες έγινε χρησιμοποιώντας τους σχετικούς κωδικούς στην Συνεργατική Ταξινόμηση Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας (CPC).

Εν κατακλείδι, το πλαίσιο παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο, με ένα σύνολο αξιόπιστων δεικτών για την παρακολούθηση της προόδου της προς μια κυκλική οικονομία, αφού λαμβάνει υπόψη τους πιο σημαντικούς παράγοντες δηλαδή την οικονομία, το περιβάλλον και την κοινωνία. Παρ' όλα αυτά,

υπάρχουν περιθώρια για περαιτέρω βελτίωση η οποία μπορεί να επέλθει με τη συλλογή περισσότερων και πιο αξιόπιστων δεδομένων.

3.2 Πλαίσιο παρακολούθησης της Κίνας

Οι δείκτες κυκλικής οικονομίας που χρησιμοποιεί η Κίνα βασίζονται σε τρεις αρχές: Μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση (3R principles: reduction, reuse, recycle). Ο διαφορετικός προγραμματισμός και τα διαφορετικά επίπεδα εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας παρουσιάζουν ορισμένες παραλλαγές στους τύπους των δεικτών που χρησιμοποιούνται. Πιο συγκεκριμένα, το Σύστημα αξιολόγησης δεικτών κυκλικής οικονομίας της Κίνας παρέχει δύο ξεχωριστά σύνολα δεικτών. Το πρώτο σύνολο δεικτών χρησιμοποιείται σε μακροοικονομικό επίπεδο (macro-level) για την γενική αξιολόγηση της κυκλικής οικονομίας για την ανάπτυξη τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο. Αυτό το σύστημα δεικτών παρέχει καθοδήγηση για τον μελλοντικό σχεδιασμό ανάπτυξης της κυκλικής οικονομίας. Το δεύτερο σύνολο δεικτών χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ανάπτυξης της κυκλικής οικονομίας στο επίπεδο της βιομηχανίας (industrial park meso-level). Και τα δύο σύνολα δεικτών χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες: παραγωγή πόρων, κατανάλωση πόρων, χρήση πόρων και δείκτες αποβλήτων απόρριψης ή εκπομπών ρύπων. Οι δείκτες παραγωγής πόρων αναφέρονται στο ποσό του ΑΕΠ που παράγεται από την κατανάλωση πόρων. Υψηλότερες τιμές αυτών των δεικτών σημαίνει υψηλότερη απόδοση υλικού. Οι δείκτες κατανάλωσης πόρων αναφέρονται στην ποσότητα των πόρων που καταναλώνονται ανά μονάδα προϊόντος ή ανά μονάδα ΑΕΠ. Χαμηλότερες τιμές αυτών των δεικτών σημαίνει ότι καταναλώνεται λιγότερο υλικό, νερό και ενέργεια από το οικονομικό σύστημα. Οι δείκτες χρήσης πόρων αντανακλούν το επίπεδο στο οποίο τα υλικά ανακυκλώνονται. Υψηλότερες τιμές αυτών των δεικτών συνεπάγεται αυξημένα επίπεδα ανακύκλωσης υλικών τα οποία επιστρέφουν πίσω στο οικονομικό σύστημα. Αυτό σημαίνει ότι θα υπάρχει μείωση στην κατανάλωση πρώτων υλών και μείωση των συνολικών αποβλήτων που απορρίπτονται στις χωματερές. Τέλος οι δείκτες που αφορούν τα απόβλητα αναφέρονται στη συνολική ποσότητα αποβλήτων και των εκπομπών βασικών ρύπων (όπως COD, SO₂). Χαμηλότερες τιμές αυτών των δεικτών συνεπάγεται μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της κυκλικής οικονομίας. Το σύνολο δεικτών τόσο σε μακροοικονομικό επίπεδο (πίνακας 1, 3) όσο και σε βιομηχανικό επίπεδο (πίνακας 2, 4) παραθέτονται στο παράρτημα.

Τα πιθανά πλεονεκτήματα από το συγκεκριμένο πλαίσιο παρακολούθησης της κυκλικής οικονομίας περιλαμβάνουν περισσότερα αποδοτικά υλικά και χρήση ενέργειας, αυξημένα έσοδα από πωλήσεις ‘‘αποβλήτων’’, εξοικονόμηση από τα χαμηλότερα κόστη ασφάλισης και μειωμένες περιβαλλοντικές ποινές καθώς και αύξηση του ανταγωνισμού. Τα πιθανά

περιβαλλοντικά οφέλη περιλαμβάνουν τη διατήρηση φυσικών πόρων (ειδικά των μη ανανεώσιμων όπως νερό, ορυκτά καύσιμα και ορυκτά), μειωμένα περιβαλλοντικά αντίκτυπα μέσω αποδοτικότερης χρήσης ενέργειας και υλικών και μειωμένης απόρριψης αποβλήτων, αποφυγή τοξικών υλικών και ανάκτηση του τοπικού οικοσυστήματος [35].

Ωστόσο, αν και η εφαρμογή αυτού του συστήματος δεικτών παρέχει σημαντικά οφέλη, υπάρχουν σημαντικά προβλήματα και προκλήσεις που εξακολουθούν να υπάρχουν λόγω της έλλειψης δεικτών που σχετίζονται με την κοινωνία, τη βιομηχανική συμβίωση, τις επιχειρήσεις, απόλυτης μείωσης ενέργειας ή υλικών και μετρήσιμων κριτηρίων και εμποδίων για την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας.

Σε σύγκριση με το πλαίσιο παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρατηρούμε πως υπάρχουν κάποιοι κοινοί δείκτες όπως τα ποσοστά ανακύκλωσης διάφορων υλικών (π.χ. πλαστικό), καθώς και δείκτες που σχετίζονται με την παραγωγή αποβλήτων ή πόρων σε σχέση με το ΑΕΠ. Από την άλλη, υπάρχουν δείκτες που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας και νερού που υπάρχουν στο πλαίσιο της Κίνας, δείκτες οι οποίοι δεν υπάρχουν στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τέλος στο πλαίσιο της Κίνας δεν υπάρχουν δείκτες που να σχετίζονται με το κοινωνικό σύνολο.

3.3 Πλαίσιο παρακολούθησης του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης

Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) ανέπτυξε ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει τους δείκτες πράσινης ανάπτυξης (green growth indicators) με στόχο την παρακολούθηση της προόδου προς μια πράσινη οικονομία, τεσσάρων κύριων στόχων: καθιέρωση χαμηλών εκπομπών άνθρακα και αποδοτικότητα των πόρων, διατήρηση του φυσικού πλούτου, βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων και εφαρμογή κατάλληλων νομοθεσιών για την εκμετάλλευση οικονομικών ευκαιριών από την πράσινη ανάπτυξη. Ο όρος πράσινη οικονομία είναι στενά συνδεδεμένος με αυτόν της κυκλικής οικονομίας και για αυτό το λόγο παρουσιάζεται εδώ. Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) επικεντρώνεται στην παραγωγή και κατανάλωση για να παρακολουθήσει την πρόοδο της πράσινης ανάπτυξης. Περιγράφει επίσης τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της οικονομίας, των φυσικών περιουσιακών στοιχείων και των πολιτικών δράσεων.

Το πλαίσιο παρακολούθησης αποτελείται από 26 δείκτες για να σκιαγραφήσει τα κύρια χαρακτηριστικά της πράσινης ανάπτυξης και να παρακολουθήσει την πρόοδο στις τέσσερις κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

- Η παραγωγικότητα του περιβάλλοντος και των πόρων της οικονομίας: Οι δείκτες αυτής της κατηγορίας σκιαγραφούν την αποτελεσματικότητα με την οποία οι οικονομικές δραστηριότητες, παραγωγή και κατανάλωση χρησιμοποιούν ενέργεια, άλλους φυσικούς πόρους και υπηρεσίες του περιβάλλοντος. Οι δείκτες δίνουν μια καλή εικόνα για την μετάβαση σε μια οικονομία με χαμηλές εκπομπές άνθρακα και αποδοτικότητα των πόρων:
 - Αποδοτικότητα άνθρακα και ενέργειας – παραγόμενη έξοδος ανά μονάδα ΑΕΠ ή CO₂ που εκπέμπεται ή της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται.
 - Αποδοτικότητα των πόρων – παραγόμενη έξοδος ανά μονάδα των φυσικών πόρων ή των υλικών που χρησιμοποιούνται.
 - Αποδοτικότητα πολλαπλών παραγόντων για την χρήση των φυσικών πόρων και των περιβαλλοντικών υπηρεσιών.
- Η βάση των φυσικών περιουσιακών στοιχείων: Οι δείκτες αυτής της κατηγορίας αντικατοπτρίζουν την κατάσταση των φυσικών περιουσιακών στοιχείων και για το εάν αυτά τα στοιχεία παραμένουν σε βιώσιμα πλαίσια σε όρους ποσότητας, ποιότητας και αξίας. Ιδανικά βοηθούν στο να ανιχνευθούν μελλοντικά προβλήματα στην οικονομία από την εκμετάλλευση και μείωση των φυσικών περιουσιακών στοιχείων. Η πρόοδος μπορεί να παρακολουθείται μέσω των αποθεμάτων των φυσικών περιουσιακών στοιχείων και άλλων περιβαλλοντικών περιουσιακών στοιχείων. Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά οι δείκτες αυτής της κατηγορίας:
 - Η διαθεσιμότητα και η ποιότητα των ανανεώσιμων αποθεμάτων φυσικών πόρων συμπεριλαμβάνοντας το γλυκό νερό και τα δάση.
 - Η διαθεσιμότητα και η προσβασιμότητα σε μη ανανεώσιμους πόρους και πιο συγκεκριμένα σε ορυκτούς πόρους, συμπεριλαμβάνοντας τα μέταλλα και τα βιομηχανικά ορυκτά.
 - Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα
- Ποιότητα ζωής λόγω των περιβαλλοντικών συνθηκών: Αυτή η κατηγορία δεικτών αντικατοπτρίζει τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον και η αλληλεπίδραση τους με την ποιότητα ζωής των ανθρώπων και την ευημερία. Επιπλέον, δείχνουν σε ποιο βαθμό η αύξηση εισοδήματος ή μη συνοδεύεται από μια συνολική ευημερία.
 - Η έκθεση του ανθρώπου στη μόλυνση του περιβάλλοντος και σε περιβαλλοντικές καταστροφές (φυσικές καταστροφές, τεχνολογικούς και χημικούς κινδύνους), οι σχετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία και ποιότητα ζωής, και τα σχετικά κόστη που σχετίζονται με την υγεία και τα αντίκτυπα στην εργασία.

- Δημόσια πρόσβαση σε υπηρεσίες του περιβάλλοντος χαρακτηρίζοντας το επίπεδο και τον τύπο της πρόσβασης από διαφορετικές ομάδες ανθρώπων σε υπηρεσίες του περιβάλλοντος όπως καθαρό νερό, υγιεινή, δάση και σε μέσα μαζικής μεταφοράς.
- Οικονομικές ευκαιρίες και πολιτικές ευθύνες: Αυτή η κατηγορία δεικτών αποτυπώνουν τις ευκαιρίες για οικονομική ανάπτυξη (π.χ. αγορές που σχετίζονται με προϊόντα φιλικά προς το περιβάλλον και θέσεις εργασίας). Οι δείκτες που σχετίζονται με τις πολιτικές ευθύνες αποτυπώνουν την νομοθεσίες που διευκολύνουν την μετάβαση προς την πράσινη ανάπτυξη και αφαιρεί τα εμπόδια για αυτή την μετάβαση (π.χ. περιβαλλοντικοί φόροι και επιδοτήσεις). Αυτοί οι δείκτες μπορούν να βοηθήσουν στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των υφιστάμενων νομοθεσιών προς μια πράσινη ανάπτυξη.

Το σύνολο δεικτών του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης παρουσιάζεται στο παράρτημα Β [36].

4

Πλαίσιο

παρακολούθησης για

την

αυτοκινητοβιομηχανία

4.1 Μεθοδολογία

Βασισμένοι στο πλαίσιο παρακολούθησης για την κυκλική οικονομία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και σε άλλα πλαίσια παρακολούθησης όπως αυτό της Κίνας και του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης εμείς αναπτύξαμε ένα δικό μας πλαίσιο παρακολούθησης για την αυτοκινητοβιομηχανία. Θεωρώντας το πλαίσιο παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως το πιο αξιόπιστο, το δικό μας πλαίσιο χωρίζεται και αυτό σε τέσσερις κατηγορίες οι οποίες είναι: παραγωγή και κατανάλωση, διαχείριση αποβλήτων, δευτερογενείς πρώτες ύλες και ανταγωνιστικότητα και καινοτομία. Παρακάτω παρουσιάζονται οι τέσσερις κατηγορίες και το σύνολο δεικτών που τις απαρτίζουν.

4.1.1 Παραγωγή και κατανάλωση

Η κατηγορία της παραγωγής και κατανάλωσης αποτελείται από 8 δείκτες. Η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη σωστή σχεδίαση του προϊόντος ώστε να μπορεί να βελτιώσει την ανθεκτικότητα του ή να διευκολύνει την επισκευή, την

αναβάθμιση ή την ανακατασκευή του. Θα πρέπει επίσης να διευκολύνει τους φορείς ανακύκλωσης να το αποσυναρμολογήσουν ώστε να ανακτήσουν πολύτιμα υλικά και εξαρτήματα. Επιπλέον θα πρέπει να χρησιμοποιεί όσο το δυνατόν περισσότερο ανακυκλώσιμα υλικά για την παραγωγή ενός οχήματος. Γενικά μπορεί να συμβάλλει στην εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων παράγοντας τα οχήματα της με περισσότερο οικολογικό τρόπο. Για το λόγο αυτό κατασκευάσαμε τους παρακάτω δείκτες ώστε η αυτοκινητοβιομηχανία να είναι σε θέση να παρακολουθεί εάν η παραγωγή ενός οχήματος ακολουθεί τα παραπάνω κριτήρια. Ο δείκτες παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

4.1.1.1 Ποσοστό ανακυκλώσιμου υλικού

Ορισμός: Μάζα ανακυκλώσιμου υλικού που υπάρχει στο παραχθέν όχημα προς τη συνολική μάζα του οχήματος (ποσοστό επί τοις εκατό)

Παρουσίαση: Αυτός ο δείκτης παρουσιάζει το ποσοστό επί τοις εκατό του ανακυκλώσιμου υλικού που υπάρχει σε ένα όχημα. Βασισμένοι στον οικολογικό σχεδιασμό η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει να χρησιμοποιεί υλικά τα οποία όταν το όχημα θα φτάνει στο τέλος της ζωής του θα μπορεί να ανακυκλωθεί. Για παράδειγμα τέτοια υλικά είναι το αλουμίνιο και το πλαστικό. Συνεπώς ο προσεκτικός σχεδιασμός και η χρησιμοποίηση τέτοιων υλικών βοηθούν ώστε τα υλικά αυτά να μπορούν να επανεισαχθούν πίσω στην οικονομία.

4.1.1.2 Χρόνος αποσυναρμολόγησης

Ορισμός: Χρόνος αποσυναρμολόγησης ενός αυτοκινήτου (σε ώρες)

Παρουσίαση: Είναι πολύ σημαντικό οι αυτοκινητοβιομηχανίες να σχεδιάζουν τα οχήματα με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν στο τέλος της ζωής τους να αποσυναρμολογούνται εύκολα. Αυτό μπορεί να διευκολύνει το έργο των φορέων ανακύκλωσης και των φορέων που ασχολούνται με ELV. Στόχος είναι ο χρόνος για τον διαχωρισμό των υλικών και των εξαρτημάτων που προορίζονται για ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακατασκευή να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομος διότι μπορούν να εξοικονομηθούν σημαντικά κόστη.

4.1.1.3 Κατανάλωση ενέργειας.

Ορισμός: Μέση κατανάλωση ενέργειας ανά όχημα (Μονάδες: MWh /όχημα)

Παρουσίαση: Κατά την φάση παραγωγής ενός οχήματος καταναλώνονται μεγάλα ποσά ενέργειας. Η κατασκευή ενός αυτοκινήτου ενδέχεται να καταναλώνει έως και 700kwh/όχημα. Αυτό το ενεργειακό κόστος είναι περίπου το 9-12% του συνολικού κόστους κατασκευής. Μείωση του ενεργειακού κόστους κατά 20% μπορεί να συμβάλλει στη μείωση από 2-2,4%

του συνολικού κόστους παραγωγής. Η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μέσα από ένα αποδοτικό ενεργειακά παραγωγικό σύστημα.

4.1.1.4 Διοξείδιο του άνθρακα.

Ορισμός : Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα ανά όχημα (Μονάδες: τόνοι / όχημα)

Παρουσίαση: Κατά τη φάση παραγωγής ενός οχήματος παράγονται μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες είναι επιβλαβής για το περιβάλλον. Στόχος είναι η μείωση αυτών των ποσοτήτων ώστε να ακολουθούνται τα πρότυπα κυκλικής οικονομίας.

4.1.1.5 Απώλειες υλικού.

Ορισμός: Απώλειες υλικού ανά όχημα (Μονάδες: κιλά / όχημα)

Παρουσίαση: Κατά τη φάση παραγωγής ενός οχήματος υπάρχουν απώλειες υλικού. Οι απώλειες αυτές θα μπορούσαν να εκτιμηθούν με στόχο την εισαγωγή τους πίσω στο οικονομικό σύστημα, ώστε να μην καταλήξουν ως απόβλητα.

4.1.1.6 Κατανάλωση νερού.

Ορισμός: Κατανάλωση νερού ανά όχημα (λίτρα / όχημα)

Παρουσίαση: Για την παραγωγή ενός μόνο οχήματος καταναλώνονται περισσότερο από 150 λίτρα νερού. Μερικές διαδικασίες στην φάση της παραγωγής κατά την οποία καταναλώνεται μεγάλη ποσότητα νερού περιλαμβάνει την επεξεργασία επιφανειών και την επίστρωση ,θάλαμοι ψεκασμού βαφής ,πλύσιμο ,ψύξη ,συστήματα κλιματισμού ,λέβητες και το κατάστημα χρωμάτων το οποίο καταναλώνει τεράστιες ποσότητες νερού. Στόχος είναι η μείωση της κατανάλωσης νερού ώστε να τηρούνται τα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας.

4.1.1.7 Τεχνολογίες απομακρυσμένης πληροφορίας

Ορισμός: Αριθμός εξαρτημάτων με αισθητήρες.

