

**Κυκλική Οικονομία και Ανακύκλωση
Πρόταση Καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης
μέσω των αλυσίδων Super Market**

Τομέας: Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας
Επίβλεψη: Παναγιώτου Νικόλαος , Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 2023







Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νικόλαο Παναγιώτου καθώς και τον κ. Γεώργιο Παπαδόπουλο αρχικά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν από την πρώτη στιγμή να αναλάβω το συγκεκριμένο θέμα, την υπομονή και το ενδιαφέρον τους καθ' όλη τη διάρκεια της ενασχόλησής μου με αυτό. Η υποστήριξη, η βοήθεια, οι συμβουλές και οι γνώσεις τους αποτέλεσαν το σημαντικότερο κομμάτι στην συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας.



Υπεύθυνη δήλωση για λογοκλοπή και για κλοπή πνευματικής ιδιοκτησίας:

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον οδηγό συγγραφής Διπλωματικών Εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι προϊόν δικής μου εργασίας και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή τη Διπλωματική εργασία είναι του συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ραφαέλα Καλλιόπη Κολιού



Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη.....	8
Abstract.....	9
Συνοτμεύσεις - Αρτικόμεξα.....	10
1.Εισαγωγή.....	11
2. Βασικές έννοιες Κυκλικής Οικονομίας, Διαχείρισης Αποβλήτων και Ανακύκλωσης.....	13
2.1 Ορισμός της κυκλικής οικονομίας.....	13
2.1.1 Το διάγραμμα της πεταλούδας: οπτικοποίηση της κυκλικής οικονομίας.....	14
2.2 Ο ορισμός και τα βασικά ρεύματα αποβλήτων.....	14
2.3 Ανακύκλωση και χωριστή συλλογή αποβλήτων.....	16
2.3.1 Η σημασία της χωριστής συλλογής ανακυκλώσιμων αποβλήτων.....	17
2.3.2 Εφαρμοζόμενοι μέθοδοι χωριστής συλλογής.....	18
2.4 Βασικά στατιστικά στοιχεία για Ευρώπη και Ελλάδα.....	19
2.4.1 Χρήση κυκλικών υλικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση για τα έτη 2010-2020.....	19
2.4.2 Παραγωγή και διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων σε Ελλάδα και Ευρώπη.....	20
2.4.3 Κατά κεφαλήν παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2019 ...	22
2.4.4 Παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας στην Ελλάδα μεταξύ 2010 και 2019.....	23
2.4.5 Ποσοστό ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην Ελλάδα για το 2020.....	24
2.4.6 Ποσοστά ανακύκλωσης συσκευασιών ανά ρεύμα για την Ελλάδα το 2019 και εθνικοί στόχοι για 2025 και 2030.....	25
2.4.7 Υγειονομική ταφή στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019.....	26
2.4.8 Στόχοι ανακύκλωσης για τα αστικά απόβλητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση 2020-2035.....	27
2.4.9 Στόχοι ανακύκλωσης συσκευασιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2025 και το 2035, ανά τύπο συσκευασίας.....	27
2.5 Κράτη μέλη με κίνδυνο να μην επιτύχουν τους στόχους για το 2025.....	28
3. Θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων και την κυκλική οικονομία.....	30
3.1 Ευρωπαϊκή πολιτική για την κυκλική οικονομία και τα απόβλητα.....	30
3.1.1 Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία.....	30
3.1.2 Ευρωπαϊκό Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία.....	30
3.1.3 Οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα και τα απόβλητα συσκευασίας.....	31
3.1.4 Υγειονομική Ταφή.....	32
3.1.5 Η αρχή της Διευρυμένης Ευθύνης του Παραγωγού (ΔΕΠ).....	32