Παρουσίαση: Η τεχνολογία των αισθητήρων παρέχει πολλαπλά οφέλη στην κυκλική οικονομία. Η επιμήκυνση του χρόνου ζωής των εξαρτημάτων είναι ζωτικής σημασίας για μια πιο κυκλική οικονομία. Με την τεχνολογία των αισθητήρων διάφορα εξαρτήματα μπορούν να παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο από τις αυτοκινητοβιομηχανίες με σκοπό τη συντήρηση τους και την επισκευή τους ώστε να επιμηκύνουν τον χρόνο ζωής τους. Στόχος είναι η αύξηση των αισθητήρων σε περισσότερα εξαρτήματα του αυτοκινήτου.

4.1.1.8 Αριθμός οχημάτων που ελέγχθηκαν.

Ορισμός: Αριθμός οχημάτων που ελέγχθηκαν.

Παρουσίαση: Προκειμένου η αυτοκινητοβιομηχανία να ακολουθεί τα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας θα πρέπει κάθε χρόνο να ελέγχει ένα μεγάλο αριθμό οχημάτων με στόχο την επιμήκυνση του χρόνου ζωής τους.

4.1.2 Διαχείριση αποβλήτων

Η διαχείριση των αποβλήτων παίζει έναν κεντρικό ρόλο στην αυτοκινητοβιομηχανία καθορίζει τον τρόπο πρακτικής εφαρμογής της ιεράρχησης αποβλήτων της. Η κατηγορία αυτή αναφέρεται στην διαχείριση των οχημάτων που φτάνουν στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Οι ενέργειες που θα μπορούσαν να γίνουν είναι η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακατασκευή ενός ποσοστού μάζας των οχημάτων αυτών. Σειρά προτεραιότητας έχουν η επαναχρησιμοποίηση και η ανακατασκευή και έπειτα η ανακύκλωση.

4.1.2.1 Δείκτης ποσοστού μάζας οχήματος που θα ανακυκλωθεί.

Ορισμός: = (συνολική μάζα που προορίζεται για ανακύκλωση / συνολική μάζα του οχήματος)×100%

Παρουσίαση: Τα οχήματα στο τέλος της ζωής τους περιέχουν πολύτιμα υλικά και εξαρτήματα τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν. Στόχος είναι η συλλογή περισσότερων υλικών που μπορούν να ανακυκλωθούν.

4.1.2.2 Δείκτης ποσοστού μάζας που θα επαναχρησιμοποιηθεί.

Ορισμός : (συνολική μάζα που προορίζεται για επαναχρησιμοποίηση / συνολική μάζα του οχήματος)×100%

Παρουσίαση: Πολλά από τα εξαρτήματα ενός οχήματος τα οποία βρίσκονται σε καλή κατάσταση και δεν χρειάζονται επεξεργασία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν είτε στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας είτε σε άλλους τομείς. Στόχος είναι η επαναχρησιμοποίηση όλο και περισσότερων εξαρτημάτων.

4.1.2.3 Δείκτης ποσοστού μάζας οχήματος που θα ανακατασκευαστεί.

Ορισμός: Ποσοστό μάζας οχήματος που θα ανακατασκευαστεί

Παρουσίαση: Πολλά μέρη του αυτοκινήτου όπως οι κινητήρες μπορούν να ανακατασκευαστούν ώστε να επιμηκύνουν τον χρόνο ζωής τους. Στόχος είναι η ανάκτηση τους και η εισαγωγή πίσω στην αυτοκινητοβιομηχανία για ανακατασκευή.

4.1.2.4 Ποσοστό οχημάτων που ανακτήθηκαν

Ορισμός: Ποσοστό οχημάτων που ανακτήθηκαν στο τέλος της ζωής τους.

Παρουσίαση: Ο δείκτης αυτός μας παρέχει τη δυνατότητα να διαπιστώσουμε πόσα από τα εγγεγραμμένα οχήματα στο τέλος της ζωής του ανακτήθηκαν από τους κατάλληλους φορείς.

4.1.3 Δευτερογενείς πρώτες ύλες

Σε μια κυκλική οικονομία, τα υλικά που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν επανεισάγονται στην οικονομία με τη μορφή νέων πρώτων υλών, αυξάνοντας έτσι την ασφάλεια του εφοδιασμού. Αυτές οι «δευτερογενείς πρώτες ύλες» μπορούν να πωληθούν και να μεταφερθούν όπως ακριβώς οι πρωτογενείς πρώτες ύλες από κλασικούς εξορυκτικούς πόρους. Οι πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ποσότητα και την ποιότητα αυτών των υλικών, και συνεπώς οι δράσεις για τη βελτίωση αυτών των πρακτικών είναι κρίσιμης σημασίας. Για αυτή την κατηγορία αναπτύξαμε δύο δείκτες. Ο πρώτος δείκτης αναφέρεται στο ποσοστό μη παρθένου υλικού που προκύπτει από ένα όχημα στο τέλος της ζωής του και επανεισάγεται στην αυτοκινητοβιομηχανία. Ο δεύτερος δείκτης αναφέρεται στο ποσοστό μη παρθένου υλικού που προκύπτει από ένα όχημα στο τέλος της ζωής του και πηγαίνει σε άλλες βιομηχανίες. Οι δείκτες αναλύονται παρακάτω.

4.1.3.1 Εισαγωγή δευτερογενών πρώτων υλών στην αυτοκινητοβιομηχανία

Ορισμός: Μάζα μη παρθένου υλικού προς την συνολική μάζα ενός οχήματος στο τέλος της ζωής του η οποία επανεισάγεται στην αυτοκινητοβιομηχανία

Παρουσίαση: Είναι πολύ σημαντικό να ανακτηθούν πολύτιμα υλικά από ένα όχημα στο τέλος της ζωής του ώστε να τροφοδοτήσουν την αυτοκινητοβιομηχανία και να μην χρειάζεται η αγορά πρώτων υλών εξοικονομώντας χρήματα αλλά και μειώνοντας τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από την εξόρυξη πόρων για την παραγωγή αυτών των υλών αλλά και την παραγωγή αποβλήτων που θα κατέληγαν στην χωματερή.

4.1.3.2 Εισαγωγή δευτερογενών πρώτων υλών σε άλλες βιομηχανίες

Ορισμός: Μάζα μη παρθένου υλικού προς τη συνολική μάζα ενός οχήματος στο τέλος της ζωής του που καταλήγει σε άλλες βιομηχανίες.

Παρουσίαση: Υπάρχει η πιθανότητα ένα ποσοστό της μάζας μη παρθένου υλικού που προκύπτει από οχήματα στο τέλος της ζωής τους να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες σε ζήτηση για πρώτες ύλες άλλων βιομηχανιών όπως για παράδειγμα τις βιομηχανίες υφασμάτων.

4.1.4 *Ανταγωνισμός και Καινοτομία*

Η κατηγορία αυτή είναι πολύ σημαντική καθώς η βιομηχανία μπορεί να παρακολουθεί την συμβολή της στο κοινωνικό σύνολο αφού με την υιοθέτηση των προτύπων κυκλικής οικονομίας μπορεί να παρέχει θέσεις εργασίας σε χιλιάδες ανθρώπους. Επιπλέον θα πρέπει να παρακολουθεί τα ποσά που καταβάλει για Έρευνα και Ανάπτυξη ώστε να παραμένει συνεχώς ανταγωνιστική και καινοτόμα. Οι τομείς οι οποίοι είναι στενά συνδεδεμένοι με την κυκλική οικονομία όπως οι τομείς ανακύκλωσης ,επισκευής ,επαναχρησιμοποίησης συμβάλλουν στην οικονομική ανάπτυξη και στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Ο θεματικός τομέας του ανταγωνισμού και της καινοτομίας περιέχει τον δείκτη των ιδιωτικών επενδύσεων ,θέσεων εργασίας και τον δείκτη με τον αριθμό των project που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία.

4.1.4.1 Επενδύσεις για Έρευνα και Ανάπτυξη

Ορισμός: Επενδύσεις για έρευνα και ανάπτυξη προς την Καθαρή Παρούσα Αξία της αυτοκινητοβιομηχανίας (ποσοστό επί τοις εκατό).

Παρουσίαση: Είναι πολύ σημαντικό για την αυτοκινητοβιομηχανία να επενδύει στην Έρευνα και Ανάπτυξη ώστε να παραμένει ανταγωνιστική και να υιοθετεί πρότυπα που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία σχεδιάζοντας προϊόντα τα οποία είναι πιο οικολογικά.

4.1.4.2 Αριθμός Project που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία

Ορισμός: Αριθμός Project που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία

Παρουσίαση: Η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει κάθε χρόνο να δημιουργεί νέα project που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία, ώστε τα οχήματα που παράγει να συμβαδίζουν με τα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας. Επιπλέον, πέρα από την παραγωγή οχημάτων θα μπορούσε να δημιουργήσει project ώστε να συμβάλλει γενικότερα στο περιβάλλον και στην κοινωνία.

4.1.4.3 Θέσεις εργασίας

Ορισμός: Αριθμός θέσεων εργασίας που σχετίζονται με κυκλικές δραστηριότητες.

Παρουσίαση: Η αυτοκινητοβιομηχανία μπορεί να παρέχει ακόμα περισσότερες θέσεις εργασίας σε χιλιάδες ανθρώπους.

Παρακάτω παρουσιάζεται συνοπτικά το πλαίσιο αξιολόγησης για την αυτοκινητοβιομηχανία.



Εικόνα 17 - Πλαίσιο αξιολόγησης για την αυτοκινητοβιομηχανία

Στο παράρτημα Β παρατίθεται ο πίνακας με όλους τους δείκτες του πλαισίου παρακολούθησης.

5

Εργαλεία και τεχνολογίες

5.1 Frontend

Ο όρος frontend αναφέρεται σε όλη την έκταση του κώδικα που έχει σκοπό να υλοποιήσει όλα όσα ο χρήστης θα βλέπει και με τα οποία θα αλληλεπιδρά. Σήμερα ο frontend κώδικας απαρτίζεται από ένα σύνολο από τεχνολογίες, οι οποίες συνεργάζονται μεταξύ τους με τον τρόπο που ο προγραμματιστής διαλέγει ώστε να προκύψει το τελικό αποτέλεσμα που ο χρήστης βλέπει. Παρακάτω αναλύονται όσα χρησιμοποιήθηκαν για το frontend της δικής μας ιστοσελίδας-εφαρμογής.

5.1.1 HTML

Η HTML είναι το ακρωνύμιο των λέξεων HyperText Markup Language και είναι η βασική γλώσσα δόμηση σελίδων του ιστού. Είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για την μορφοποίηση μια ιστοσελίδας. Η εν λόγω χρησιμοποιεί έναν αριθμό από tags για την μορφοποίηση κειμένου, την δημιουργία συνδέσμων (links) για την μετάβαση από μία σελίδα σε άλλη, εισαγωγή εικόνων, ήχου καθώς και πολλά άλλα. Η πρώτη έκδοση της δημιουργήθηκε από τον Tim Berners-Lee. Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε HTML-5[37].

5.1.2 *CSS*

Η CSS είναι μία γλώσσα προγραμματισμού που επιτρέπει την μορφοποίηση ενός εγγράφου HTML, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο θα παρουσιαστούν τα στοιχεία της γλώσσας HTML. Το CSS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Cascading Style Sheets. Μας δίνει την δυνατότητα να αναπαραστήσουμε σωστά τα στοιχεία ανεξάρτητα της συσκευής στην οποία θα προβληθούν και μας γλυτώνει από πολύ κόπο, καθώς μπορούμε με ένα μόνο αρχείο να καθορίσουμε την εμφάνιση των στοιχείων HTML σε πολλά αρχεία[38].

5.1.3 *Javascript*

Η Javascript είναι μία γλώσσα προγραμματισμού την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε με πολλούς τρόπους σε μία ιστοσελίδα. Η γλώσσα αυτή είναι client side, δηλαδή εκτελείται και παράγει το αποτέλεσμα της στον περιηγητή (browser) του επισκέπτη της εκάστοτε σελίδας. Επιτρέπει δηλαδή στον επισκέπτη να κάνει κάποια πράγματα δυναμικά σε μία ιστοσελίδα χωρίς να επικοινωνήσει το σύστημα με τον server για να εκτελέσει το αίτημα του. Λειτουργεί “συμπληρωματικά”, με την έννοια ότι δεν είναι κατάλληλη για να φτιαχτεί εξ ολοκλήρου μια δυναμική σελίδα με αυτή[39].

5.1.4 *jQuery*

Η jQuery είναι μία βιβλιοθήκη Javascript που δίνει την δυνατότητα να δημιουργηθούν διάφορα εφέ σε μια σελίδα χωρίς όμως να χρειάζεται την ποσότητα κώδικα που θα υπήρχε με απλή Javascript. Συγκεκριμένα με αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί επιλογή και διαμόρφωση HTML στοιχείων, διαμόρφωση CSS στοιχείων, διεργασίες HTML γεγονότων, εφέ, animations και πληθώρα άλλων εφαρμογών. Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 3.3.1.[40].

5.1.5 *Bootstrap*

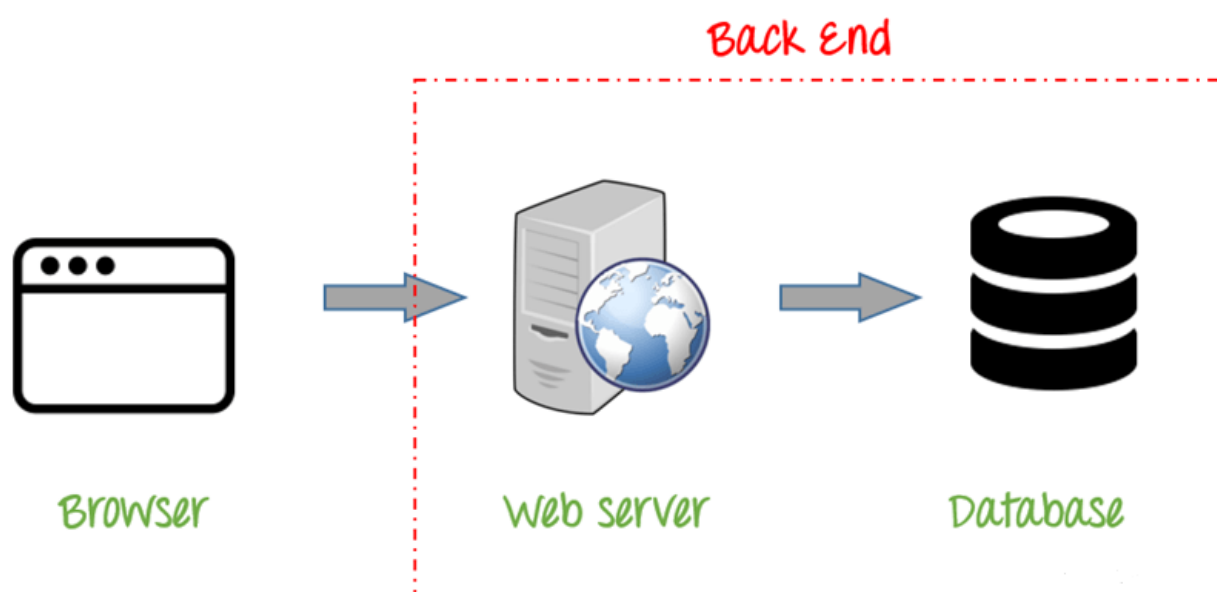
Η Bootstrap είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για κάθε σύγχρονο web developer. Το εργαλείο αυτό είναι στην πραγματικότητα ένα framework δημιουργίας ιστοσελίδων και χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη project υψηλού επιπέδου που χρησιμοποιούν HTML, CSS και Javascript. Ουσιαστικά μας δίνει την δυνατότητα να αξιοποιήσουμε τις δυνατότητες από τις τρεις παραπάνω γλώσσες σε μειωμένο χρόνο, με λιγότερες γνώσεις πάνω σε αυτές και όλα αυτά στην πιο μοντέρνα έκδοσή τους. Προσφέρει πληθώρα επιλογών για κάθε στοιχείο που μπορεί να επιρρεάσει αλλά και απλότητα στην σύνταξη της. Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 4.3.1.[41]

5.1.6 *Chart.js*

Η Chart.js είναι μία βιβλιοθήκη ανοικτού κώδικα που συντηρείται από την προγραμματιστική κοινότητα η οποία μας επιτρέπει να οπτικοποιήσουμε δεδομένα χρησιμοποιώντας Javascript. Εύκολα και γρήγορα διαθέτοντας δεδομένα σε συναρτήσεις μπορεί να μας παράγει άρθρα έως και 8 διαφορετικούς τύπους γραφικών παραστάσεων. Είναι επίσης responsive. Με άλλα λόγια εκτός από το στήσιμο των γραφικών αναλαμβάνει τον τρόπο αναπαράστασης των δεδομένων και την τροποποίηση του όταν χρειάζεται για παράδειγμα λόγω μεγέθους. Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 2.8.0. [42].

5.2 *Backend*

Με τον όρο Backend αναφερόμαστε στο κομμάτι του κώδικα που εκτελείται στον server που εμπεριέχει την ιστοσελίδα και είναι υπεύθυνος για την διεκπεραίωση όλων των αιτημάτων που κάνει ο χρήστης(client). Κάθε φορά δηλαδή που ο client κάνει request για ανταλλαγή δεδομένων με τον server είτε για να του ζητήσει δεδομένα είτε για να αποστείλει δεδομένα σε αυτόν καθώς και να του “ζητήσει” να κάνει κάποια εργασία για αυτόν[43].