3.1.6 Ιεράρχηση αποβλήτων	32
3.1.7 Μείωση επιπτώσεων στο περιβάλλον από ορισμένα πλαστικά προϊόντα	33
3.2 Εθνική πολιτική για την κυκλική οικονομία και τα απόβλητα	34
3.2.1 Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία	34
3.2.2 Εθνικό Πρόγραμμα Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων	35
3.2.3 Νέο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων	36
3.2.4 Ενσωμάτωση ευρωπαϊκών οδηγιών για τη διαχείριση αποβλήτων	40
4. Δομημένη Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	41
4.1 Μέθοδος έρευνας	41
4.2 Ποιοτική ανάλυση αποτελεσμάτων	44
4.2.1 Κυκλική οικονομία	44
4.2.2 Διαχείριση αποβλήτων και ανακύκλωση	45
4.2.3 Ψηφιοποίηση διαδικασιών διαχείρισης αποβλήτων	46
4.2.4 Συμπεράσματα	47
5. Παραδείγματα εφαρμογών κυκλικής οικονομίας και ανακύκλωσης	49
5.1 Το παράδειγμα της Ολλανδίας	49
5.2 Το έργο PlastiCircle	50
5.3 Το παράδειγμα της Τήλου	52
6. Πρόταση Καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης	55
6.1 Τα προβλήματα στα οποία στοχεύει να δώσει λύσεις το καινοτόμο μοντέλο ανακύκλωσης	55
6.2 Ανάλυση των σταδίων του μοντέλου ανακύκλωσης	56
6.2.1 Ο ρόλος των προμηθευτών	56
6.2.2 Ο ρόλος των σουπερμάρκετ	56
6.2.3 Ο ρόλος της ψηφιοποίησης των προϊόντων και της τεχνολογίας	57
6.2.4 Η σημασία των Barcode και του GS1	57
6.2.5 Η σημασία ύπαρξης κινήτρου για τους καταναλωτές	58
6.2.6 Η σημασία των έξυπνων κάδων ανακύκλωσης	59
6.3 Έξυπνοι κάδοι ανακύκλωσης και προηγμένες τεχνολογίες	60
6.3.1 Παραδείγματα έξυπνων κάδων ανακύκλωσης	60
6.4 Οφέλη από την εφαρμογή του καινοτόμου μοντέλου ανακύκλωσης	63
6.5 Πιθανές δυσκολίες κατά την υλοποίηση του μοντέλου ανακύκλωσης	64
7. Συμπεράσματα	66
8. Κατάλογος Πινάκων	69



9. Κατάλογος Διαγραμμάτων	69
10. Κατάλογος Εικόνων.....	69
11. Βιβλιογραφία	70
12. Παράρτημα	75



Περίληψη

Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και κατά συνέπεια η αύξηση ζήτησης πρώτων υλών, έχει ως αποτέλεσμα την ολοένα και μεγαλύτερη μείωση τους, ενώ ταυτόχρονα οδηγεί στην αδυναμία της Γης να μπορεί να αναπληρώσει την χρήση αυτών των πόρων. Συνεπώς είναι αναπόφευκτη η υιοθέτηση πρακτικών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμια κλίμακα. Λύση στο πρόβλημα της εξάντλησης των πρώτων υλών, καλείται να δώσει η κυκλική οικονομία όπου αφορά μια ριζικά μειωμένη και πιο αποτελεσματική χρήση των υλικών πόρων, με στόχο την διατήρηση της αξίας τους κατά το μεγαλύτερο δυνατό διάστημα. Ταυτόχρονα με τις πρακτικές εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας, ιδιαίτερα σημαντική είναι η πρόληψη και διαχείριση αποβλήτων καθώς και η ανακύκλωση αυτών.

Η παρούσα Διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την αναλυτική παρουσίαση της εικόνας της κυκλικής οικονομίας, της διαχείρισης αποβλήτων και της ανακύκλωσης. Ιδιαίτερα αναλύονται η νομοθεσία, οι πρακτικές, οι στόχοι και η υφιστάμενη κατάσταση τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο ενώ απώτερος στόχος είναι η διαπίστωση των απογοητευτικών επιδόσεων της Ελλάδας σε αυτούς τους τομείς, η ανάγκη για άμεση δράση και η αναγνώριση των παραγόντων που επηρεάζουν τους τομείς αυτούς με αρνητικό τρόπο. Τέλος για την προσπάθεια αντιμετώπισης αυτών των εμποδίων στον τομέα της ανακύκλωσης προτείνεται ένα καινοτόμο μοντέλο, το οποίο θα ενσωματώνει προηγμένες τεχνολογίες και συστήματα, με στόχο την βέλτιστη διαχείριση αποβλήτων, την αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης, την διευκόλυνση των ίδιων των καταναλωτών και την πρόσβαση σε χρήσιμα δεδομένα άμεσα, έγκυρα και σε πραγματικό χρόνο από τους αρμόδιους φορείς με δυνατότητα να τα αξιοποιήσουν για την λήψη αποφάσεων.

Λέξεις Κλειδιά

Κυκλική Οικονομία, Ανακύκλωση, Διαχείριση Αποβλήτων, Καινοτόμο Μοντέλο Ανακύκλωσης, Ψηφιοποίηση της διαδικασίας Ανακύκλωσης.



Abstract

The increase in the global population and, consequently, the rise in demand for raw materials result in a continuous depletion of resources and an inability of the Earth to replenish them. Therefore, the adoption of practices to address climate change on a global scale is inevitable. A solution to the problem of resource depletion is the implementation of a circular economy, which serves as an economic model aimed at preserving the value of products for as long as possible. Simultaneously, along with the practical application of the circular economy, waste prevention, waste management, and recycling are of paramount importance.