Εικόνα 18 - Back end

5.2.1 *Python*

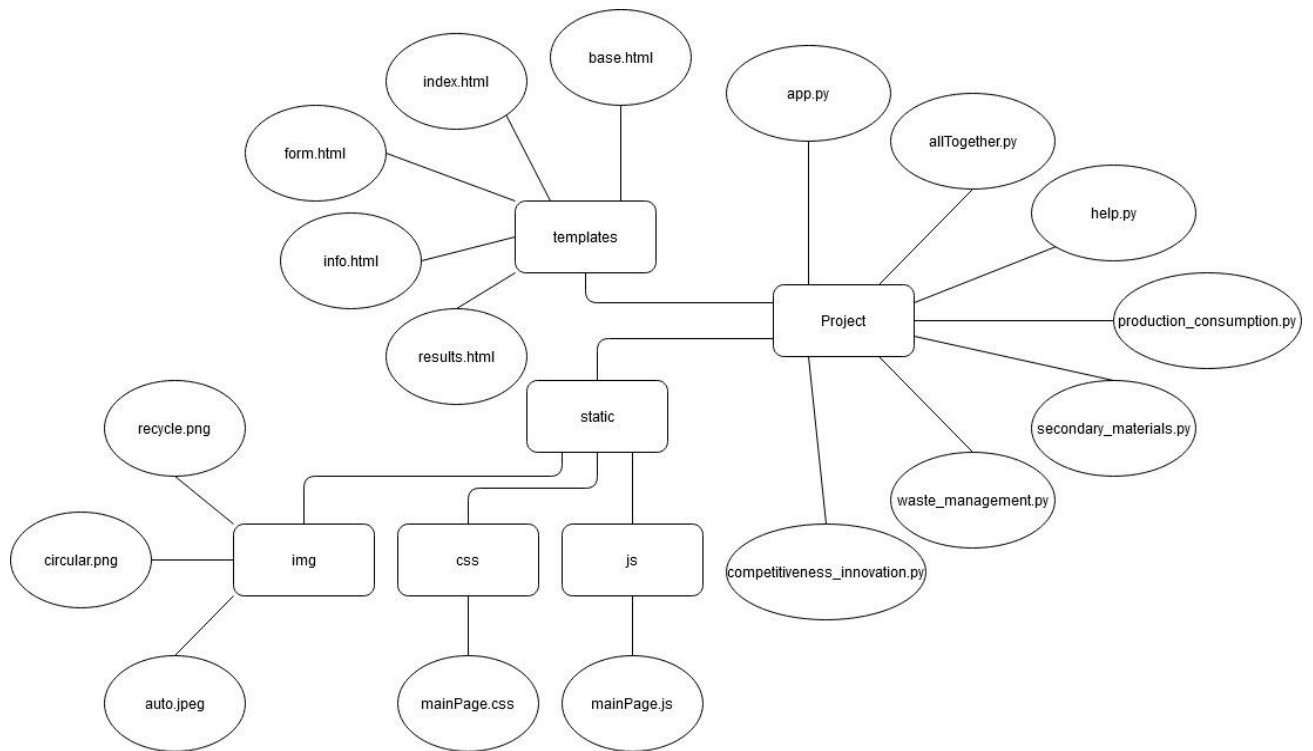
Για την συγγραφή του backend χρησιμοποιήθηκε python. Η python είναι μια διερμηνευόμενη (interpreted) γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου και δυναμικού τύπου. Υποστηρίζει τόσο αντικειμενοστραφή όσο και συναρτησιακό αλλά και διαδικαστικό προγραμματισμό. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για τη δημιουργία σεναρίων εντολών (scripts) όσο και ως συνδετικός κρίκος πολλών επιμέρους προγραμμάτων (glue language). Υποστηρίζει τόσο αρθρώματα (modules) όσο και πακέτα (packages). Γενικά τα προγράμματα της python είναι συμπαγή και ευανάγνωστα. Διαθέτει πάρα πολλές βιβλιοθήκες πράγμα το οποίο κάνει τη ζωή των προγραμματιστών ευκολότερη. Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 3.8.3 της python[44].

5.2.2 *Flask*

Το Flask είναι ένα micro web framework γραμμένο σε Python. Κατηγοριοποιείται ως microframework επειδή δεν απαιτεί συγκεκριμένα εργαλεία ή βιβλιοθήκες. Ωστόσο το Flask υποστηρίζει extensions που μπορούν να προσθέσουν χαρακτηριστικά τα οποία θα λειτουργούσαν σαν να εμπεριέχονται σε αυτό. Το framework αυτό δίνει την δυνατότητα για δημιουργία διαδικτυακών εφαρμογών κάθε τύπου. Τα λίγα dependencies το κάνουν “ελαφρύ” με λίγα ρίσκα ασφαλείας και αναβαθμίσεων αλλά από την άλλη πρέπει ο προγραμματιστής να κάνει περισσότερη δουλειά ή να προσθέσει plugins. Τα βασικά dependencies του Flask είναι το Werkzeug και το Jinja2. Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 1.1.2. [45][46].

5.3 *PyCharm*

Για την συγγραφή του κώδικα χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο PyCharm το οποίο πρόκειται για ένα IDE (Integrated Development Environment) το οποίο παρέχει ποικιλία απαραίτητων εργαλείων για προγραμματισμό σε Python. Αυτά τα εργαλεία διευκολύνουν την δουλειά του προγραμματιστή και μειώνουν σημαντικά το χρόνο συγγραφής. Κάποια από αυτά είναι η αυτόματη στοίχιση, η αυτόματη συμπλήρωση εντολών και μεταβλητών καθώς και η ευκολία χρήσης του με αναδυόμενα tips σε κάθε φάση χρήσης του. Η οργάνωση της δομής της εφαρμογής μας έγινε με αυτό και μάλιστα το σύστημα φακέλων και αρχείων είναι το παρακάτω, όπου τα τετράγωνα αναπαριστούν φακέλους ενώ οι κύκλοι αρχεία κώδικα.



Εικόνα 19 - Δομή αρχείων (τα τετράγωνα αναπαριστούν φακέλους και οι κύκλοι αρχεία).

5.4 Ανάλυση κώδικα Python

Η ανάπτυξη του κώδικα για το backend έγινε με χρήση της προγραμματιστικής γλώσσας python και την χρήση του framework Flask για ευκολία στην δημιουργία της εφαρμογής. Συνολικά περιλαμβάνει 7 αρχεία python τα τέσσερα από τα οποία αναλαμβάνουν την ανάκτηση των δεδομένων εισόδου της εκάστοτε κατηγορίας και την επεξεργασία τους, το πέμπτο είναι υπεύθυνο για την οργάνωση όλων των κατηγοριών μαζί, το έκτο περιέχει βοηθητικές συναρτήσεις και το έβδομο αποτελεί την βάση της εφαρμογής.

5.4.1 *Secondary_Materials.py*¹

```
class third():
    def __init__(self, req):
        self.sec1 = req.form["sec1"]
        self.sec2 = req.form["sec2"]
        self.sec3 = req.form["sec3"]
        self.secPer1 = self.setPer(self.sec2, self.sec1)
        self.secPer2 = self.setPer(self.sec3, self.sec2)

        self.feed1 = req.form["feed1"]
        self.feed2 = req.form["feed2"]
        self.feed3 = req.form["feed3"]
        self.feedPer1 = self.setPer(self.feed2, self.feed1)
        self.feedPer2 = self.setPer(self.feed3, self.feed2)

        self.secScore = self.setSecScore()
        self.perList = self.setList()
        self.max = self.setMax()
        self.secondaryScore = self.setSecondaryScore()
```

Εικόνα 20 - Κλάση Τρίτης Κατηγορίας Δεδομένων

Το αρχείο αυτό περιλαμβάνει την κλάση η οποία θα περιέχει τα δεδομένα για την κατηγορία δευτερογενών υλών και ακολουθεί τα πρότυπα αντικειμενοστραφή προγραμματισμού. Ουσιαστικά ανακτά τα δεδομένα για την συγκεκριμένη κατηγορία και επιπροσθέτως με την μέθοδο **setPer(arg1, arg2)** δημιουργεί τα δεδομένα ποσοστιαίας μεταβολής των δεικτών. Επίσης με την μέθοδο **setSecondaryScore()** παράγεται το σκορ της κατηγορίας όσον αφορά τους δείκτες που έχουν τιμές σύγκρισης. Η μέθοδος **setMax()** είναι υπεύθυνη για να βρει την μεγαλύτερη ποσοστιαία μεταβολή για την συγκεκριμένη κατηγορία. Το ίδιο μοτίβο ακολουθούν και τα υπόλοιπα τρία αρχεία κατηγοριών αντίστοιχα για τα δικά τους δεδομένα.

5.4.2 *help.py*²

```
def get_change(current, previous):
    if current == previous:
        return 0
    try:
        return format(((float(current) - float(previous)) / float(previous)) * 100.0, '.2f')
    except ZeroDivisionError:
        return 10001

def maxPer(l):
    m = max(l)
    if m > 0:
        return m
    else:
        return 0
```

Εικόνα 21 - Βοηθητικό Αρχείο help.py

¹https://github.com/anthivaios/circular_economy_framework/blob/master/circularEconomy/secondary_materials.py

²https://github.com/anthivaios/circular_economy_framework/blob/master/circularEconomy/help.py

Το αρχείο αυτό περιέχει δύο βασικές βοηθητικές συναρτήσεις. Η `get_change(current, previous)` είναι υπεύθυνη για την εύρεση της ποσοστιαίας μεταβολής μεταξύ των δύο δεδομένων που λαμβάνει ως παραμέτρους. Η `maxPer(l)` έχει σκοπό την εύρεση του μέγιστου στοιχείου μιας λίστα που λαμβάνει ως παράμετρο και συγκεκριμένα την εύρεση της μέγιστης ποσοστιαίας μεταβολής.

5.4.3 *allTogether.py*³

```
class allTogether:
    def __init__(self, req):
        self.year1 = 0
        self.year2 = 0
        self.year3 = 0
        self.first = type(None) ()
        self.second = type(None) ()
        self.forth = type(None) ()
        self.third = type(None) ()
        self.totalScore = 0
        self.totalScore100 = 0
```

Εικόνα 22- Κλάση Συνόλου Δεδομένων

Το αρχείο αυτό περιλαμβάνει μία κλάση στην οποία θα μπορούν να υπάρχουν οργανωμένα όλα τα δεδομένα που προκύπτουν από την χρήση της φόρμας και όπως βλέπουμε παραπάνω η αρχικοποίηση αυτών δεν γίνεται με την δημιουργία ενός αντικειμένου της κλάσης αλλά με την παρακάτω μέθοδο.

³https://github.com/anthivaios/circular_economy_framework/blob/master/circularEconomy/allTogether.py

```

def allInitiate(self, req):
    self.setYear1(req)
    self.setYear2(req)
    self.setYear3(req)
    self.setFirst(req)
    self.setSecond(req)
    self.setThird(req)
    self.setForth(req)
    self.isIt = False
    if self.getFirst().getMax() > 10000:
        self.getFirst().setMax1(10001)
        self.isIt = True

    if self.getSecond().getMax() > 10000:
        self.getSecond().setMax1(10001)
        self.isIt = True

    if self.getThird().getMax() > 10000:
        self.getThird().setMax1(10001)
        self.isIt = True

    if self.getForth().getMax() > 10000:
        self.getForth().setMax1(10001)
        self.isIt = True

    if self.isIt:
        if self.getFirst().getMax() < 10000:
            self.getFirst().setMax1(0)

        if self.getSecond().getMax() <= 10000:
            self.getSecond().setMax1(0)

        if self.getThird().getMax() <= 10000:
            self.getThird().setMax1(0)

        if self.getForth().getMax() < 10000:
            self.getForth().setMax1(0)

    self.setTotalScore()
    self.setTotalScore100()

```

Εικόνα 23 - Μέθοδος Επεξεργασίας Συνόλου Δεδομένων

Με την μέθοδο allInitiate, που δέχεται ως παράμετρο ένα request όπου στην περίπτωση μας είναι τύπου POST και περιέχει τα στοιχεία της φόρμας, παίρνουν τις τελικές τους τιμές οι ημερομηνίες που εισήγαγε ο χρήστης δημιουργούνται και παίρνουν τιμές τα αντικείμενα των κλάσεων κάθε κατηγορίας και με την setTotalScore() μέθοδο προσθέτονται τα σκορ κάθε κατηγορίας παράγοντας το συνολικό score και η μέθοδος setTotalScore100() το μετατρέπει σε ποσοστό επί τις εκατό σε άλλη μεταβλητή του αντικειμένου.

5.4.4 *app.Py*⁴

```
from flask import Flask, redirect, url_for, render_template, request, send_from_directory
from allTogether import allTogether

app = Flask(__name__)

@app.route("/")
def home():
    return render_template("index.html")

@app.route("/form", methods=["POST", "GET"])
def form():
    if request.method == "POST":
        data = allTogether(request)
        data.allInitiate(request)

        return render_template("results.html", value=data)
    else:
        return render_template("form.html")

@app.route("/info")
def info():
    return render_template("info.html")

@app.route("/index")
def index():
    return render_template("index.html")

if __name__ == "__main__":
    app.run(debug=True)
```

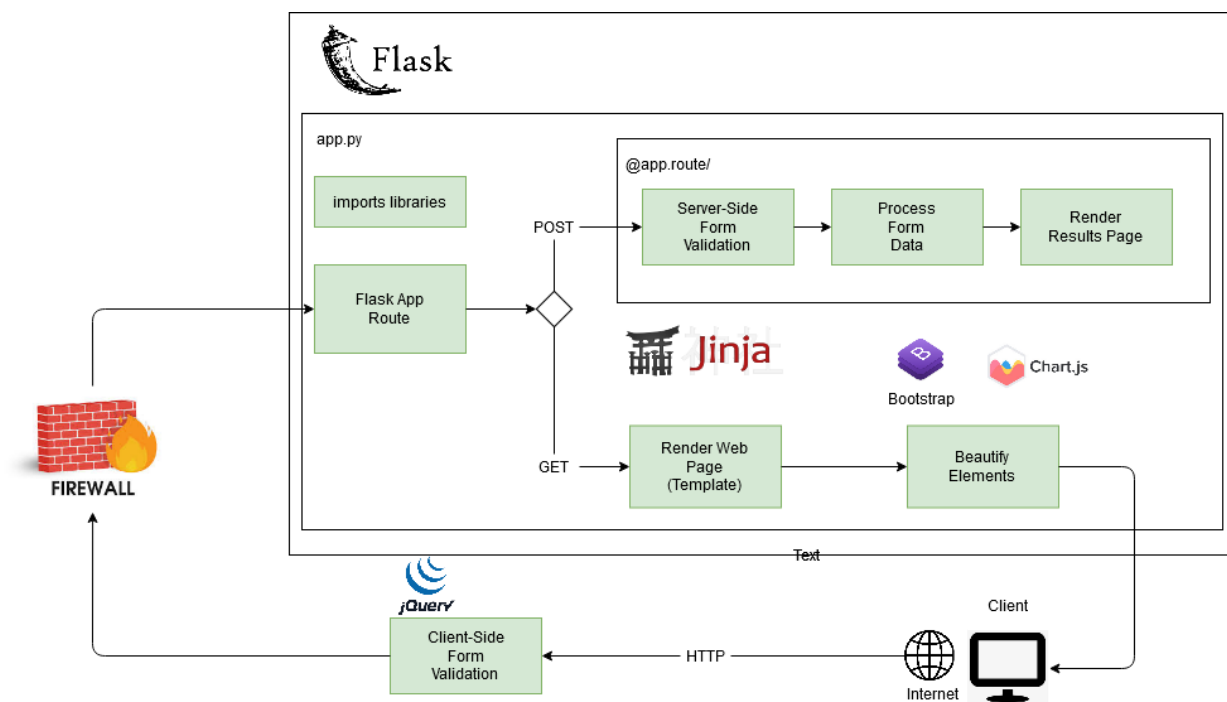
Εικόνα 24 - Αρχείο *app.py*

Το αρχείο αυτό δημιουργεί την web εφαρμογή τοπικά και εξυπηρετεί τα requests (αιτήματα) με τα λεγόμενα views. Τα τρία από αυτά (*/*, */info*, */index*) εμφανίζουν μία στατική σελίδα με το αντίστοιχο html αρχείο. Το view */form* όμως έχει δύο λειτουργίες, αν το request είναι GET τότε εμφανίζει και αυτό την στατική σελίδα της φόρμας, αν όμως το request είναι POST τότε δημιουργείται αντικείμενο της κλάσης **allTogether** και καλώντας την μέθοδο **allInitiate()** με παράμετρο το request το αντικείμενο ανακτά τα δεδομένα του. Στην συνέχεια εμφανίζουμε την σελίδα με τα αποτελέσματα με την διαφορά ότι αυτή τη φορά εισάγονται δυναμικά δεδομένα στο αντίστοιχο html αρχείο.

⁴https://github.com/anthivaios/circular_economy_framework/blob/master/circularEconomy/app.py

5.5 Αρχιτεκτονική του τεχνικού εργαλείου

Η παρακάτω εικόνα αφορά την αρχιτεκτονική του τεχνικού εργαλείου. Κάθε client μπορεί να εκτελέσει ένα αίτημα GET ή ένα αίτημα POST. Με το GET αίτημα ο server πρέπει να αποστείλει στον client την σελίδα που ζήτησε αφού πρώτα της αλλάξει την εμφάνιση με την χρήση του Bootstrap framework. Αν το αίτημα του client είναι POST, τότε ουσιαστικά ενημερώνει τον server πως έχει συμπληρωθεί η φόρμα και αυτός με την σειρά του πρέπει να ελέγξει τη εγκυρότητα των τιμών της φόρμας, στην συνέχεια να επεξεργαστεί τα δεδομένα που εισήγαγε ο χρήστης και τέλος εμφανίσει στον χρήστη την σελίδα των αποτελεσμάτων. Τέλος επαλήθευση της φόρμας φίνεται και από την πλευρά του χρήστη την καθώς συμπληρώνει τα πεδία της.



Εικόνα 25 - Αρχιτεκτονική εργαλείου

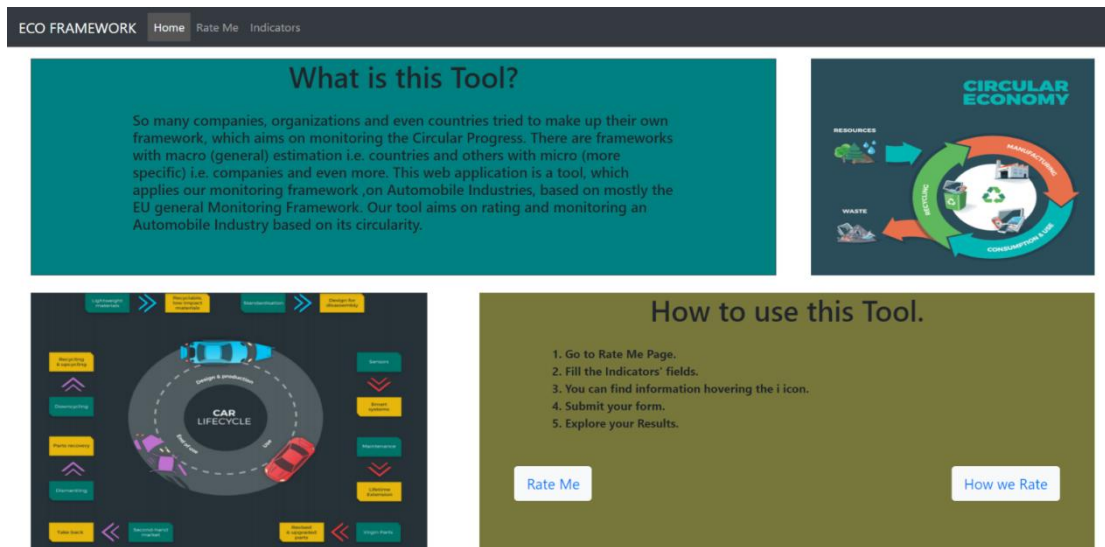
6

Παρουσίαση της εφαρμογής

Αφού εκκινήσουμε τον server με την εντολή **python app.py** μπορούμε πλέον να έχουμε πρόσβαση στην web εφαρμογή μέσω του περιηγητή μας. Σε αυτή μπορούμε να συνδεθούμε τοπικά από το μηχάνημα μας στην διεύθυνση που μας εμφανίζεται αφού εκκινήσουμε τον server, η οποία από προεπιλογή είναι η εξής: <http://127.0.0.1:5000/>. Στην συνέχεια έχουμε τις επιλογές που παρουσιάζονται παρακάτω.

6.1.1 *Αρχική σελίδα*

Η αρχική σελίδα της εφαρμογής μας παρουσιάζει στατικό περιεχόμενο και ο σκοπός της είναι να δώσει βασικές πληροφορίες τόσο των εννοιών πάνω στις οποίες στηρίχτηκε η δημιουργία του πλαισίου μας όσο και του λόγου δημιουργίας της. Σε αυτή την σελίδα μπορούμε να ξαναβρεθούμε, επιλέγοντας από το βασικό μενού στο navbar (μενού καρτελών) την καρτέλα Home (αρχική σελίδα).



Εικόνα 26 - Καρτέλα Home (Αρχική σελίδα)

6.1.2 Καρτέλα Indicators

Σε αυτή την σελίδα ο χρήστης μπορεί να βρεθεί επιλέγοντας από το πανθαρ την καρτέλα Indicators (δείκτες). Αυτή η σελίδα έχει σκοπό την ενημέρωση του χρήστη για τον τρόπο με τον κατηγοριοποιούνται τα Indicators του πλαισίου μας καθώς και πληροφορίες για κάθε ξεχωριστή κατηγορία ανά δείκτη όπως περιγραφή δείκτη, μονάδα μέτρησης, υποκατηγορία, όρια τιμής του και Score της τιμής αν υπάρχει μέτρο σύγκρισης για τον συγκεκριμένο με τα δεδομένα έως την συγγραφή της παρούσας εργασίας.

6.1.3 Παραγωγή και Κατανάλωση

Η κατηγορία αυτή αναφέρεται στους δείκτες που σχετίζονται με την παραγωγή και την κατανάλωση προϊόντων στην αυτοκινητοβιομηχανία και ο σχετικός πίνακας πληροφοριών παρουσιάζεται παρακάτω.

Production and Consumption

Indicator	Description	Metric	Subcategory	Range	Values
Ratio of Recycled Materials in Average Vehicle Production	There are many materials on a Vehicle that can be provided by a recycling method, like plastic.	%	Eco-Design Production	0 - 100	(>= 40): 2 (>=30 & < 40): 1 (< 30): 0
Time of Disassembly on an Average Vehicle	The smaller time of a Vehicle's disassembly is a major factor for whether circularity processes are profitable.	hours	Eco-Design Production	0 - 50	(<= 7): 2 (>7 & <= 16): 1 (> 16): 0
Energy Consumption for the Production of an Average Vehicle	Automobile Industries consume a lot of energy, so it is essential to monitor this.	MWh	Water and Energy Consumption	0 - 6	(<= 2): 2 (>2 & <= 2.4): 1 (> 2.4): 0
Co2 emissions for the Production of an Average Vehicle	Co ² emissions are really harmful for the environment while automobile industries produce high numbers of this	tonnes	Waste Production	0 - 4	(<= 0.5): 2 (>0.5 & <= 0.7): 1 (> 0.7): 0
Material loss in the Production of an Average Vehicle	Significant mass of material is lost in the production Process.	tonnes	Waste Production	0 - 10	*NCV
Water used in the Production of an Average Vehicle	In the production of a vehicle a huge amount of water is consumed.	liter	Water and Energy Consumption	0 - 200	(<= 130): 2 (>130 & <= 145): 1 (> 145): 0
Number of parts with Remote Information Technologies on Average Vehicle	Remote Information Technologies help us find every problem and fix it expanding vehicle's life time.	parts	Maintenance and Repair	0 - 500	*NCV
Ratio of Vehicle Checks	Tactical checks can prevent damages and expand vehicle's life time	%	Maintenance and Repair	0 - 100	(>= 90): 2 (<90 & >= 60): 1 (< 145): 0

Εικόνα 27 - Δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης.

6.1.4 Διαχείριση Αποβλήτων

Η κατηγορία αυτή αναφέρεται στην διαχείριση αποβλήτων σε προϊόντα της αυτοκινητοβιομηχανίας όταν αυτά φτάσουν στο τέλος της ζωής τους (EOL vehicles) και ο σχετικός πίνακας παρουσιάζεται παρακάτω.

Waste Management

Indicator	Description	Metric	Subcategory	Range	Values
Mass Ratio of EOL vehicle waste which will be reused	Some parts of an EOL vehicle are going to be reused.	%	Recycle Reuse Remanufacture	0 - 100	Reused + Recycling: (>= 85): 2 (>= 70 & <85): 1 (< 70): 0
Ratio of EOL Vehicles' Parts which will be remanufactured	Some of EOL parts can be remanufactured and enter the Production again.	%	Recycle Reuse Remanufacture	0 - 100	(>= 15): 2 (>= 9 & <15): 1 (<9): 0
Mass Ratio of EOL Vehicles which will be recycled	Some parts of an EOL vehicle are going to be recycled.	%	Recycle Reuse Remanufacture	0 - 100	Reused + Recycling: (>= 85): 2 (>= 70 & <85): 1 (< 70): 0
Ratio of EOL Vehicles retrieved properly	It is important for EOL vehicles to be retrieved properly so the Circular Processes will be applied on them.	%	EOL Retrieve Centers	0 - 100	(>= 90): 2 (< 90 & >=75): 1 (< 70): 0

Εικόνα 28 - Δείκτες της κατηγορίας Διαχείρισης Αποβλήτων.

6.1.5 Δευτερογενείς Ύλες

Η κατηγορία αυτή περιέχει τους δείκτες που αφορούν τις δευτερογενείς ύλες που χρησιμοποιεί η αυτοκινητοβιομηχανία αλλά και αυτές με τις οποίες τροφοδοτεί άλλες βιομηχανίες μέσω των προϊόντων της που φτάνουν στο τέλος της ζωής τους. Ο σχετικός πίνακας παρουσιάζεται παρακάτω.

Indicator	Description	Metric	Subcategory	Range	Values
Average Ratio of non Virgin Material of an Average Vehicle	It is important for Automotive Industry to use non-Virgin Material also.	%	Secondary-Demand	0 - 100	<(>= 40): 2 (< 40 & >=30): 1 (< 30): 0
Mass Ratio of EOL Vehicles that feeds further Industries	Some of the secondary material coming from end of life feed other Industries creating a loop.	%	EOL Demand Cover	0 - 100	*NCV

Εικόνα 29 - Δείκτες της κατηγορίας δευτερογενών πρώτων υλών.

6.1.6 Ανταγωνιστικότητα και Καινοτομία

Η τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει τους δείκτες που σχετίζονται με την ανταγωνιστικότητα και την καινοτομία όσον αφορά τον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Τους δείκτες δηλαδή που σχετίζονται με την μετάβαση στην κυκλική οικονομία την στιγμή όπου οι περισσότεροι τομείς στρέφονται σε αυτή λόγω των πλεονεκτημάτων που προσφέρει. Ο σχετικός πίνακας παρουσιάζεται παρακάτω.

Indicator	Description	Metric	Subcategory	Range	Values
Number of Employees working on Jobs which include any Circular Process	Circular Economy made place for new jobs.	employees	Employment	0 - 5000	*NCV
Number of Circular Projects	Auto Industries create more and more projects for circular ideas.	projects	Investment	0 - 100	*NCV
Ratio of Capital funds spent on R&D for Circular Ideas	It is important for an Industry to be a pioneer and invest in circular ideas.	%	Investment	0 - 100	*NCV

Εικόνα 30 - Δείκτες της κατηγορίας Ανταγωνιστικότητα και Καινοτομία.

Οι τιμές NVC σε κάποια από τα πεδία Values επισημαίνουν την έλλειψη στατιστικών στοιχείων για την σύγκριση με τιμές που θα εισάγει ο χρήστης και έτσι η ύπαρξη των δεικτών αυτών εξυπηρετεί μόνο την παρακολούθηση της εξέλιξης των τιμών κάθε δείκτη με το χρόνο.

6.1.7 Φόρμα Δεδομένων

Σε αυτή τη σελίδα ο χρήστης μπορεί να βρεθεί επιλέγοντας στο πανβάρ την καρτέλα Rate Me (αξιολόγηση). Εκεί ο χρήστης δεδομένου πως έχει τα στοιχεία που ζητούνται για μία αυτοκινητοβιομηχανία πρέπει να συμπληρώσει μία φόρμα ώστε να μπορούν να αξιολογηθούν από την εφαρμογή. Τα δεδομένα που παρέχει ο χρήστης είναι για τρία έτη σε κάθε δείκτη. Αρχικά επιλέγει σε αύξουσα σειρά τις χρονολογίες για τις οποίες θα διαθέσει δεδομένα και στην συνέχεια για τους δείκτες κάθε κατηγορίας εισάγει τιμές ανάλογα το έτος. Αφού συμπληρώσει όλες τις τιμές σωστά πατώντας στο κουμπί **submit** (καταχώριση) στο κάτω μέρος της σελίδας θα πάρει τα αποτελέσματα που παράγει το εργαλείο.

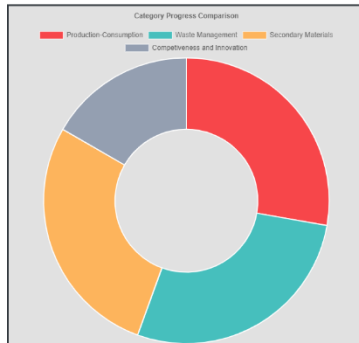
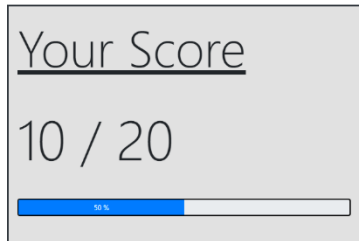
The screenshot shows a web interface for 'Rate Me' under the 'ECO FRAMEWORK' header. The navigation bar includes 'Home', 'Rate Me', and 'Indicators'. A progress indicator at the top shows six steps: 1. Industry Details, 2. Years, 3. Category 1, 4. Category 2, 5. Category 3, and 6. Category 4. The current step is 'Competitiveness and Innovation:'. The form contains three sections: 'Number of Employees working on Jobs which include any Circular Process(employees)' with input fields for 200, 210, and 220; 'Number of Circular Projects(projects)' with input fields for 5, 5, and 5; and 'Ratio of Capital funds spent on R&D for Circular Ideas(%)' with input fields for 20, 23, and 24. At the bottom, there are 'Previous' and 'submit' buttons.

Εικόνα 31 - Καρτέλα Rate me (αξιολόγηση).

6.1.8 Αποτελέσματα

Αφού ο χρήστης πατήσει το κουμπί **submit** θα ανακατευθυνθεί στην σελίδα των αποτελεσμάτων. Η σελίδα αυτή χωρίζεται σε δύο τμήματα. Στο τμήμα αριστερά υπάρχει ένα ενημερωτικό πινακάκι όσον αφορά την αξιολόγηση σύμφωνα με τους δείκτες για τους οποίους υπάρχει ποσοτική αναφορά και σύγκριση σύμφωνα με τα δεδομένα μέχρι την συγγραφή της παρούσας εργασίας. Το σκορ που αναθέτεται έχει μέγιστη τιμή 20 και παρουσιάζεται επίσης σαν ποσοστό επί τις εκατό. Επίσης πιο κάτω υπάρχει γραφική απεικόνιση που παρουσιάζει την σύγκριση μεταξύ των ποσοστών ανάπτυξης των τεσσάρων κατηγοριών. Στο τμήμα δεξιά υπάρχουν τέσσερις επεκτεινόμενοι πίνακες με πληροφορίες για εξέλιξη των τιμών κάθε δείκτη ανά κατηγορία όπως τιμή τελευταίου έτους ποσοστιαία μεταβολή τιμής στα έτη και σκορ δείκτη αν υπάρχει συγκρίσιμη τιμή.

Industry Results



Production and Consumption						
Indicator	% change between 2015 - 2016	% change between 2016 - 2017	Latest Value	Score(0,1,2)	Plot	
Ratio of Recycled Materials In Average Vehicle Production(%)	16.67	14.29	40	2	Plot	
Disassembly Time of Average Vehicle(hours)	13.64	-20.0	20	0	Plot	
Energy Consumption of an Average Vehicle(kWh)	-3.13	-3.23	3.0	0	Plot	
Co ² Emissions for the Production of an Average Vehicle(tonnes)	-3.85	-8.0	2.3	0	Plot	
Material loss for the Production of an Average Vehicle(kg)	0.0	0.0	1	N/A	Plot	
Water used for the Production of an Average Vehicle(liter)	-3.33	-3.45	140	1	Plot	
Number of Vehicle Parts with Remote Information Technologies(parts)	25.0	20.0	300	N/A	Plot	
Ratio of Vehicles Checked(%)	1.27	6.25	85	1	Plot	
Waste Management						
Indicator	% change between 2015 - 2016	% change between 2016 - 2017	Value	Score(0,1,2)	Plot	
Mass Ratio of EOL Vehicles which were reused/recycled(%)	16.67 / 11.11	5.71 / 10.0	37 / 55	2	Plot	
Ratio of EOL Vehicle Parts which will be remanufactured(%)	25.0	8.0	27	2	Plot	
Ratio of EOL Vehicles retrieved Properly(%)	10.0	13.64	25	0	Plot	
Secondary Materials						
Indicator	% change between 2015 - 2016	% change between 2016 - 2017	Value	Score(0,1,2)	Plot	
Ratio of non-Virgin Materials on Average Car(%)	11.76	18.42	45	2	Plot	
Ratio of EOL vehicles which fed further Industries(%)	6.67	25.0	20	N/A	Plot	
Competiveness and Innovation						
Indicator	% change between 2015 - 2016	% change between 2016 - 2017	Value	Score(0,1,2)	Plot	
Number of Jobs on with any Circular Activity(jobs)	5.0	4.76	220	N/A	Plot	
Number of Circular Projects(projects)	0.0	0.0	5	N/A	Plot	
Ratio of Capital funds spent on R&D for Circular Ideas(\$)	15.0	4.35	24	N/A	Plot	

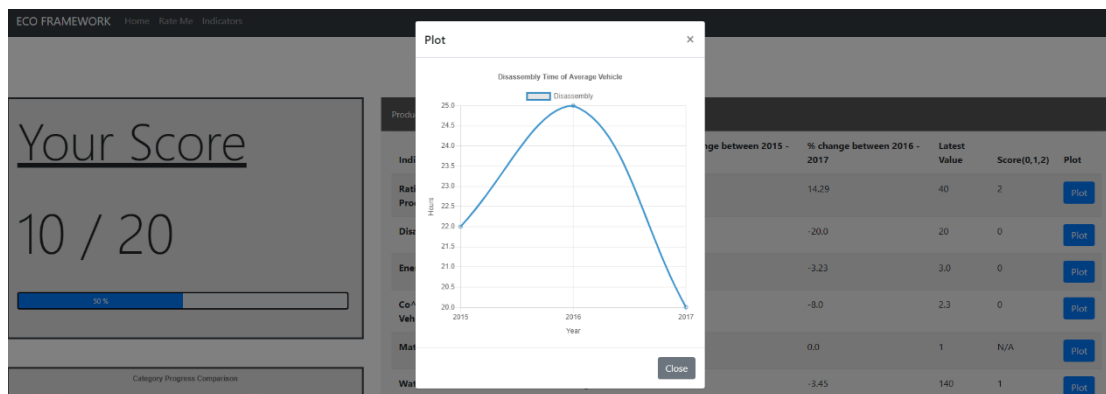
Εικόνα 32 - Καρτέλα Industry Results.

6.1.9 Επιπλέον Χαρακτηριστικά

Παρακάτω περιγράφονται δύο ακόμα χαρακτηριστικά της εφαρμογής.

6.1.9.1 Γραφική Απεικόνιση Εξέλιξης Τιμής

Στο δεξί τμήμα της σελίδας των αποτελεσμάτων, στην τελευταία στήλη του πίνακα κάθε κατηγορίας, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει το κουμπί **Plot** (διάγραμμα), το οποίο με την σειρά του σε αναδυόμενο παράθυρο εμφανίζει για τον συγκεκριμένο δείκτη διάγραμμα εξέλιξης της τιμής για τα τρία δοθέντα χρόνια.



Εικόνα 33 - Διάγραμμα εξέλιξης τιμής.

6.1.9.2 Εικονίδια Βοήθειας Συμπλήρωσης Δεδομένων

Στην σελίδα με την φόρμα όπου ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει δεδομένα για κάθε δείκτη υπάρχει ένα εικονίδιο με το γράμμα i (information) το οποίο εμφανίζει πληροφορίες για τον δείκτη, όπως λίγα λόγια για αυτόν, εύρος τιμής καθώς και το σκορ που λαμβάνει ανάλογα με την τιμή του αν ο δείκτης έχει μέτρο σύγκρισης, όταν ο χρήστης έχει το ποντίκι πάνω από αυτό.

Production and Consumption:

Ratio of Recycled Materials in Average Vehicle Production(%). ⓘ

30 | 35

Time of Disassembly on an Average Vehicle(hours). ⓘ

22 | 25 | 20

Energy Consumption for the Production of an Average Vehicle(MWh). ⓘ

3.2 | 3.1 | 3.0

Materials with recycling potential have unique role on the road for a more Circular automotive industry!
Range: 0 - 100
Score: (>= 40) -> 2 | (>=30) -> 1 | 0

Previous Next

Εικόνα 34 - Πληροφορίες δεικτών.

6.2 Δοκιμές

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε δύο δοκιμές που κάναμε με το εργαλείο. Και στις δύο δοκιμές βάλαμε κάποιες τιμές στους δείκτες με βάση τα τωρινά δεδομένα που υπάρχουν στην αυτοκινητοβιομηχανία όπως για παράδειγμα την ενέργεια και το νερό που καταναλώνεται για την παραγωγή ενός οχήματος, το ποσοστό της μάζας ανακυκλώσιμου υλικού που υπάρχει σε

ένα όχημα, το ποσοστό των ELV που ανακτήθηκαν και το ποσοστό της μάζας των ELV που είναι για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανακατασκευή.

6.2.1 Πρώτη δοκιμή

Στην 1^η δοκιμή παρακολουθήσαμε την πρόοδο της αυτοκινητοβιομηχανίας για τα έτη 2015, 2016 και 2017. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα δεδομένα εισόδου για κάθε δείκτη και τα αποτελέσματα που πήραμε.