This thesis aims to provide a comprehensive overview of the circular economy, waste management, and recycling. It specifically analyzes legislation, practices, goals, and the current state of affairs at both the European and national levels. The ultimate goal is to identify the disappointing performances in these areas in Greece, the need for immediate action, and the recognition of factors influencing these sectors. Lastly, in an effort to address these obstacles in the recycling sector, an innovative model is proposed, incorporating advanced technologies and systems to optimize waste management, increase recycling rates, facilitate consumer involvement, and provide access to useful data in a timely, accurate, and real-time manner from relevant authorities.

Keywords

Circular Economy, Recycling, Waste Management, Innovative Recycling Model, Digitization of the Recycling process.

**Συντομεύσεις - Αρτικόλεξα**

EMF	Ellen MacArthur Foundation
ΚΟ	Κυκλική Οικονομία
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
CMU	Circular Material Use
3R	Reduce Reuse Recycle
ΕΟΚ	Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα
ΑΣΑ	Αστικών Στερεών Αποβλήτων
ΑΥ	Ανακυκλώσιμα Υλικά
ΑΣ	Απορρίμματα Συσκευασίας
ΠΜΧ	Πλαστικά Μιας Χρήσης
ΠΣ	Πλαστικές Σακούλες
ΕΣΔΑ	Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
ΠΕΣΔΑ	Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
ΣΑ	Στερεά Απόβλητα
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
ΧΥΤΥ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων
ΧΥΤΕΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Επικίνδυνων Αποβλήτων
ΑΕΚΚ	Αποβλήτων από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις
ΟΤΚΖ	Οχήματα Τέλους Κύκλου Ζωής
ΕΕΣΔΑ	Ειδικά Εθνικά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων
ΜΕΑ	Μονάδες Επεξεργασίας Απορριμμάτων
ΜΕΒΑ	Μονάδες Επεξεργασίας Βιοαποβλήτων
ΜΑΑ	Μονάδες Ανάκτησης, Ανακύκλωσης
ΚΔΑΥ	Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών
ΔσΠ	Διαλογή στην Πηγή
ΒΕΑΣ	Βιομηχανικά και Εμπορικά Απόβλητα Συσκευασίας
ΦΟΣΔΑ	Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΕΟΑΝ	Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης
ΗΗΕ	Ηλεκτρικού Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού
ΥΠΕΝ	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
ΔΕΠ	Διευρυμένη Ευθύνη του Παραγωγού
ΕΡΑ	Environmental Protection Agency
ΠΣ	Πράσινα Σημεία
IoT	Internet of Things
AI	Artificial Intelligence
GPS	Global Positioning System
RFID	Radio Frequency IDentification
3Κ	Κέντρο Κυκλικής Καινοτομίας
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση



1.Εισαγωγή

Σήμερα, ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται απότομα, γεγονός που έχει μεγάλο αντίκτυπο στο περιβάλλον. Προκειμένου να προστατευθεί το περιβάλλον, να εξασφαλιστούν αξιοπρεπείς συνθήκες ζωής και εργασίας, καθώς και επαρκείς πόροι και βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια, πολλές ανεπτυγμένες χώρες έχουν περάσει από το γραμμικό στο κυκλικό μοντέλο οικονομίας. (Melnyk et al., 2021). Επιπλέον ο πληθυσμός, η οικονομία, η καταναλωτική κουλτούρα και η βιομηχανική ανάπτυξη έχουν οδηγήσει σε μη βιώσιμη παραγωγή αποβλήτων. Τα απόβλητα είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων ή φυσικών διεργασιών τα οποία έχουν αρνητική οικονομική αξία λόγω της υψηλού κόστους διαδικασίας συλλογής, επεξεργασίας και απόρριψης (Permana & Raharjo, 2023).

Η υγιεινή διάθεση των αποβλήτων είναι απαραίτητη ενώ οι σημερινές πρακτικές διαχείρισης τους στις ανεπτυγμένες χώρες είναι λανθασμένες και μη βιώσιμες, καθώς μεγάλη ποσότητα στερεών αποβλήτων καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η προσέγγιση προς την κατεύθυνση της πρόληψης, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης αποβλήτων, θα αποτελέσουν σημαντικά μέτρα για τη βιώσιμη διαχείριση των στερεών αποβλήτων και στρατηγικές για την καθιέρωση της κυκλικής οικονομίας (Awasthi et al., 2019). Επιπρόσθετα αυτή η διαδικασία μετάβασης πρέπει να εξελιχθεί μέσω βιώσιμων λύσεων και καινοτόμων πρωτοβουλιών που αυξάνουν την ευαισθητοποίηση και την εκπαίδευση των τελικών χρηστών, των οποίων η συμμετοχή αποτελεί βασικό παράγοντα στην προσπάθεια αυτής της μετάβασης (Farooq et al., 2022).

Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας απαιτεί αλλαγές στα επιχειρηματικά μοντέλα και την κοινωνία ενώ ταυτόχρονα η δημιουργία νέων τεχνολογικών λύσεων με βάση την τεχνολογία της πληροφορίας και της επικοινωνίας (Information and Communications Technology) φαίνεται να είναι ένας πολλά υποσχόμενος παράγοντας διευκόλυνσης για την εισαγωγή της στον επιχειρηματικό τομέα. Η σύνδεση μεταξύ της κυκλικής οικονομίας και της Industry 4.0 δίνουν τη δυνατότητα βελτίωσης των υφιστάμενων διαδικασιών και πιο συγκεκριμένα διευκολύνεται η διαδικασία διαχείρισης αποβλήτων και ανακύκλωσης καθώς και η διασύνδεση όλων των παραγόντων που εμπλέκονται σε όλα τα επιμέρους στάδια (Cwiklicki & Wojnarowska, 2020).

Το κλειδί για μια πραγματικά κυκλική οικονομία είναι η ικανότητα επανασύλληψης υλικών μετά το σημείο κατανάλωσης και επαναφοράς τους στο οικοσύστημα προμήθειας και παραγωγής. Αυτό το είδος της ανακύκλωσης σε κλίμακα είναι το μονοπάτι για το κλείσιμο του βρόχου στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού. Η διαχείριση των απορριμμάτων και η αποτελεσματική διαλογή τους παίζουν σημαντικό ρόλο για την οικολογικά βιώσιμη ανάπτυξη παγκοσμίως. Είναι απαραίτητο για την κοινωνία, να μειώσει τη συσσώρευση αποβλήτων μέσω της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης των απορριπτόμενων προϊόντων (Costa et al., 2018).

Έχοντας λοιπόν μελετήσει τη βιβλιογραφία και εστιάζοντας στους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ορθή εκτέλεση της διαδικασίας διαχείρισης αποβλήτων και ανακύκλωσης με στόχο την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας, στόχος είναι η διπλωματική αυτή εργασία να προτείνει μια καινοτόμα ιδέα ενός μοντέλου ανακύκλωσης, με επίκεντρο τόσο την αξιοποίηση των συστημάτων τεχνολογίας και πληροφοριών όσο και τους καταναλωτές και παραγωγούς αποβλήτων. Επομένως το μοντέλο αυτό ανακύκλωσης το οποίο προτείνεται, μπορεί να συνεισφέρει στη διευκόλυνση και στην



αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης και στην επίτευξη ορισμένων στόχων που τίθενται για τη χώρα μας, βελτιώνοντας έτσι την κατάταξή της μεταξύ των άλλων χωρών.

Στο 2^ο κεφάλαιο δίνονται κάποιοι ορισμοί ώστε να γίνει μια εισαγωγή σε βασικές έννοιες όπως η κυκλική οικονομία, η ανακύκλωση και τα απόβλητα και ταυτόχρονα παρατίθενται ορισμένα βασικά στατιστικά στοιχεία τόσο για Ευρωπαϊκές χώρες και την Ευρώπη συνολικά όσο και για την Ελλάδα, ώστε να αποτυπωθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα των επιδόσεων σχετικά με τους τομείς που ήδη αναφέρθηκαν.

Στο 3^ο κεφάλαιο δίνονται κάποια βασικά σημεία του ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου για την κυκλική οικονομία και τη διαχείριση αποβλήτων. Επιπλέον αναλύεται το εθνικό θεσμικό πλαίσιο το οποίο είναι πλήρως εναρμονισμένο με το ευρωπαϊκό και δίνεται πιο αναλυτική παρουσίαση του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ).

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η δομημένη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε στη βάση δεδομένων Scopus. Αναλύονται οι λέξεις κλειδιά, τα αποτελέσματα των βιβλιογραφικών πηγών και η τακτική που χρησιμοποιήθηκε για την καλύτερη οργάνωση τους και παρουσιάζεται η ποιοτική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται το παράδειγμα της Ολλανδίας όπου αναλύονται ορισμένα στοιχεία σχετικά με τη διαχείριση αποβλήτων και την κυκλική οικονομία. Στη συνέχεια αναλύεται το έργο PlastiCircle το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα Horizon 2020 της ΕΕ και παρουσιάζει ένα εναλλακτικό και καινοτόμο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων και τέλος αναλύεται το παράδειγμα της Τήλου όπου παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία που εφαρμόζεται ώστε να είναι το πρώτο νησί μηδενικών αποβλήτων παγκοσμίως.