The screenshot shows a multi-step process with six steps: 1. Industry Details, 2. Years, 3. Category 1, 4. Category 2, 5. Category 3, and 6. Category 4. Step 1 is currently active and highlighted with a green circle. The form content includes:

- Industry Information:**
- Brand Name:
- Email:
- Your Name:

A "Next" button is located at the bottom right of the form area.

Εικόνα 35 - Εισαγωγή στοιχείων αυτοκινητοβιομηχανίας

The screenshot shows the same multi-step process, but now step 2, 'Years', is active and highlighted with a green circle. The form content includes:

- Years of Data:**
- Three input fields for the years: , , and

A "Previous" button is located at the bottom left, and a "Next" button is at the bottom right.

Εικόνα 36 - Εισαγωγή περιόδων που θέλουμε να αξιολογήσουμε

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Production and Consumption:

Ratio of Recycled Materials in Average Vehicle Production(%). ⓘ

30	35	40
----	----	----

Time of Disassembly on an Average Vehicle(hours). ⓘ

22	25	20
----	----	----

Energy Consumption for the Production of an Average Vehicle(MWh). ⓘ

3.2	3.1	3.0
-----	-----	-----

Previous Next

Εικόνα 37 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Production and Consumption:

Co2 emissions for the Production of an Average Vehicle(tonnes). ⓘ

2.6	2.5	2.3
-----	-----	-----

Material loss in the Production of an Average Vehicle(kg). ⓘ

1	1	1
---	---	---

Water used in the Production of an Average Vehicle(liter). ⓘ

150	145	140
-----	-----	-----

Previous Next

Εικόνα 38 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Production and Consumption:

Number of parts with Remote Information Technologies on Average Vehicle(parts) ⓘ

200 250 300

Ratio of Vehicle Checks(%) ⓘ

79 80 85

Previous Next

Εικόνα 39 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Waste Management:

Mass Ratio of EOL vehicle waste which will be reused(%) ⓘ

30 35 37

Ratio of EOL Vehicles which will be remanufactured(%) ⓘ

20 25 27

Previous Next

Εικόνα 40 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας διαχείρισης αποβλήτων

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Waste Management:

Mass Ratio of EOL Vehicles which will be recycled(%) ⓘ

45 50 55

Ratio of EOL Vehicles retrieved properly(%) ⓘ

20 22 25

Previous Next

Εικόνα 41 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας διαχείρισης αποβλήτων

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Secondary Materials:

Ratio of non Virgin Material of an Average Vehicle(%) ⓘ

34 38 45

Mass Ratio of EOL Vehicles that feeds further Industries(%) ⓘ

15 16 20

Previous Next

Εικόνα 42 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας δευτερογενών πρώτων υλών

Competitiveness and Innovation:

Number of Employees working on Jobs which include any Circular Process(employees). ⓘ

200 210 220

Number of Circular Projects(projects). ⓘ

5 5 5

Ratio of Capital funds spent on R&D for Circular Ideas(%). ⓘ

20 23 24

Previous submit

Εικόνα 43 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας ανταγωνιστικότητας και καινοτομίας

ECO FRAMEWORK Home Rate Me Indicators

Industry Results

Your Score

10 / 20

50%

Indicator	% change between 2015 - 2016	% change between 2016 - 2017	Latest Value	Score(0,1,2)	Plot
Production and Consumption					
Ratio of Recycled Materials In Average Vehicle Production(%)	16.67	14.29	40	2	Plot
Disassembly Time of Average Vehicle(hours)	13.64	-20.0	20	0	Plot
Energy Consumption of an Average Vehicle(kWh)	-3.13	-3.23	3.0	0	Plot
Co ² Emissions for the Production of an Average Vehicle(tonnes)	-3.85	-8.0	2.3	0	Plot
Material loss for the Production of an Average Vehicle(kg)	0.0	0.0	1	N/A	Plot
Water used for the Production of an Average Vehicle(liter)	-3.33	-3.45	140	1	Plot
Number of Vehicle Parts with Remote Information Technologies(parts)	25.0	20.0	300	N/A	Plot
Ratio of Vehicles Checked(%)	1.27	6.25	85	1	Plot
Waste Management					
Mass Ratio of EOL Vehicles which were reused/recycled(%)	16.67 / 11.11	5.71 / 10.0	37 / 55	2	Plot
Ratio of EOL Vehicle Parts which will be remanufactured(%)	25.0	8.0	27	2	Plot
Ratio of EOL Vehicles retrieved Properly(%)	10.0	13.64	25	0	Plot
Secondary Materials					
Ratio of non-Virgin Materials on Average Car(%)	11.76	18.42	45	2	Plot
Ratio of EOL vehicles which fed further Industries(%)	6.67	25.0	20	N/A	Plot
Competitiveness and Innovation					
Number of Jobs on with any Circular Activity(Jobs)	5.0	4.76	220	N/A	Plot
Number of Circular Projects(projects)	0.0	0.0	5	N/A	Plot
Ratio of Capital funds spent on R&D for Circular Ideas(\$)	15.0	4.35	24	N/A	Plot

Εικόνα 44 – Αποτελέσματα πρώτης δοκιμής

Με βάση τα δεδομένα εισόδου παρατηρούμε πως υπάρχουν ακόμα μεγάλα περιθώρια βελτίωσης για την αυτοκινητοβιομηχανία. Το συνολικό σκορ ήταν 10/20.

Στην κατηγορία της παραγωγής και κατανάλωσης ο δείκτης που αφορά το ποσοστό ανακυκλώσιμου υλικού έχει σκορ 2. Αυτό σημαίνει πως η αυτοκινητοβιομηχανία έχει ήδη πιάσει τους στόχους της για το ποσοστό των ανακυκλώσιμων υλικών που πρέπει να υπάρχουν σε ένα όχημα. Από την άλλη πλευρά ο δείκτης που αφορά το χρόνο αποσυναρμολόγησης μας δείχνει μια μείωση 2 ωρών στο πέρασμα των τριών ετών, όμως αυτός ο χρόνος είναι ιδιαίτερα υψηλός και θα πρέπει να μειωθεί και άλλο. Οι δείκτες που αφορούν την κατανάλωσης ενέργειας ανά όχημα και την ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται ανά όχημα έχουν σκορ 0. Αυτό σημαίνει πως τα επίπεδα των δεικτών είναι ιδιαίτερα αυξημένα, παρ' όλο που στην πάροδο των ετών υπήρξαν μειώσεις, επομένως η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει να λάβει κατάλληλα μέτρα για την μείωση της τιμής τους. Οι δείκτες που αφορούν την κατανάλωση νερού και του αριθμού των οχημάτων που ελέγχθηκαν έχουν σκορ 1. Αυτό σημαίνει πως η αυτοκινητοβιομηχανία έχει πετύχει σχετικά καλά επίπεδα για αυτούς τους δείκτες αλλά υπάρχουν ακόμα περιθώρια βελτίωσης. Ο δείκτης που αφορά τις απώλειες υλικού ανά όχημα που παράγεται έχει την τιμή 1 και τις τρεις χρονιές, ωστόσο θα μπορούσε η αυτοκινητοβιομηχανία να μειώσει αυτές τις απώλειες. Τέλος ο δείκτης που αφορά τον αριθμό των αισθητήρων που υπάρχουν σε ένα όχημα παρουσιάζει μια μεγάλη αύξηση και επομένως η αυτοκινητοβιομηχανία είναι σε θέση να παρακολουθεί όλο και περισσότερα εξαρτήματα με σκοπό την συντήρηση και επισκευή τους, πράγμα το οποίο είναι μία από τις βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας.

Στην κατηγορία της διαχείρισης αποβλήτων η αυτοκινητοβιομηχανία τα έχει πάει πολύ καλά. Οι δείκτες που αφορούν το ποσοστό της μάζας των ELV το οποίο θα επαναχρησιμοποιηθεί ή θα ανακυκλωθεί και του ποσοστού των εξαρτημάτων που θα ανακατασκευαστούν έχουν σκορ 2. Επομένως η αυτοκινητοβιομηχανία έχει πετύχει τους στόχους της. Ωστόσο το ποσοστό που αφορά την ανάκτηση των ELV έχει αυξηθεί σημαντικά αλλά έχει σκορ 0, επομένως η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει να εστιάσει στο να μπορεί να ανακτά περισσότερα ELV.

Στην κατηγορία δευτερογενείς πρώτες ύλες η αυτοκινητοβιομηχανία έχει πιάσει τους στόχους της αφού το ποσοστό των δευτερογενών πρώτων υλών που την τροφοδοτούν έχουν σκορ 2. Ο δείκτης που αφορά το ποσοστό των υλικών ή εξαρτημάτων που τροφοδοτούν άλλες βιομηχανίες έχει αυξηθεί, πράγμα που δείχνει την συμβολή της αυτοκινητοβιομηχανίας στην κυκλική οικονομία.

Στην κατηγορία του ανταγωνισμού και της καινοτομίας παρατηρούμε μια αύξηση στον αριθμό των θέσεων εργασίας (που σχετίζονται με κυκλικά project) που παρέχει η

αυτοκινητοβιομηχανία. Αυτό σημαίνει πως η αυτοκινητοβιομηχανία συνεισφέρει κάθε χρόνο όλο και περισσότερο στο κοινωνικό σύνολο. Τέλος παρατηρούμε μία αύξηση στο ποσό που δαπανάται για έρευνα και ανάπτυξη και ίσως σε αυτό να οφείλονται οι πολύ καλές τιμές που είχαμε σε κάποιους δείκτες. Συνοψίζοντας, η αυτοκινητοβιομηχανία σε αυτή την περίπτωση είναι σε καλό στάδιο, ωστόσο υπάρχουν μεγάλα περιθώρια βελτίωσης.

6.2.2 Δεύτερη δοκιμή

Στην 2^η δοκιμή παρακολούθησαμε την πρόοδο της αυτοκινητοβιομηχανίας για τα έτη 2015, 2017 και 2019. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα δεδομένα εισόδου για κάθε δείκτη και τα αποτελέσματα που λάβαμε:

The screenshot shows a wizard interface with six steps: 1. Industry Details, 2. Years, 3. Category 1, 4. Category 2, 5. Category 3, and 6. Category 4. Step 1 is currently active. The main content area is titled 'Industry Information:' and contains three input fields: 'Brand Name:' with the value 'Industry2', 'Email:' with the value 'admin@industry2.com', and 'Your Name:' with the value 'Tom'. A 'Next' button is located at the bottom right of the form area.

Εικόνα 45 - Εισαγωγή στοιχείων αυτοκινητοβιομηχανίας

The screenshot shows the same wizard interface, but now step 2, 'Years', is active. The main content area is titled 'Years of Data:' and contains three input fields for the years 2015, 2017, and 2019. At the bottom left, there is a 'Previous' button, and at the bottom right, there is a 'Next' button.

Εικόνα 46 - Εισαγωγή περιόδων που θέλουμε να αξιολογήσουμε

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Production and Consumption:

Ratio of Recycled Materials in Average Vehicle Production(%). ⓘ

30	35	42
----	----	----

Time of Disassembly on an Average Vehicle(hours). ⓘ

22	27	20
----	----	----

Energy Consumption for the Production of an Average Vehicle(MWh). ⓘ

2.3	2.28	2.1
-----	------	-----

Previous Next

Εικόνα 47 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Production and Consumption:

Co2 emissions for the Production of an Average Vehicle(tonnes). ⓘ

0.7	0.85	0.67
-----	------	------

Material loss in the Production of an Average Vehicle(kg). ⓘ

1	2	1
---	---	---

Water used in the Production of an Average Vehicle(liter). ⓘ

150	145	140
-----	-----	-----

Previous Next

Εικόνα 48 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Production and Consumption:

Number of parts with Remote Information Technologies on Average Vehicle(parts) ⓘ

200	213	300
-----	-----	-----

Ratio of Vehicle Checks(%) ⓘ

70	83	85
----	----	----

Previous Next

Εικόνα 49- Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας παραγωγής και κατανάλωσης

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Waste Management:

Mass Ratio of EOL vehicle waste which will be reused(%) ⓘ

28	34	37
----	----	----

Ratio of EOL Vehicles which will be remanufactured(%) ⓘ

20	25	27
----	----	----

Previous Next

Εικόνα 50 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας διαχείρισης αποβλήτων

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Waste Management:

Mass Ratio of EOL Vehicles which will be recycled(%) ⓘ

45	50	55
----	----	----

Ratio of EOL Vehicles retrieved properly(%) ⓘ

87	84	92
----	----	----

Previous Next

Εικόνα 51 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας διαχείρισης αποβλήτων

1 Industry Details 2 Years 3 Category 1 4 Category 2 5 Category 3 6 Category 4

Secondary Materials:

Ratio of non Virgin Material of an Average Vehicle(%) ⓘ

33	36	45
----	----	----

Mass Ratio of EOL Vehicles that feeds further Industries(%) ⓘ

15	17	20
----	----	----

Previous Next

Εικόνα 52 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας δευτερογενών πρώτων υλών

Competitiveness and Innovation:

Number of Employees working on Jobs which include any Circular Process(employees). ⓘ

200 217 220

Number of Circular Projects(projects). ⓘ

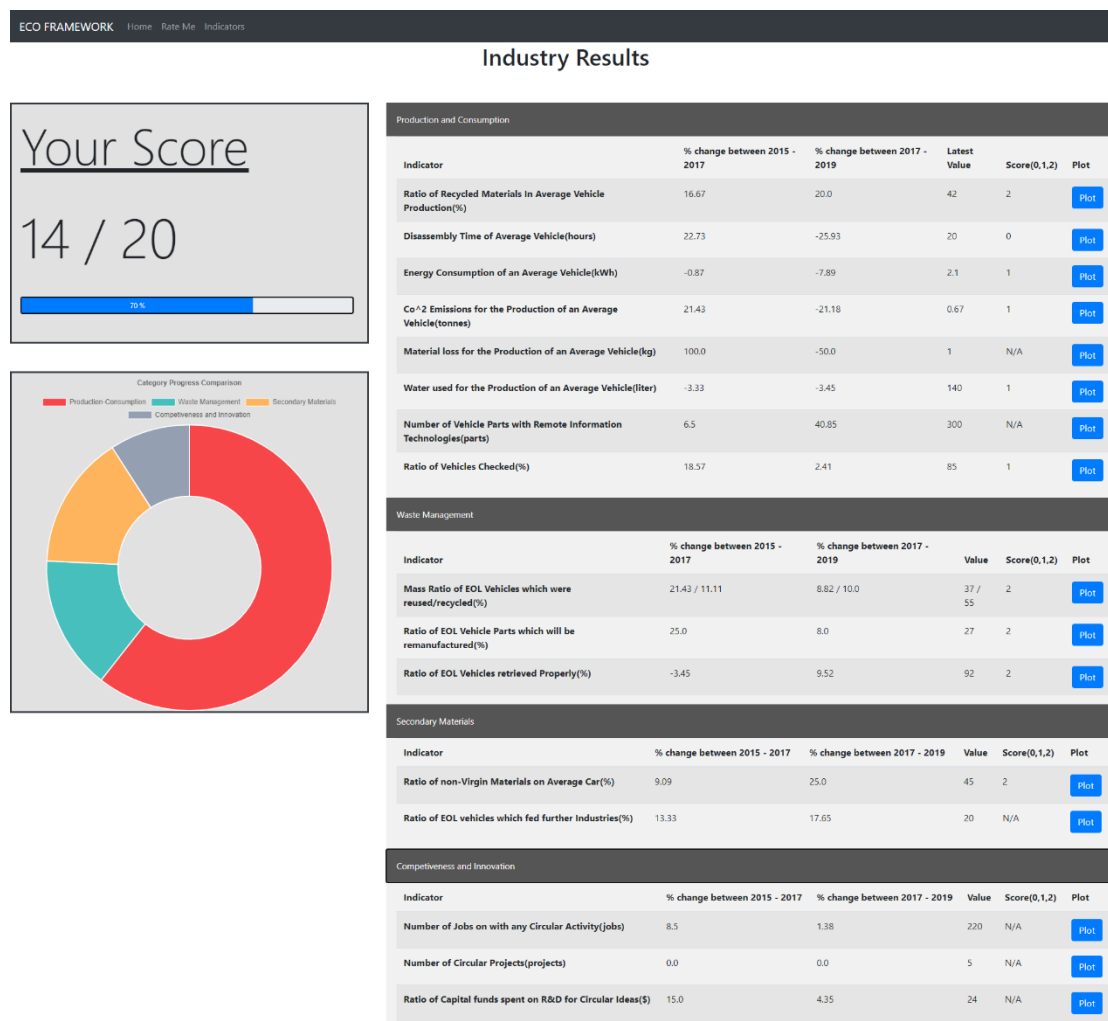
5 5 5

Ratio of Capital funds spent on R&D for Circular Ideas(%). ⓘ

20 23 24

Previous submit

Εικόνα 53 - Εισαγωγή δεδομένων στους δείκτες της κατηγορίας ανταγωνιστικότητας και καινοτομίας



Εικόνα 54 - Αποτελέσματα δεύτερης δοκιμής.

Στην δεύτερη δοκιμή το συνολικό σκορ ήταν 14/20. Σε σύγκριση με την πρώτη δοκιμή παρατηρούμε μία αύξηση 4 μονάδων. Το σκορ αυτό σημαίνει ότι η αυτοκινητοβιομηχανία ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό τα πρότυπα μια κυκλικής οικονομίας, αν και υπάρχουν ακόμα περιθώρια βελτίωσης.

Στην κατηγορία της παραγωγής και κατανάλωσης ο δείκτης με το μεγαλύτερο σκορ (2) ήταν και πάλι το ποσοστό του ανακυκλώσιμου υλικού που υπάρχει σε ένα όχημα. Συνεπώς η αυτοκινητοβιομηχανία έχει ήδη πιάσει τους στόχους της. Εκεί που πρέπει σίγουρα να εστιάσει η αυτοκινητοβιομηχανία είναι στον χρόνο αποσυναρμολόγησης των ELV αφού το σκορ είναι 0. Ο στόχος της αυτοκινητοβιομηχανίας για τον χρόνο αποσυναρμολόγησης έχει τεθεί να είναι από 0-7 ώρες (σκορ 2) και από 7-16 ώρες (σκορ 1), όμως η αυτοκινητοβιομηχανία για το έτος 2019 είχε μέσο χρόνο αποσυναρμολόγησης 20 ώρες πράγμα που σημαίνει ότι απέχει πολύ από τους στόχους που έχουν τεθεί. Οι υπόλοιποι δείκτες αυτής της κατηγορίας παρουσίασαν μείωση στο πέρασμα των τριών ετών και είχαν σκορ 1. Με την περαιτέρω μείωση των τιμών αυτών των δεικτών αλλά και του χρόνου αποσυναρμολόγησης η αυτοκινητοβιομηχανία θα έχει πετύχει όλους τους στόχους της για την κυκλική οικονομία αφού θα έχει συνολικό σκορ 20/20. Επομένως η αυτοκινητοβιομηχανία σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να εστιάσει στην κατηγορία της παραγωγής και κατανάλωσης.