Στο 6^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η θεωρητική προσέγγιση της πρότασης ενός καινοτόμου μοντέλου ανακύκλωσης μέσω των αλυσίδων σουπερμάρκετ, η οποία αναπτύχθηκε με στόχο την λύση βασικών προβλημάτων που αντιμετωπίζονται σύμφωνα με τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε και με στόχο της χρήση συστημάτων προηγμένης τεχνολογίας.

Στο 7^ο κεφάλαιο δίνεται μια αναλυτική παρουσίαση σχετικά με τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε κατά τη σύνταξη της διπλωματικής εργασίας σχετικά με τους τομείς της κυκλικής οικονομίας, της διαχείρισης αποβλήτων και της ανακύκλωσης καθώς και η σημασία της ψηφιοποίησης και των προηγμένων τεχνολογιών στους τομείς αυτούς.

Τέλος στα επόμενα κεφάλαια υπάρχουν οι κατάλογοι πινάκων, διαγραμμάτων και εικόνων που εμπεριέχονται στην εργασία καθώς και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε. Συμπληρωματικό κομμάτι αποτελεί το Παράρτημα στο οποίο περιλαμβάνονται αναλυτικά, τα αποτελέσματα των βιβλιογραφικών πηγών και προσδιορίζεται το θέμα το οποίο αναλύει η καθεμία από αυτές.

2. Βασικές έννοιες Κυκλικής Οικονομίας, Διαχείρισης Αποβλήτων και Ανακύκλωσης

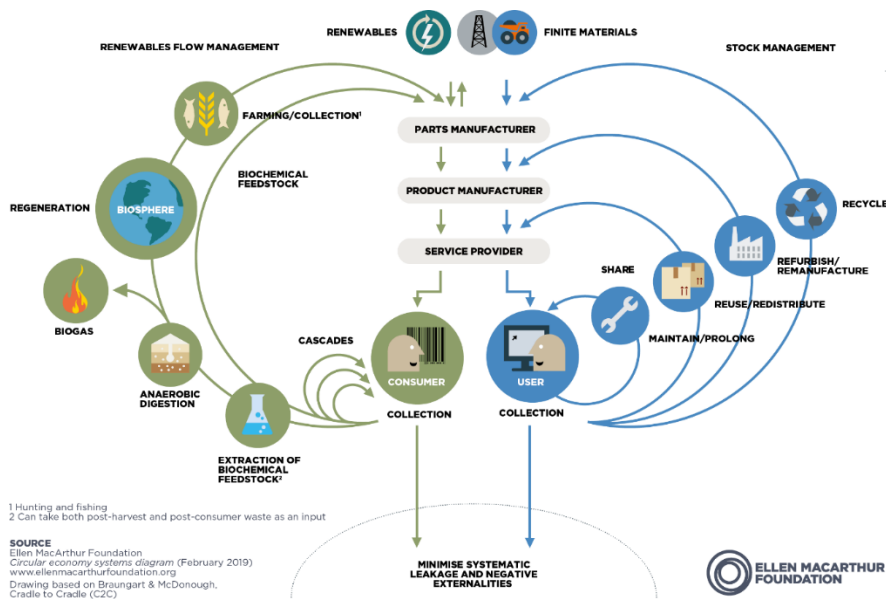
2.1 Ορισμός της κυκλικής οικονομίας

Το σημερινό κυρίαρχο γραμμικό μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης γνωστό ως “παραγωγή-κατανάλωση-αποβολή” (take, make and dispose) αποτελεί σημαντική απειλή για τη βιωσιμότητα των οικονομιών και των φυσικών οικοσυστημάτων, τα οποία με τη σειρά τους έχουν ζωτική σημασία για την ανθρωπότητα στο σύνολό της. Η κυκλική οικονομία έρχεται ως εναλλακτική στο γραμμικό αυτό μοντέλο οικονομίας (Demestichas & Daskalakis, 2020).

Αρχικά είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τη βιβλιογραφία δίνονται διάφοροι ορισμοί για την Κυκλική Οικονομία όπου παρακάτω αναλύονται οι πιο συχνά αναφερόμενοι και οι οποίοι σημειώνουν μικρές διαφορές. Έπειτα από ανάλυση της βιβλιογραφίας, η Κυκλική Οικονομία ορίζεται με αναφορά στις αρχές και τα κύρια χαρακτηριστικά της. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τους (de Oliveira & Soares, 2017) η Κυκλική Οικονομία βασίζεται στις αρχές της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της ανακατασκευής (reuse, recycling and remanufacturing). Αξιοσημείωτη είναι και η αναφορά του Tseng (Tseng et al., 2018) στα 3R, δηλαδή, μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση (reduce, reuse, recycling) καθώς και η αναφορά των (Yadav et al., 2020) στα 6Rs, δηλαδή ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, μείωση, απόρριψη, αναθεώρηση και επισκευή (recycle, reuse, reduce, refuse, rethink and repair). Επιπρόσθετα αξίζει να σημειωθεί η περιγραφή της Κυκλικής Οικονομίας από τους (Yang et al., 2018) όπου την περιγράφουν γενικότερα ως παραγωγή προϊόντων έτοιμα για επαναφορά και επαναπαραγωγή αφού πρώτα έχουν σχεδιαστεί με στόχο τη διατήρηση της αξίας τους. Στη συνέχεια σύμφωνα με τους (Garcia-Muñña et al., 2018) ορίζουν εν συντομία τη Κυκλική Οικονομία ως «την οικονομία ικανή να αναπαραχθεί από μόνη της».