Στην κατηγορία της διαχείρισης αποβλήτων η αυτοκινητοβιομηχανία έχει πετύχει τους στόχους της αφού όλοι οι δείκτες έχουν σκορ 2. Παρ' όλα αυτά είναι καλό τα ποσοστά αυτά να βελτιώνονται συνεχώς.

Στην κατηγορία των δευτερογενών πρώτων υλών η αυτοκινητοβιομηχανία έχει επίσης πετύχει τους στόχους της, συμβάλλοντας στην μετάβαση σε ένα πιο κυκλικό μοντέλο.

Στην κατηγορία του ανταγωνισμού και της καινοτομίας παρατηρούμε μια αύξηση στον αριθμό των θέσεων εργασίας (που σχετίζονται με κυκλικά project) που παρέχει η αυτοκινητοβιομηχανία. Αυτό σημαίνει πως η αυτοκινητοβιομηχανία συνεισφέρει κάθε χρόνο όλο και περισσότερο στο κοινωνικό σύνολο. Τέλος παρατηρούμε μία αύξηση στο ποσό που δαπανάται για έρευνα και ανάπτυξη.

Πρόσβαση στον κώδικα της εφαρμογής μπορούμε να έχουμε με το παρακάτω link:

https://github.com/anthivaios/circular_economy_framework

Την παρουσίαση του εργαλείου κυκλικής οικονομίας μπορούμε να παρακολουθήσουμε στο παρακάτω link:

<https://www.youtube.com/watch?v=VfJkvMZRYR0&feature=youtu.be>

7

Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση και η ανάπτυξη ενός πλαισίου-εργαλείου για την αυτοκινητοβιομηχανία με στόχο την αξιολόγηση της πορείας της προς την κυκλική οικονομία. Αρχικά παρουσιάστηκαν οι έννοιες, οι αρχές, οι πηγές δημιουργίας αξίας, τα πλεονεκτήματα και τα εμπόδια που αφορούν την κυκλική οικονομία ώστε να καταλάβουμε γιατί είναι σημαντική η μετάβαση της αυτοκινητοβιομηχανίας σε μια τέτοια οικονομία. Συμπεράναμε, πως οι αυτοκινητοβιομηχανίες με την εφαρμογή και την υιοθέτηση μοντέλων κυκλικής οικονομίας θα είναι σε θέση να συμβάλει στην οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική ανάπτυξη και ευημερία της παγκόσμιας κοινότητας.

Για τον λόγο αυτό, βασισμένοι στα πλαίσια παρακολούθησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της Κίνας και του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) για την κυκλική οικονομία και ειδικότερα σε αυτό της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εμείς αναπτύξαμε ένα πλαίσιο-εργαλείο παρακολούθησης αποτελούμενο από ένα σύνολο δεικτών (KPIs) για την αξιολόγηση της πορείας της. Το πλαίσιο παρακολούθησης χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες: παραγωγής και κατανάλωσης, διαχείρισης αποβλήτων, δευτερογενών πρώτων υλών και ανταγωνιστικότητας και καινοτομίας. Οι δείκτες του πλαισίου παρακολούθησης είναι στο σύνολο 17.

Αρχικά το εργαλείο μας δίνει την δυνατότητα να εισάγουμε τιμές για τρία έτη. Το πλαίσιο παρακολούθησης ύστερα από εισαγωγή δεδομένων μας δίνει ένα τελικό σκορ, από 0-20, το οποίο μας δείχνει το κατά πόσο υιοθετούνται το πρότυπα της κυκλικής οικονομίας. Για τους δέκα δείκτες του πλαισίου θέσαμε κάποιους στόχους, δηλαδή κάποιες συγκεκριμένες τιμές τις οποίες πρέπει να έχουν αυτοί οι δείκτες. Εάν ο στόχος έχει την τιμή 0 τότε η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει να εξετάσει σοβαρά το θέμα το οποίο αφορά τον συγκεκριμένο δείκτη (π.χ. το ποσοστό ανακυκλώσιμου υλικού που υπάρχει σε ένα όχημα) και να επενδύσει σε έρευνα και ανάπτυξη ώστε να βελτιώσει τις τιμές αυτές. Εάν ο στόχος έχει

την τιμή 1 τότε αυτό σημαίνει πως η αυτοκινητοβιομηχανία έχει μεταβεί σε πιο κυκλικά πρότυπα, όμως υπάρχουν ακόμα μεγάλα περιθώρια βελτίωσης. Εάν ο στόχος έχει την τιμή 2 τότε αυτό σημαίνει πως η αυτοκινητοβιομηχανία ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό τα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας για τον συγκεκριμένο δείκτη. Οι στόχοι που θέσαμε σε κάποιους δείκτες είναι εν μέρει βασισμένοι στην βιβλιογραφία και σε κάποια νομοθετικά πλαίσια θα πρέπει όμως κάθε φορά να ανανεώνονται και να θέτονται εκ νέου από την εκάστοτε αυτοκινητοβιομηχανία.

Για την κατηγορία της παραγωγής και κατανάλωσης οι δείκτες δημιουργήθηκαν με σκοπό να αξιολογήσουν εάν η αυτοκινητοβιομηχανία σχεδιάζει με οικολογικό τρόπο τα προϊόντα της. Οικολογικός σχεδιασμός σημαίνει ότι η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει να παράγει οχήματα τα οποία θα περιέχουν υλικά που είναι εύκολα ανακτήσιμα (δείκτης ποσοστού ανακυκλώσιμου υλικού), διευκολύνουν τους φορείς ανακύκλωσης (δείκτης χρόνου αποσυναρμολόγησης) και καταναλώνουν όλο και λιγότερους πόρους (δείκτες κατανάλωσης ενέργειας και νερού). Επίσης δημιουργεί προϊόντα με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η παρακολούθηση καθ' όλη την διάρκεια της ζωής των οχημάτων (δείκτης αριθμού αισθητήρων, δείκτης αριθμού οχημάτων που ελέγχθηκαν) με σκοπό την συντήρηση και επισκευή. Τέλος κατά τη διάρκεια της παραγωγής είναι σημαντικό να αξιολογούνται τα απόβλητα που παράγονται από την αυτοκινητοβιομηχανία (δείκτης παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, δείκτης απώλειας υλικού).

Για την κατηγορία της διαχείρισης αποβλήτων δημιουργήθηκαν οι δείκτες που αφορούν ένα όχημα όταν αυτό φτάνει στο τέλος της ζωής του. Δημιουργήθηκαν τέσσερις δείκτες (ποσοστό μάζας ενός οχήματος που θα ανακυκλωθεί, ποσοστό μάζας ενός οχήματος που θα επαναχρησιμοποιηθεί, ποσοστό μάζας ενός οχήματος που θα ανακατασκευαστεί και ποσοστό ELVs που ανακτήθηκαν από επίσημους φορείς). Από τους δείκτες αυτούς μπορούμε να συμπεράνουμε το κατά πόσο πολύτιμοι πόροι επανεισάγονται πίσω στην οικονομία. Τέλος συμπεραίνουμε το κατά πόσο έχουν μειωθεί οι αρνητικές επιπτώσεις που δημιουργούν τα οχήματα στο τέλος της ζωής τους στο περιβάλλον.

Για την κατηγορία των δευτερογενών πρώτων υλών μπορούμε να συμπεράνουμε το κατά πόσο συμβάλλει η αυτοκινητοβιομηχανία στην μείωση της εξόρυξης πρώτων υλών και στην εξοικονόμηση σημαντικών οικονομικών ποσών που σχετίζονται με την αγορά πρώτων υλών.

Για την κατηγορία της ανταγωνιστικότητας και καινοτομίας μπορούμε να συμπεράνουμε την συμβολή της αυτοκινητοβιομηχανίας τόσο σε κοινωνικό επίπεδο αφού μπορεί να παρέχει χιλιάδες θέσεις εργασίας, αλλά και σε οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο αφού με τις επενδύσεις σε έρευνα και ανάπτυξη βοηθά την ανάπτυξη της οικονομίας σε παγκόσμιο επίπεδο και εφευρίσκει νέες τεχνολογίες που βοηθούν στην μείωση των επιπτώσεων προς το περιβάλλον.

Συνοψίζοντας, εμείς φτιάξαμε ένα πλαίσιο παρακολούθησης για την αυτοκινητοβιομηχανία το οποίο παρακολουθεί ένα όχημα κατά το στάδιο της παραγωγής του, κατά το στάδιο χρήσης και κατά το στάδιο που το όχημα φτάνει στο τέλος του κύκλου της ζωής του. Το πλαίσιο αυτό είναι ικανό έως ένα βαθμό να αξιολογεί σε όλα τα στάδια το κατά πόσο εφαρμόζονται οι αρχές της κυκλικής οικονομίας.

7.1 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Το εργαλείο που αναπτύξαμε παρακολουθεί το όχημα κατά την φάση παραγωγής του, της χρήσης του και κατά την φάση της απόρριψής του. Στο στάδιο της παραγωγής θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν δείκτες που μετράνε το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και νερού που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενός οχήματος.

Επιπλέον θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν περισσότεροι δείκτες που παρακολουθούν το όχημα στο στάδιο της χρήσης όπως για παράδειγμα το διοξείδιο του άνθρακα που παράγει το όχημα κατά αυτό το στάδιο.

Ακόμα θα μπορούσε να υπάρχει ένας δείκτης που μας δείχνει έναν μέσο όρο χιλιομέτρων που απαιτούνται για να φτάσει ένα όχημα στο τέλος της ζωής του. Με αυτό τον τρόπο θα γνωρίζαμε εάν έχουμε όντως επιμηκύνει το χρόνο ζωής των οχημάτων, μιας και η επιμήκυνση του χρόνου ζωής των προϊόντων είναι από τις βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας.

Επίσης θα μπορούσε να συμπεριληφθεί ένας δείκτης που παρακολουθεί την μείωση του βάρους των οχημάτων στην πάροδο των χρόνων. Με τον δείκτη αυτό θα έβγαιναν κατευθείαν συμπεράσματα για την ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που παράγει ένα όχημα κατά την φάση χρήσης του και για την κατανάλωση καυσίμου, διότι μια μείωση της τιμής αυτού του δείκτη συνεπάγεται μείωση των άλλων δύο. Τα οφέλη που έχει η μείωση του βάρους ενός οχήματος είναι τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά.

Τέλος θα μπορούσαν οι δείκτες που αφορούν την ανακύκλωση να είναι διαφορετικοί για κάθε υλικό και να θέτονταν διαφορετικοί στόχοι, διότι κάθε υλικό έχει διαφορετικές δυνατότητες ανακύκλωσης. Για παράδειγμα το αλουμίνιο έχει υψηλές δυνατότητες ανακύκλωσης και είναι οικονομικά ελκυστικό. Από την άλλη τα μη σιδηρούχα μέταλλα είναι πολύ δύσκολο να ανακυκλωθούν και οικονομικά μη ελκυστικό. Επομένως, με την παρακολούθηση του ποσοστού ανακύκλωσης για κάθε υλικό ξεχωριστά θα μπορούσε να δώσει μια καλύτερη εικόνα στην αυτοκινητοβιομηχανία για το που θα πρέπει να εστιάσουν.

8

Παράρτημα

8.1 Πίνακας 1 Σύστημα δεικτών κυκλικής οικονομίας της

Κίνας σε μακροοικονομικό επίπεδο (macro-level)

Σύστημα δεικτών κυκλικής οικονομίας σε μακροοικονομικό επίπεδο (macro-level) [35].

Ποσοστό παραγωγής πόρων	1.1	Παραγωγή κύριων ορυκτών πόρων
	1.2	Παραγωγή ενέργειας
Ποσοστό κατανάλωσης πόρων	2.1	Ενεργειακή κατανάλωση ανά μονάδα ΑΕΠ
	2.2	Ενεργειακή κατανάλωση ανά προστιθέμενη βιομηχανική αξία
	2.3	Ενεργειακή κατανάλωση ανά μονάδα προϊόντος σε σημαντικούς βιομηχανικούς τομείς
	2.4	Υδροληψίες ανά μονάδα ΑΕΠ
	2.5	Υδροληψία ανά προστιθέμενη βιομηχανική αξία
	2.6	Κατανάλωση νερού ανά μονάδα προϊόντος σε σημαντικούς βιομηχανικούς τομείς
	2.7	Συντελεστής χρησιμοποίησης νερού άρδευσης
Ποσοστό χρήσης πόρων	3.1	Ποσοστό ανακύκλωσης βιομηχανικών στερεών αποβλήτων
	3.2	Αναλογία επαναχρησιμοποίησης βιομηχανικών υδάτων

	3.3	Ποσοστό ανακύκλωσης των ανακτημένων αστικών λυμάτων
	3.4	Ποσοστό ασφαλούς επεξεργασίας εγχώριων στερεών αποβλήτων
	3.5	Ποσοστό ανακύκλωσης απορριμμάτων σιδήρου
	3.6	Ποσοστό ανακύκλωσης μη σιδηρούχων μετάλλων
	3.7	Ποσοστό ανακύκλωσης αποβλήτων χαρτιού
	3.8	Ποσοστό ανακύκλωσης πλαστικών
	3.9	Ποσοστό ανακύκλωσης καουτσούκ
Απόβλητα και εκπομπές ρύπων	4.1	Απόρριψη αποβλήτων και εκπομπές ρύπων
	4.2	Συνολική ποσότητα απορρίψεων βιομηχανικών λυμάτων
	4.3	Συνολικό ποσό εκπομπών SO ₂
	4.4	Συνολική έκκριση COD (chemical oxygen demand)

8.2 Πίνακας 2 Σύστημα αξιολόγησης δεικτών κυκλικής οικονομίας της Κίνας σε βιομηχανικό επίπεδο (*industrial park meso-level*)

Σύστημα αξιολόγησης δεικτών κυκλικής οικονομίας σε βιομηχανικό επίπεδο (*industrial park meso-level*) [35].

1. Ποσοστό παραγωγής πόρων	1.1	Παραγωγή κύριων ορυκτών πόρων
	1.2	Παραγωγή ενέργειας
	1.3	Παραγωγή γης
	1.4	Παραγωγή υδάτινων πόρων
2. Ποσοστό κατανάλωσης	2.1	Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα

πόρων		βιομηχανικής παραγωγικής αξίας
	2.2	Κατανάλωση νερού ανά μονάδα αξίας βιομηχανικής παραγωγής
	2.3	Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα βασικού προϊόντος
	2.4	Κατανάλωση νερού ανά μονάδα βασικού προϊόντος
3. Συνολικό ποσοστό χρήσης πόρων	3.1	Ποσοστό ανακύκλωσης βιομηχανικών στερεών αποβλήτων
	3.2	Αναλογία επαναχρησιμοποίησης βιομηχανικών υδάτων
4. Απόρριψη αποβλήτων και εκπομπές ρύπων	4.1	Συνολική ποσότητα στερεών βιομηχανικών αποβλήτων για τελική απόρριψη
	4.2	Συνολική ποσότητα απορρίψεων βιομηχανικών λυμάτων

8.3 Πίνακας 3 Σύστημα δεικτών κυκλικής οικονομίας της

Κίνας σε μακροοικονομικό επίπεδο (macro-level)

Σύστημα δεικτών κυκλικής οικονομίας σε μακροοικονομικό επίπεδο (macro-level). Δίνεται ο αναλυτικός τύπος κάθε δείκτη, καθώς και η εξήγησή του [35].

Νούμερο	Τύπος υπολογισμού	Εξήγηση
1	Παραγωγή κύριων ορυκτών πόρων = ΑΕΠ/συνολική κατανάλωση κύριων ορυκτών πόρων (Μονάδα: 10.000€/τόνο)	Η υψηλότερη τιμή σημαίνει αποτελεσματικότερη χρήση ορυκτών πόρων. Οι κύριοι τύποι ορυκτών πόρων περιλαμβάνουν

		σίδηρο, χαλκό, μόλυβδο, ψευδάργυρο, κασσίτερο, βολφράμιο, φωσφορικό άλας, πυρίτιο κ.α.
2	Παραγωγή ενέργειας = ΑΕΠ/ Κατανάλωση ενέργειας (Μονάδα: 10.000¥/Τ.Ι.Π.)	Υψηλότερη τιμή αυτού του δείκτη σημαίνει αποτελεσματικότερη χρήση ενέργειας. Οι πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν πετρέλαιο, άνθρακα, φυσικό αέριο, πυρηνική ενέργεια, αιολική ενέργεια και υδροηλεκτρική ενέργεια.
3	Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα ΑΕΠ = Κατανάλωση ενέργειας / ΑΕΠ (Μονάδα: Τ.Ι.Π. /10.000¥)	Η συνολική ενέργεια που καταναλώθηκε ανά 10.000¥ που παράχθηκαν .Χαμηλότερη τιμή αυτού του δείκτη σημαίνει αποτελεσματικότερη κατανάλωση ενέργειας .
4	Ενεργειακή κατανάλωση ανά προστιθέμενη βιομηχανική αξία = Βιομηχανική ενεργειακή κατανάλωση AVI (annual added industrial production value) (Μονάδα: Τ.Ι.Π./10.000¥)	Χαμηλότερη τιμή αυτού του δείκτη σημαίνει αποτελεσματικότερη κατανάλωση ενέργειας .
5	Ενεργειακή κατανάλωση βασικού βιομηχανικού προϊόντος = Ενεργειακή κατανάλωση χάλυβα (χαλκού ,αλουμινίου , τσιμέντου ,λίπασμάτων ,χαρτιού) / παραγωγή χάλυβα (χαλκού ,αλουμινίου , τσιμέντου ,λίπασμάτων ,χαρτιού) (Μονάδα : Τ.Ι.Π./τόνο)	Οι σημαντικοί βιομηχανικοί τομείς περιλαμβάνουν βιομηχανίες εξόρυξης , βιομηχανίες κατασκευής ,βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρική ενέργειας αερίου και εφοδιαστικές βιομηχανίες .Τα βασικά προϊόντα περιλαμβάνουν χάλυβα ή σίδηρο ,αλουμίνιο , χαλκό ,τσιμέντο ,λίπασμα ,χαρτί κ.α. .Χαμηλή τιμή αυτού του δείκτη συνεπάγεται αποτελεσματικότερη κατανάλωση ενέργειας .
6	Υδροληψία ανά μονάδα ΑΕΠ = Συνολική ποσότητα υδροληψίας / ΑΕΠ (Μονάδα: 10.000 m ³ / ¥)	Οι υδροληψίες συμπεριλαμβάνουν όλες τις πηγές γλυκού νερού ,όπως επιφανειακά ύδατα ,νερό εδάφους , ανακυκλωμένα λύματα ,νερό βροχής κ.α. αλλά εξαιρούνται τα χρησιμοποιημένα θαλάσσια ύδατα. Η χαμηλότερη τιμή αυτού του