Στην παράγραφο αυτή παρατίθενται οι πιο συχνά αναφερόμενοι ορισμοί στη βιβλιογραφία από δύο διαφορετικές πηγές. Σύμφωνα με το Ίδρυμα Ellen MacArthur "Η κυκλική οικονομία είναι ένα βιομηχανικό σύστημα που είναι αποκαταστατικό ή αναγεννητικό εκ προθέσεως και σχεδιασμού" (Ellen MacArthur Foundation, 2012). Ο επόμενος πιο συχνά αναφερόμενος ορισμός δίνεται από τους (Geissdoerfer et al., 2017). Σύμφωνα με αυτούς, η κυκλική οικονομία είναι "ένα αναγεννητικό σύστημα στο οποίο ελαχιστοποιούνται οι εισροές πόρων και αποβλήτων, οι εκπομπές και η ενεργειακή διαρροή μέσω της επιβράδυνσης, του κλεισίματος και του περιορισμού των υλικών και ενεργειακών βρόχων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω του μακροχρόνιου σχεδιασμού, της συντήρησης, της επισκευής, της επαναχρησιμοποίησης, της ανακατασκευής, της ανακαίνισης και της ανακύκλωσης" (Geissdoerfer et al., 2017). Μια άλλη εξήγηση της κυκλικής οικονομίας που παρέχεται από το Ίδρυμα Ellen McArthur συμπληρώνεται από μια νεότερη έκθεση με τον ίδιο τίτλο με τον προηγούμενο όπου αναφέρονται τα εξής "Η έννοια χαρακτηρίζεται, περισσότερο παρά ορίζεται, ως μια οικονομία που είναι αποκαταστατική και αναγεννητική από το σχεδιασμό της και στοχεύει να διατηρεί τα προϊόντα, τα εξαρτήματα και τα υλικά στην υψηλότερη χρησιμότητα και αξία τους ανά πάσα στιγμή, κάνοντας διαχωρισμό μεταξύ τεχνικών και βιολογικών κύκλων" (Ellen MacArthur Foundation, 2015)

2.1.1 Το διάγραμμα της πεταλούδας: οπτικοποίηση της κυκλικής οικονομίας



Εικόνα 1. Το διάγραμμα της πεταλούδας: οπτικοποίηση της κυκλικής οικονομίας.

Πηγή: Ellen MacArthur Foundation, 2019

Το διάγραμμα του συστήματος της κυκλικής οικονομίας από το Ίδρυμα Ellen MacArthur Foundation (EMF), το οποίο παρουσιάζεται στην **Εικόνα 1**, γνωστό ως διάγραμμα πεταλούδας (Circular economy butterfly diagram) και στο οποίο απεικονίζεται η συνεχής ροή των υλικών σε μια κυκλική οικονομία. Υπάρχουν δύο κύριοι κύκλοι - ο τεχνικός κύκλος (στη δεξιά πλευρά του διαγράμματος) και ο βιολογικός κύκλος (στην αριστερή πλευρά του διαγράμματος). Στον τεχνικό κύκλο, τα προϊόντα και τα υλικά διατηρούνται σε κυκλοφορία μέσω διαδικασιών όπως η επαναχρησιμοποίηση, η επισκευή, η ανακατασκευή και η ανακύκλωση ενώ στον βιολογικό κύκλο, τα θρεπτικά συστατικά από βιοδιασπώμενα υλικά επιστρέφουν στη γη για την αναγέννηση της φύσης (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

2.2 Ο ορισμός και τα βασικά ρεύματα αποβλήτων

Σύμφωνα με το ορισμό του αποβλήτου στο άρθρο 11 του Ν. 4042/2012, ως απόβλητο ορίζεται «κάθε ουσία ή αντικείμενο, το οποίο ο κάτοχος του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει» (Αποστολία Δ. Κρεμαλή, 2021).

Παρακάτω παρατίθενται πιο αναλυτικά στοιχεία για τα Αστικά Στερεά Απόβλητα, ρεύμα που υπάγεται στην κατηγορία των Αποβλήτων Αστικού Τύπου και πιο συγκεκριμένα στα Ανακυκλώσιμα Υλικά (ΑΥ), στα Απόβλητα Συσκευασίας (ΑΣ), στα Πλαστικά μιας Χρήσης (ΠΜΧ) και στις Πλαστικές Σακούλες Μεταφοράς (ΠΣΜ).



- **Αστικά Στερεά Απόβλητα**

Σύμφωνα με τον ορισμό όπως Οδηγίας (ΕΕ) 2018/851, τα ΑΣΑ περιλαμβάνουν: “α) τα ανάμεικτα απόβλητα και τα απόβλητα που συλλέγονται χωριστά από τα νοικοκυριά, μεταξύ άλλων χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά, βιολογικά απόβλητα, ξύλο, προϊόντα κλωστοϋφαντουργίας, απόβλητα συσκευασίας, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, και ογκώδη απόβλητα, συμπεριλαμβανομένων στρωμάτων και επίπλων. Β) τα ανάμεικτα απόβλητα και τα απόβλητα που συλλέγονται χωριστά από άλλες πηγές, όταν είναι παρόμοια ως όπως τη φύση και τη σύνθεση με τα οικιακά απόβλητα. Στα αστικά απόβλητα δεν περιλαμβάνονται απόβλητα παραγωγής, γεωργίας, δασοκομίας, αλιείας, σπητικών δεξαμενών και απόβλητα από δίκτυα αποχέτευσης και επεξεργασίας αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της ιλύος καθαρισμού λυμάτων, οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής όπως ή απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις.”(Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2018).

- **Απόβλητα Συσκευασίας (ΑΣ) ή Υλικά Συσκευασίας**

Κάθε συσκευασία ή υλικό συσκευασίας που καλύπτεται από τον ορισμό των αποβλήτων του άρθρου 3 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ περιλαμβάνεται στα Απόβλητα Συσκευασίας, με εξαίρεση τα κατάλοιπα παραγωγής. Στα απόβλητα συσκευασίας των ΑΣΑ περιλαμβάνονται και τα βιομηχανικά και εμπορικά απόβλητα συσκευασίας (ΒΕΑΣ)(Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2020).

- **Ανακυκλώσιμα Υλικά(ΑΥ)**

Τα Ανακυκλώσιμα Υλικά (ΑΥ) συνίστανται από τα άλλα τέσσερα κύρια υποπευρέματα, το χαρτί, το πλαστικό, το γυαλί και το μέταλλο. Αυτά, συνίστανται τόσο από τα οικιακού τύπου και τα παρεμφερή με αυτά, όσο και του εμποροβιομηχανικού τύπου (ΒΕΑΣ). Το μεγαλύτερο μέρος των Ανακυκλώσιμων Υλικών οικιακού και παρεμφερούς τύπου συλλέγονται από κοινού και απορρίπτονται στους μπλε κάδους. Όμως στους μπλε κάδους προορίζεται να συλλέγονται τα υλικά συσκευασίας και όχι το σύνολο των ανακυκλώσιμων υλικών. Συνεπώς θα πρέπει η χωριστή συλλογή να εφαρμοστεί και στα ΑΥ τα οποία δεν αποτελούν Απόβλητα Συσκευασίας, όπως πλαστικά παιχνίδια, έντυπο χαρτί, υαλοπίνακες, μεταλλικά εξαρτήματα και σκεύη, και πρέπει να δοθούν οι ανάλογοι πόροι ώστε να καταστεί αυτό εφικτό (Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2020).

- **Πλαστικά Μίας Χρήσης (ΠΜΧ)**

Τα ΠΜΧ εισήχθησαν πρόσφατα με την Οδηγία 2019/904/ΕΕ και προς το παρόν δεν υπάρχουν στοιχεία για την ποσότητά τους. Σύμφωνα με την Οδηγία (ΕΕ) 2019/904 “ως Πλαστικό προϊόν Μίας Χρήσης ορίζεται το προϊόν που κατασκευάζεται εξολοκλήρου ή εν μέρει από πλαστική ύλη και το οποίο δεν έχει μελετηθεί, σχεδιαστεί ή διατεθεί στην αγορά προκειμένου να εκπληρώσει κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του πολλαπλές διαδρομές ή επιστροφές, με επιστροφή στον παραγωγό για επαναπλήρωση ή επαναχρησιμοποίηση για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε.”(Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2020).