		δείκτη συνεπάγεται αποτελεσματικότερη κατανάλωση νερού .
7	Υδροληψία ανά προστιθέμενη βιομηχανική αξία = ποσότητα βιομηχανικής υδροληψίας / AVI (Μονάδα: 10.000 m ³ /€)	Υδροληψία σημαίνει κατανάλωση νερού. Η υδροληψία αναφέρεται στην κατανάλωση νερού που γίνεται κατά τη βιομηχανική διαδικασία, όπως στις διαδικασίες κατασκευής, στις διαδικασίες ψύξης, κλιματισμού και καθαρισμού. Η αξία της κατανάλωσης γλυκού νερού δεν περιλαμβάνει ανακυκλωμένα ύδατα. Η χαμηλότερη τιμή αυτού του δείκτη συνεπάγεται αποτελεσματικότερη κατανάλωση νερού .
8	Κατανάλωση νερού βασικού βιομηχανικού προϊόντος = Συνολική ποσότητα κατανάλωσης γλυκού νερού / παραγωγή χάλυβα (χαλκού ,αλουμινίου ,τσιμέντου ,λιπασμάτων, χαρτιού) (Μονάδα : Μονάδα :10 ⁸ m ³ /τόνο)	Αποτελεσματικότητα κατανάλωσης νερού σε βασικούς βιομηχανικούς τομείς .
9	Συντελεστής χρησιμοποίησης νερού άρδευσης =Πραγματική ποσότητα άρδευσης κατανάλωσης νερού /Συνολική ποσότητα νερού άρδευσης	Υψηλότερη τιμή αυτού του δείκτη σημαίνει αποδοτικότερη χρήση νερού στον γεωργικό τομέα .
10	Ποσοστό ανακύκλωσης βιομηχανικών στερεών αποβλήτων = (Ενσωματωμένα βιομηχανικά στερεά απόβλητα αξιοποίησης Q /παραγωγή βιομηχανικών στερεών αποβλήτων) × 100%	Αναλογία της ποσότητας ενσωματωμένων αξιοποιήσιμων βιομηχανικών στερεών αποβλήτων προς τη συνολική ποσότητα παραγωγής βιομηχανικών στερεών αποβλήτων .
11	Λόγος επαναχρησιμοποίησης νερού της βιομηχανίας = (επαναλαμβανόμενη βιομηχανική χρήση νερού Q /βιομηχανική κατανάλωση νερού)×100%	Η βιομηχανική επαναχρησιμοποίηση νερού περιλαμβάνει τόσο την ανακύκλωση επαναχρησιμοποιημένου νερού όσο και την μεταποιημένη επαναχρησιμοποίηση νερού .Η βιομηχανική κατανάλωση νερού

		περιλαμβάνει τόσο την κατανάλωση νερού για βιομηχανικούς σκοπούς όσο και για σκοπούς διαβίωσης .
12	Ποσοστό ανακύκλωσης λυμάτων = (επεξεργασμένα επαναχρησιμοποιημένα λύματα Q /Συνολικά επεξεργασμένα λύματα Q)×100%	Η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων περιλαμβάνει τόσο τα επεξεργασμένα εγχώρια λύματα όσο και τα βιομηχανικά λύματα που πληρούν τις προϋποθέσεις για το εθνικό πρότυπο ανακύκλωσης νερού .Το σύνολο των επεξεργασμένων λυμάτων είναι η ποσότητα λυμάτων που υποβάλλονται σε επεξεργασία στα εργοστάσια επεξεργασίας λυμάτων ,συμπεριλαμβανομένης της φυσικής ,βιολογικής και χημικής επεξεργασίας .
13	Ποσοστό ασφαλούς επεξεργασίας αστικών αποβλήτων = (συνολικό ποσό ασφαλούς επεξεργασίας εγχώριων αποβλήτων /συνολική ποσότητα εγχώριων αποβλήτων που καθαρίζονται)×100%	συνολικό ποσό ασφαλούς επεξεργασίας εγχώριων αποβλήτων προς τη συνολική ποσότητα των εγχώριων αποβλήτων που καθαρίζονται
14	Ποσοστό ανακύκλωσης αποβλήτων σιδήρου = (Ποσότητα ανακυκλωμένων αποβλήτων σιδήρου / συνολική ποσότητα παραγωγής σιδήρου)×100%	Ποσότητα ανακυκλωμένων αποβλήτων σιδήρου προς τη συνολική ποσότητα παραγωγής σιδήρου .
15	Ποσοστό ανακύκλωσης μη-σιδηρούχων μετάλλων = (Συνολική ποσότητα ανακυκλωμένων μη-σιδηρούχων μετάλλων / συνολική παραγωγή μη-σιδηρούχων μετάλλων)×100%	Συνολική ποσότητα ανακυκλωμένων μη-σιδηρούχων μετάλλων προς τη συνολική παραγωγή μη-σιδηρούχων μετάλλων
16	Ποσοστό ανακύκλωσης χαρτιού = (Συνολική ποσότητα ανακυκλωμένου χαρτιού /Συνολική ποσότητα παραγωγής χαρτιού)×100%	Συνολική ποσότητα ανακυκλωμένου χαρτιού προς τη συνολική ποσότητα παραγωγής χαρτιού
17	Ποσοστό ανακύκλωσης πλαστικού = (Συνολική ποσότητα	Συνολική ποσότητα ανακυκλωμένου πλαστικού προς τη

	ανακυκλωμένου πλαστικού / συνολική ποσότητα παραγωγής πλαστικού)×100%	συνολική ποσότητα παραγωγής πλαστικού
18	Ποσοστό ανακύκλωσης καουτσούκ = (Ποσότητα ανακυκλωμένου καουτσούκ /Συνολική ποσότητα παραγόμενου καουτσούκ)×100%	Ποσότητα ανακυκλωμένου καουτσούκ προς τη συνολική ποσότητα παραγόμενου καουτσούκ
19	Συνολική απόρριψη βιομηχανικών στερεών αποβλήτων (Μονάδα: τόνος)	Συνολική απόρριψη βιομηχανικών στερεών αποβλήτων
20	Συνολική απόρριψη βιομηχανικού νερού (Μονάδα : τόνοι)	Συνολική απόρριψη βιομηχανικού νερού
21	Εκπομπές SO ₂ (Μονάδα : kg)	Συνολικές εκπομπές SO ₂
22	Εκπομπές COD (Μονάδα : kg)	Συνολική ποσότητα COD

8.4 Πίνακας 4 Σύστημα αξιολόγησης δεικτών κυκλικής

οικονομίας της Κίνας σε βιομηχανικό επίπεδο (industrial park meso-level)

Σύστημα αξιολόγησης δεικτών κυκλικής οικονομίας σε βιομηχανικό επίπεδο (industrial park meso-level). Δίνεται ο αναλυτικός τύπος κάθε δείκτη, καθώς και η εξήγησή του [35].

Νούμερο	Τύπος υπολογισμού	Εξήγηση
1	Παραγωγή κύριων ορυκτών πόρων = Βιομηχανική παραγωγική αξία / κατανάλωση κύριων ορυκτών πόρων (Μονάδα: 10.000¥ / τόνο)	Κατανάλωση ορυκτών πόρων = παραγωγή κύριων ορυκτών πόρων + εισαγόμενοι πόροι ορυκτών – εξαγόμενοι πόροι ορυκτών
2	Παραγωγή ενέργειας = βιομηχανική παραγωγική αξία / αξία κατανάλωσης ενέργειας (Μονάδα: 10.000¥ /Τ.Ι.Π)	Λόγος κατανάλωσης ενέργειας προς το ΑΕΠ. Οι πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν άνθρακα, πετρέλαιο, πυρηνική, αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια.
3	Παραγωγή γης = βιομηχανική παραγωγική αξία / συνολικό χώρο που καταλαμβάνει το βιομηχανικό πάρκο (Μονάδα: 10.000¥ / m ²)	Η υψηλότερη τιμή αυτού του δείκτη συνεπάγεται αποτελεσματικότερη χρήση γης.

4	Παραγωγή νερού = Βιομηχανική παραγωγική αξία / συνολική ποσότητα υδροληψίας (Μονάδα: 10.000€/ m ³)	Η υψηλότερη τιμή αυτού του δείκτη συνεπάγεται αποτελεσματικότερη χρήση νερού.
5	Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα αξίας βιομηχανικής παραγωγής (Μονάδα: Τ.Ι.Π / 10.000€)	Η χαμηλότερη τιμή αυτού του δείκτη συνεπάγεται αποτελεσματικότερη κατανάλωση ενέργειας.
6	Υδροληψία ανά μονάδα αξίας βιομηχανικής παραγωγής (Μονάδα: 10.000 m ³ /€)	Η χαμηλότερη τιμή αυτού του δείκτη συνεπάγεται αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση νερού.
7	Κατανάλωση ενέργειας του προϊόντος = κατανάλωση ενέργειας / βάρος προϊόντος (Μονάδα: Τ.Ι.Π. / τόνο)	Η χαμηλότερη τιμή αυτού του δείκτη σημαίνει αποτελεσματικότερη χρήση ενέργειας.
8	Κατανάλωση νερού του προϊόντος = κατανάλωση γλυκού νερού / βάρος προϊόντος (Μονάδα: 10 ⁸ m ³ /τόνο)	Η χαμηλότερη τιμή αυτού του δείκτη συνεπάγεται αποτελεσματικότερη χρήση νερού
9	Ποσοστό ανακύκλωσης στερεών βιομηχανικών αποβλήτων = (ποσότητα ανακυκλωμένων στερεών αποβλήτων / συνολική ποσότητα στερεών αποβλήτων)×100%	Ποσοστό ανακυκλωμένου υλικού βιομηχανικών αποβλήτων προς την συνολική ποσότητα παραγόμενων αποβλήτων.
10	Αναλογία επαναχρησιμοποίησης νερού (Συνολική ποσότητα επαναχρησιμοποιημένων λυμάτων / συνολική ποσότητα κατανάλωσης νερού)×100%	Τα επαναχρησιμοποιημένα λύματα περιλαμβάνουν εγχώρια λύματα και βιομηχανικά λύματα που είναι πιστοποιημένα από τα εθνικά πρότυπα ανακύκλωσης.
11	Συνολική ποσότητα αποβλήτων για απόρριψη (Μονάδα: τόνοι)	Συνολική ποσότητα αποβλήτων για τελική απόρριψη.
12	Απόρριψη νερού (Μονάδα: τόνοι)	Συνολική ποσότητα λυμάτων.

8.5 Green growth indicators

Ο κατάλογος των δεικτών διατηρήθηκε ευέλικτος έτσι ώστε οι χώρες να μπορούν να τον προσαρμόσουν στα συγκεκριμένα περιβάλλοντά τους. Εξισορροπεί επίσης την επιθυμία να είναι εξαντλητική και την ανάγκη για απλότητα. Δεν μπορούν να μετρηθούν ποσοτικά όλα τα ζητήματα που έχουν σημασία για την πράσινη ανάπτυξη. Δεν είναι όλοι οι δείκτες που προτείνονται εδώ εξίσου σχετικοί με όλες τις χώρες.

Το σετ, το οποίο έχει αναθεωρηθεί από τα κράτη μέλη, δεν είναι ούτε εξαντλητικό ούτε τελικό. Πράγματι, απαιτεί το πλαίσιο άλλων δεικτών του ΟΟΣΑ για να αποκτήσει το πλήρες νόημά του. Υπό αυτήν την έννοια, οι καθορισμένοι δείκτες είναι ένα σημείο εκκίνησης. Η λίστα μπορεί να τροποποιηθεί καθώς εξελίσσεται η συζήτηση και καθώς διατίθενται νέα δεδομένα.

Ο κατάλογος των δεικτών περιλαμβάνει τους βασικούς και τους δείκτες μεσολάβησης. Κάθε δείκτης συνοδεύεται επίσης από αξιολόγηση της μετρησιμότητας των υποκείμενων δεδομένων[36]:

Type:	M = Main indicators (numbered and in bold), and their components or supplements (numbered)
	P = Proxy indicators (bulleted) when the main indicators are not available
Measurability:	S = Short term, basic data currently available for a majority of OECD countries;
	M = Medium term , basic data partially available, but calling for further

	efforts to improve their quality (consistency, comparability, timeliness) and their geographical coverage (number of countries covered);
	L = Long term , basic data not available for a majority of OECD countries, calling for a sustained data collection and conceptual efforts.

Group/Theme	Proposed indicators	Type	Measurability	Presented here
The socio-economic context and characteristics of growth				
Economic growth, productivity and competitiveness	Economic growth and structure			
	• GDP growth and structure	M	S	x
	• Net disposable income (or net national income)	M	S/M	
	Productivity and trade			
	• Labour productivity	M	S	
	• Multi-factor productivity	M	M	x
	• Trade weighted unit labour costs	M	M	
	• Relative importance of trade: (exports + imports)/GDP	M	S	x examples
Inflation and commodity prices				
• Consumer Price Index	M	S	x	
• Prices of food; crude oil; minerals, ores and metals	M	S	x fuel prices	
Labour market, education and income	Labour markets			
	• Labour force participation	M	S	
	• Unemployment rate	M	S	
	Socio-demographic patterns			
	• Population growth, structure and density	M	S	x
	• Life expectancy: years of healthy life at birth	M	S/M	x DALYs
	• Income inequality: GINI coefficient	M	S/M	
	• Educational attainment: level of and access to education	M	S	
The environmental and resource productivity of the economy				
Carbon & energy	1. CO₂ productivity			

productivity	1.1. Production-based CO₂ productivity	M	S	x
	GDP per unit of energy-related CO ₂ emitted			
	1.2. Demand-based CO₂ productivity	M	S/M	x
	Real income per unit of energy-related CO ₂ embodied in final demand			
	2. Energy productivity			
	2.1. Energy productivity	M	S	x
GDP per unit of TPES				
2.2. Energy intensity by sector	M	S/M	–	
(manufacturing, transport, households, services)				
2.3. Share of renewable energy sources	M	S	x	
in TPES, in electricity production				
Resource productivity	3. Material productivity (non-energy)			
	3.1. Demand-based material productivity	M	M/L	–
	(comprehensive measure; original units in physical terms) Real income per unit of materials embodied in final demand, materials mix			
	3.2. Production-based (domestic) material productivity	P	S/M	x
	GDP per unit of materials consumed, materials mix <ul style="list-style-type: none"> • Biotic materials (food, other biomass) • Abiotic materials (metallic minerals, industrial minerals) 			
3.3. Waste generation intensity and recovery ratios	M	M/L	x municipal waste	
by sector, per unit of GDP or value added, per capita				
3.4. Nutrient flows and balances (N, P)	M	L	–	
• Nutrient balances in	P	S/M	x	

	<p>agriculture (N, P) per agricultural land area and change in agricultural output</p> <p>4. Water productivity</p> <p>Value added per unit of water consumed, by sector</p> <p>(for agriculture: irrigation water per hectare irrigated)</p>	M	M	–
Multifactor productivity	<p>5. Environmentally adjusted multifactor productivity</p> <p>(comprehensive measure; original units in monetary terms)</p>	M	S/M	x
The natural asset base				
Natural resource stocks	<p>6. Index of natural resources</p> <p>Comprehensive measure expressed in monetary terms</p>	M	M	–
Renewable stocks	<p>7. Freshwater resources</p> <p>Available renewable natural resources (groundwater, surface water) and related abstraction rates (national, territorial)</p>	M	S/M	x
	<p>8. Forest resources</p> <p>Area and volume of forests; stock changes over time</p>	M	S/M	x
	<p>9. Fish resources</p> <p>Proportion of fish stocks within safe biological limits (global)</p>	M	S	x
Non-renewable stocks	<p>10. Mineral resources</p> <p>Available (global) stocks or reserves of selected minerals: metallic minerals, industrial minerals, fossil fuels, critical raw materials; and related extraction rates</p>	M	M	–
Biodiversity and ecosystems	<p>11. Land resources</p> <p>Land cover conversions and cover changes from natural state to artificial state</p> <ul style="list-style-type: none"> Land use: state and 	M	M	x example

	changes	P	S	–
	12. Soil resources:	M	M	–
	Degree of topsoil losses on agricultural land, on other land			
	• Agricultural land area affected by water erosion, by class of erosion	P	S/M	–
	13. Wildlife resources (to be further refined)			
	• Trends in farmland or forest bird populations or in breeding bird populations	P	S/M	x example
	• Species threat status, in percentage of species assessed or known	P	S	x
	• Trends in species abundance			
		P	S/M	x
The environmental dimension of quality of life				
Environmental health and risks	14. Environmentally induced health problems and related costs	M	L	–
	(e.g. years of healthy life lost from degraded environmental conditions)			
	• Population exposure to air pollution, and the related health risks and costs	P	S/M	x
	15. Exposure to natural or industrial risks and related economic losses	M	L	–
Environmental services and amenities	16. Access to sewage treatment and drinking water	M	S	
	16.1. Population connected to sewage treatment			x
	(at least secondary, in relation to optimal connection rate)			
	16.2. Population with sustainable access to safe drinking water			
Economic opportunities and policy responses				

Technology and innovation	17. Research and development expenditure of importance to green growth	M	S/M	x
	• Renewable energy sources (% of energy-related R&D)		S	
	• Environmental technology (% of total R&D, by type)		S	
	• All-purpose business R&D (% of total R&D)	M	S	x
	18. Patents of importance to green growth			
	(% of a country's patent families worldwide)			
	• Environment-related and total patents		S	
	• Structure of environment-related patents		S	
	19. Environment-related innovation in all sectors	M	M	–
Environmental goods and services	20. Production of environmental goods and services (EGS)	P	M	x example
	• Gross value added in the EGS sector (% of GDP)			
	• Employment in the EGS sector (% of total employment)			
	• To be complemented with: Environmentally related expenditure (level and structure)	P	M/L	–
International financial flows	21. International financial flows of importance to green growth	M	L	
	% of total flows and % of GNI			
	21.1 Official development assistance		S	x
	21.2 Carbon market financing		S	x
	21.3 Foreign direct investment		M/L	–
Prices and transfers	22. Environmentally related taxation and subsidies	M	S	x
	• Level of environmentally related tax revenue (% of GDP, % of total tax revenues; in relation to labour-related taxes)			
	• Structure of environmentally related taxes (by			

	type of tax base) • Level of environmentally related subsidies 23. Energy pricing (share of taxes in end-use prices) 24. Water pricing and cost recovery (tbd)		S S/M S S/M	x x x –
Regulations and management approaches	25. <i>Indicators to be developed</i>	
Training and skill development	26. <i>Indicators to be developed</i>			

8.6 Πίνακας 6 Πλαίσιο παρακολούθησης της

αυτοκινητοβιομηχανίας για την αξιολόγηση της πορείας

της προς την κυκλική οικονομία.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με το πλαίσιο παρακολούθησης της αυτοκινητοβιομηχανίας για την αξιολόγηση της πορείας της προς την κυκλική οικονομία.

Κατηγορία	Δείκτης	Τύπος	Περιγραφή
Παραγωγή και Κατανάλωση	Ποσοστό ανακυκλώσιμου υλικού	$\text{ΠΑΥ} = (\text{Μάζα ανακυκλώσιμου υλικού} / \text{συνολική μάζα οχήματος}) \times 100\%$	Αυτός ο δείκτης παρουσιάζει το ποσοστό επί τοις εκατό του ανακυκλώσιμου υλικού που υπάρχει σε ένα όχημα. Βασισμένοι στον οικολογικό σχεδιασμό η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει να χρησιμοποιεί υλικά τα οποία όταν το όχημα θα φτάνει στο τέλος της ζωής του θα μπορεί να ανακυκλωθεί
	Χρόνος αποσυναρμολόγησης	Χρόνος αποσυναρμολόγησης (ώρες)	Οι αυτοκινητοβιομηχανίες θα πρέπει να σχεδιάζουν τα οχήματα με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν στο τέλος της ζωής τους να αποσυναρμολογούνται εύκολα. Αυτό μπορεί να διευκολύνει το έργο των φορέων ανακύκλωσης και των

			φορέων που ασχολούνται με ELV. Στόχος είναι ο χρόνος για τον διαχωρισμό των υλικών και των εξαρτημάτων που προορίζονται για ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακατασκευή να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομος διότι μπορούν να εξοικονομηθούν σημαντικά κόστη.
	Μέση κατανάλωση ενέργειας ανά όχημα	$MKE = \frac{\text{Κατανάλωση ενέργειας}}{\text{όχημα}}$ (MWh / όχημα)	Κατά την φάση παραγωγής ενός οχήματος καταναλώνονται μεγάλα ποσά ενέργειας. Η κατασκευή ενός αυτοκινήτου ενδέχεται να καταναλώνει έως και 700kwh/όχημα. Αυτό το ενεργειακό κόστος είναι περίπου το 9-12% του συνολικού κόστους κατασκευής. Μείωση του ενεργειακού κόστους κατά 20% μπορεί να συμβάλει στη μείωση από 2-2,4% του συνολικού κόστους παραγωγής. Η

			μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μέσα από ένα αποδοτικό ενεργειακά παραγωγικό σύστημα.
	Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα	ΠΔΑ = παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα ανά όχημα (Τόνοι / όχημα)	Κατά τη φάση παραγωγής ενός οχήματος παράγονται μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον. Στόχος είναι η μείωση αυτών των ποσοτήτων ώστε να ακολουθούνται τα πρότυπα κυκλικής οικονομίας.
	Απώλειες υλικού ανά όχημα	ΑΥ = απώλειες υλικού / όχημα (κιλά / όχημα)	Κατά τη φάση παραγωγής ενός οχήματος υπάρχουν απώλειες υλικού. Οι απώλειες αυτές θα μπορούσαν να εκτιμηθούν με στόχο την εισαγωγή τους πίσω στο οικονομικό σύστημα, ώστε να μην καταλήξουν ως απόβλητα.
	Κατανάλωση νερού	ΚΝ = Κατανάλωση νερού / όχημα (λίτρα / όχημα)	Για την παραγωγή ενός μόνο οχήματος καταναλώνονται περισσότερο από 150

			<p>λίτρα νερού. Μερικές διαδικασίες στην φάση της παραγωγής κατά την οποία καταναλώνεται μεγάλη ποσότητα νερού περιλαμβάνει την επεξεργασία επιφανειών και την επίστρωση ,θάλαμοι ψεκασμού βαφής ,πλύσιμο ,ψύξη ,συστήματα κλιματισμού ,λέβητες και το κατάστημα χρωμάτων το οποίο καταναλώνει τεράστιες ποσότητες νερού. Στόχος είναι η μείωση της κατανάλωσης νερού ώστε να τηρούνται τα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας</p>
	<p>Τεχνολογίες απομακρυσμένης πληροφορίας</p>	<p>Αριθμός εξαρτημάτων με αισθητήρες</p>	<p>Η τεχνολογία των αισθητήρων παρέχει πολλαπλά οφέλη στην κυκλική οικονομία. Η επιμήκυνση του χρόνου ζωής των εξαρτημάτων είναι ζωτικής σημασίας για μια πιο κυκλική οικονομία. Με την τεχνολογία των αισθητήρων διάφορα</p>

			εξαρτήματα μπορούν να παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο από τις αυτοκινητοβιομηχανίες με σκοπό τη συντήρησή τους και την επισκευή τους ώστε να επιμηκύνουν τον χρόνο ζωής τους. Στόχος είναι η αύξηση των αισθητήρων σε περισσότερα εξαρτήματα του αυτοκινήτου
	Αριθμός οχημάτων που ελέγχθηκαν	Αριθμός οχημάτων που ελέγχθηκαν	Προκειμένου η αυτοκινητοβιομηχανία να ακολουθεί τα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας θα πρέπει κάθε χρόνο να ελέγχει ένα μεγάλο αριθμό οχημάτων με στόχο την επιμήκυνση του χρόνου ζωής τους.
Διαχείριση αποβλήτων	Ποσοστό μάζας του οχήματος που θα ανακυκλωθεί	ΠΜΑ = (συνολική μάζα που προορίζεται για ανακύκλωση / συνολική μάζα του οχήματος) × 100%	Τα οχήματα στο τέλος της ζωής τους περιέχουν πολύτιμα υλικά και εξαρτήματα τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν. Στόχος είναι η συλλογή περισσότερων υλικών που μπορούν να ανακυκλωθούν.
	Ποσοστό μάζας που	ΠΜΕ = (συνολική	Πολλά από τα

	θα επαναχρησιμοποιηθεί	μάζα που προορίζεται για επαναχρησιμοποίηση / συνολική μάζα του οχήματος)×100%	εξαρτήματα ενός οχήματος τα οποία βρίσκονται σε καλή κατάσταση και δεν χρειάζονται επεξεργασία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν είτε στον τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας είτε σε άλλους τομείς. Στόχος είναι η επαναχρησιμοποίηση όλο και περισσότερων εξαρτημάτων
	Ποσοστό μάζας που θα ανακατασκευαστεί	ΠΜΑΝ = (συνολική μάζα που θα ανακατασκευαστεί / συνολική μάζα οχήματος) ×100%	Πολλά μέρη του αυτοκινήτου όπως οι κινητήρες μπορούν να ανακατασκευαστούν ώστε να επιμηκύνουν τον χρόνο ζωής τους. Στόχος είναι η ανάκτηση τους και η εισαγωγή πίσω στην αυτοκινητοβιομηχανία για ανακατασκευή
	Ποσοστό οχημάτων που ανακτήθηκαν	ΠΟΑ = (Ανακτηθέντα οχήματα / Συνολικά εγγεγραμμένα οχήματα) ×100%	Ο δείκτης αυτός μας παρέχει τη δυνατότητα να διαπιστώσουμε πόσα από τα εγγεγραμμένα οχήματα στο τέλος της ζωής του ανακτήθηκαν από τους κατάλληλους φορείς.

Δευτερογενείς πρώτες ύλες	Εισαγωγή δευτερογενών πρώτων υλών στην αυτοκινητοβιομηχανία	$\Delta\Pi\Upsilon A = (\text{μάζα μη}\br/>παρθένου υλικού /συνολική μάζα ενόςοχήματος στο τέλοςτης ζωής του) \times 100\%$	Είναι πολύ σημαντικό να ανακτηθούν πολύτιμα υλικά από ένα όχημα στο τέλος της ζωής του ώστε να τροφοδοτήσουν την αυτοκινητοβιομηχανία και να μην χρειάζεται η αγορά πρώτων υλών εξοικονομώντας χρήματα αλλά και μειώνοντας τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από την εξόρυξη πόρων για την παραγωγή αυτών των υλών αλλά και την παραγωγή αποβλήτων που θα κατέληγαν στην χωματερή
	Εισαγωγή δευτερογενών πρώτων υλών σε άλλες βιομηχανίες	$\Delta\Pi\Upsilon B = (\text{μάζα μη}\br/>παρθένου υλικού /συνολική μάζα ενόςοχήματος στο τέλοςτης ζωής του) \times 100\%$	Υπάρχει η πιθανότητα ένα ποσοστό της μάζας μη παρθένου υλικού που προκύπτει από οχήματα στο τέλος της ζωής τους να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες σε ζήτηση για πρώτες ύλες άλλων βιομηχανιών όπως για παράδειγμα τις βιομηχανίες υφασμάτων.
Ανταγωνισμός και Καινοτομία	Επενδύσεις σε Έρευνα και Ανάπτυξη	ΕΕΑ = (Επενδύσεις σε έρευνα και ανάπτυξη / ΚΠΑ)	Είναι πολύ σημαντικό για την αυτοκινητοβιομηχανία

		×100%	να επενδύει στην Έρευνα και Ανάπτυξη ώστε να παραμένει ανταγωνιστική και να υιοθετεί πρότυπα που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία σχεδιάζοντας προϊόντα τα οποία είναι πιο οικολογικά
	Project για την κυκλική οικονομία	Αριθμός project	Η αυτοκινητοβιομηχανία θα πρέπει κάθε χρόνο να δημιουργεί νέα project που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία, ώστε τα οχήματα που παράγει να συμβαδίζουν με τα πρότυπα της κυκλικής οικονομίας. Επιπλέον, πέρα από την παραγωγή οχημάτων θα μπορούσε να δημιουργήσει project ώστε να συμβάλλει γενικότερα στο περιβάλλον και στην κοινωνία.
	Θέσεις εργασίας	Αριθμός θέσεων εργασίας που σχετίζονται με κυκλικές δραστηριότητες	Η αυτοκινητοβιομηχανία μπορεί να παρέχει ακόμα περισσότερες θέσεις εργασίας σε χιλιάδες ανθρώπους

8.7 Αρχεία Python

Στον παρακάτω πίνακα υπάρχει μια σύντομη περιγραφή για τα αρχεία Python του κώδικα.

Αρχείο	Περιγραφή
Production_consumption.py	Περιέχει την δομή στην οποία αποθηκεύονται τα δεδομένα για την κατηγορία: παραγωγή και κατανάλωση.
Waste_management.py	Περιέχει την δομή στην οποία αποθηκεύονται τα δεδομένα για την κατηγορία: διαχείριση αποβλήτων.
Secondary_materials.py	Περιέχει την δομή στην οποία αποθηκεύονται τα δεδομένα για την κατηγορία: δευτερογενείς ύλες.
Research_development.py	Περιέχει την δομή στην οποία αποθηκεύονται τα δεδομένα για την κατηγορία: ανταγωνιστικότητα και καινοτομία.
Help.py	Το αρχείο αυτό περιέχει κάποιες βοηθητικές συναρτήσεις.
allTogether.py	Το αρχείο αυτό συνδιάζει όλη την πληροφορία σε μία δομή ώστε να μπορεί να προωθηθεί εύκολα στο front-end.
App.py	Το αρχείο αυτό ξεκινά την εφαρμογή και διαχειρίζεται τα αιτήματα του κάθε χρήστη.

Πρόσβαση στον κώδικα της εφαρμογής μπορούμε να έχουμε με το παρακάτω link:

https://github.com/anthivaios/circular_economy_framework

9

Βιβλιογραφία

- [1] Ellen MacArthur Foundation, “Towards the Circular Economy. Issue vol.1.,” 2013.
- [2] “THE WORLD BANK.” <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2017/10/26/commodity-prices-likely-to-rise-further-in-2018-world-bank> (accessed Oct. 08, 2020).
- [3] G. Micheline, R. N. Moraes, R. N. Cunha, J. M. H. Costa, and A. R. Ometto, “From Linear to Circular Economy: PSS Conducting the Transition,” in *Procedia CIRP*, Jan. 2017, vol. 64, pp. 2–6, doi: 10.1016/j.procir.2017.03.012.
- [4] Ellen MacArthur Foundation, “Towards the Circular Economy: Economic Business Rationale for an Accelerated Transition,” 2012.
- [5] M. Braungart, W. McDonough, and A. Bollinger, “Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design,” *J. Clean. Prod.*, vol. 15, no. 13–14, pp. 1337–1348, Sep. 2007, doi: 10.1016/j.jclepro.2006.08.003.
- [6] “Overview - Eurostat.” <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/overview> (accessed Oct. 11, 2020).
- [7] K. Tremblay, D. Lalancette, and D. Roseveare, “ASSESSMENT OF HIGHER EDUCATION LEARNING OUTCOMES AHELO FEASIBILITY STUDY REPORT VOLUME 1 DESIGN AND IMPLEMENTATION,” 2012. Accessed: Oct. 07, 2020. [Online]. Available: www.oecd.org/edu/ahelo.
- [8] “Κυκλική οικονομία – Σύνδεσμος Βιομηχανιών Πλαστικών Ελλάδος.” <https://www.ahpi.gr/kykliki-oikonomia/> (accessed Oct. 10, 2020).
- [9] “Επαναχρησιμοποίηση.” http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=38&Itemid=511&lang=en (accessed Oct. 10, 2020).

- [10] H. C. Fang, S. K. Ong, and A. Y. C. Nee, “Product remanufacturability assessment and implementation based on design features,” in *Procedia CIRP*, Jan. 2015, vol. 26, pp. 571–576, doi: 10.1016/j.procir.2014.07.027.
- [11] Ellen MacArthur Foundation, “Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition,” 2015.
- [12] L. Beaulieu, G. Durne, and M. Arpin, *Circular Economy: A Critical Literature Review of Concepts*, Circular E. 2016.
- [13] Κ. Δ. Μπύρου, “Διερεύνηση των διαδικασιών στο πλαίσιο ανάπτυξης της Κυκλικής Οικονομίας για τις Ελληνικές επιχειρήσεις,” ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, 2019.
- [14] & M. and Company, “The circular economy: Moving from theory to practice,” 2016.
- [15] McKinsey & Company, “RACE 2050 – A VISION FOR THE EUROPEAN AUTOMOTIVE INDUSTRY,” 2019.
- [16] “ACEA - European Automobile Manufacturers’ Association.” <https://www.acea.be/statistics/tag/category/employment-trends> (accessed Oct. 08, 2020).
- [17] “Circular Economy | ACEA - European Automobile Manufacturers’ Association.” <https://www.acea.be/industry-topics/tag/category/circular-economy> (accessed Oct. 09, 2020).
- [18] M.-P. Todor and I. Kiss, “SYSTEMATIC APPROACH ON MATERIALS SELECTION IN THEAUTOMOTIVE INDUSTRY FOR MAKING VEHICLES LIGHTER, SAFER ANDMORE FUEL – EFFICIENT,” 2016.
- [19] T. Gallone and A. Zeni-Guido, “Closed-loop polypropylene, an opportunity for the automotive sector,” *F. Actions Sci. Reports*, 2019.
- [20] 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.
- [21] “Industry 4.0: Intelligent energy data management for sustainable production.” <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0195345EN/industry-4-0:-intelligent-energy-data-management-for-sustainable-production?language=en> (accessed Oct. 09, 2020).
- [22] European Automobile Manufacturers’ Association, “The Automobile Industry Pocket Guide,” 2015.
- [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

- 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] Society of Motor Manufacturers and Traders, “UK AUTOMOTIVE SUSTAINABILITY REPORT,” 2019.
- [26] 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.
- [27] “EUR-Lex - 32000L0053 - EN - EUR-Lex.” <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32000L0053> (accessed Oct. 09, 2020).
- [28] “Toyota Environmental - Maximising recyclability.” <https://www.toyota-europe.com/world-of-toyota/feel/environment/better-earth/recycle> (accessed Oct. 09, 2020).
- [29] *Circular material use rate CALCULATION METHOD 2018 edition*. Publications Office of the European Union, 2018.
- [30] “Indicators - Eurostat.” <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators> (accessed Oct. 10, 2020).
- [31] “Το κλείσιμο του κύκλου – Ένα σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία.” <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614&from=MT> (accessed Oct. 10, 2020).
- [32] “Measuring progress towards circular economy in the European Union – Key indicators for a monitoring framework.” <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/monitoring-framework.pdf> (accessed Oct. 10, 2020).
- [33] “Monitoring framework - Eurostat.” <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators/monitoring-framework> (accessed Oct. 10, 2020).
- [34] “ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ Ένα νέο σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία Για μια πιο καθαρή και πιο ανταγωνιστική Ευρώπη.”
- [35] Y. Geng, J. Fu, J. Sarkis, and B. Xue, “Towards a national circular economy indicator

- system in China: an evaluation and critical analysis,” *J. Clean. Prod.*, 2012.
- [36] OECD, *Green Growth Indicators 2017*. Paris: OECD, 2017.
- [37] “Τι είναι η HTML.” <http://pacific.jour.auth.gr/html/> (accessed Oct. 12, 2020).
- [38] “Εισαγωγή στο CSS | HTML.GR.” <https://html.gr/isagogi-sto-css/> (accessed Oct. 12, 2020).
- [39] “Τι είναι η javascript, λίγα λόγια για την Javascript.” <https://web-mate.gr/ti-einai-i-javascript/> (accessed Oct. 12, 2020).
- [40] “Ξεκινώντας με την jQuery.” <https://gr.pcmag.com/how-to/14300/ksekinontas-ue-ten-jquery> (accessed Oct. 12, 2020).
- [41] “Bootstrap (front-end framework) - Wikipedia.” [https://en.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_\(front-end_framework\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_(front-end_framework)) (accessed Oct. 12, 2020).
- [42] “Data visualization with Chart.js: An introduction | Tobias Ahlin.” <https://tobiasahlin.com/blog/introduction-to-chartjs/> (accessed Oct. 12, 2020).
- [43] “What is Backend Developer? Skills to become a Web Developer.” <https://www.guru99.com/what-is-backend-developer.html> (accessed Oct. 12, 2020).
- [44] “What is Python? Executive Summary | Python.org.” <https://www.python.org/doc/essays/blurb/> (accessed Oct. 12, 2020).
- [45] “Flask (web framework) - Wikipedia.” [https://en.wikipedia.org/wiki/Flask_\(web_framework\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Flask_(web_framework)) (accessed Oct. 12, 2020).
- [46] “Introduction to Flask — Python for you and me 0.4.beta1 documentation.” <https://pymbook.readthedocs.io/en/latest/flask.html> (accessed Oct. 12, 2020).