ο **Πλαστικές Σακούλες Μεταφοράς (ΠΣΜ) :**

Σύμφωνα με το άρθρο 2 της ΚΥΑ 180036/952/2017 (ΦΕΚ 2812/Β/10-8-2017), όπως ορίζεται στο άρθρο 1, παρ.1 της Οδηγίας 2015/720/ΕΕ, με τον όρο πλαστική σακούλα μεταφοράς, αναφερόμαστε στον ευρύτερο όρο της συσκευασίας όπως ορίζεται στην παρ. 1 (περ. γ) του άρθρου 77 του Ν. 4819/2021 και ο οποίος πιο συγκεκριμένα περιλαμβάνει τις παρακάτω κατηγορίες και οι οποίες αναφέρονται συνοπτικά. Ως “πλαστικές σακούλες μεταφοράς” ορίζονται εκείνες οι οποίες είναι κατασκευασμένες από πλαστικό και είναι διαθέσιμες στους καταναλωτές στο σημείο πώλησης εμπορευμάτων ή προϊόντων. Πιο συγκεκριμένα ορίζονται οι “λεπτές πλαστικές σακούλες μεταφοράς” και οι “πολύ λεπτές πλαστικές σακούλες μεταφοράς”, ανάλογα με το πάχος τους και οι οποίες παρέχονται για λόγους υγιεινής ή ως πρωτογενής συσκευασίες χύδην τροφίμων και χρησιμοποιούνται για να αποφεύγεται η σπατάλη τροφίμων. Επιπρόσθετα υπάρχουν οι “οξο-διασπώμενες πλαστικές σακούλες μεταφοράς” οι οποίες κατασκευάζονται από πλαστικό με πρόσθετα, οι “επαναχρησιμοποιήσιμες σακούλες ή τσάντες μεταφοράς” οι οποίες κατασκευάζονται από οποιοδήποτε υλικό με στόχο να επαναχρησιμοποιούνται και τέλος οι “βιοαποδομήσιμες (ή βιοαποικοδομήσιμες)/λιπασματοποιήσιμες πλαστικές σακούλες μεταφοράς” οι οποίες υπόκεινται σε ανακύκλωση μέσω βιοαποδόμησης ή λιπασματοποίησης (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2022).

ο **Εναλλακτική Διαχείριση Αποβλήτων**

Σύμφωνα με το δεύτερο άρθρο του Ν. 2939/2001, «η εναλλακτική διαχείριση περιλαμβάνει τις εργασίες συλλογής, στις οποίες περιλαμβάνεται και η εγγυοδοσία, καθώς και τις εργασίες μεταφοράς, μεταφόρτωσης, αποθήκευσης, προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωσης και κάθε άλλο είδος ανάκτησης των χρησιμοποιημένων συσκευασιών πολλαπλής χρήσης ή των αποβλήτων συγκεκριμένων άλλων προϊόντων». Ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ) έχει τον ρόλο της επίβλεψης των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης τα οποία διαχειρίζονται τα περισσότερα ρεύματα αστικών αποβλήτων. Στα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης συμμετέχουν υποχρεωτικά όλοι οι παραγωγοί που διακινούν προϊόντα οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για το κόστος διαχείρισης των προϊόντων τους μετά το πέρας του κύκλου ζωής τους, όπως ορίζεται και από τη διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού στην οποία βασίζονται τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης και για την οποία γίνεται εκτενέστερη ανάλυση στο κεφάλαιο 3 (Νίκος Βέττας et al., 2022).

2.3 Ανακύκλωση και χωριστή συλλογή αποβλήτων

Σύμφωνα με την οδηγία-πλαίσιο (2008/98/ΕΚ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με τον όρο «ανακύκλωση» εννοείται η διαδικασία η οποία μετατρέπει και μετασχηματίζει τα απόβλητα και τα απορριπτόμενα υλικά σε νέα προϊόντα, υλικά ή ουσίες για περαιτέρω χρήση, είτε να εξυπηρετήσουν και πάλι τον αρχικό τους σκοπό είτε άλλους σκοπούς. Επιπλέον “περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών όχι όμως την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή σε εργασίες επίχωσης” (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2018). Η διαδικασία της ανακύκλωσης μπορεί να αποφύγει τα απόβλητα που οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής και τα οποία έχουν τη δυνατότητα να αποτελέσουν χρήσιμα προϊόντα ή υλικά και να μειώσουν την κατανάλωση νέων πρώτων υλών, μειώνοντας έτσι την περαιτέρω χρήση ενέργειας, την ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω της αποτέφρωσης, τη ρύπανση του αέρα και των υδάτων με την αποφυγή της υγειονομικής ταφής. Ως εκ τούτου, η διαδικασία της Ανακύκλωσης έχει καταστεί το



κρίσιμο στοιχείο μείωσης των αποβλήτων της σύγχρονης εποχής και αποδείχθηκε ο τρίτος παράγοντας της ιεράρχησης των αποβλήτων, "Πρόληψη, Επαναχρησιμοποίηση, Ανακύκλωση, Ανάκτηση, Απόρριψη". (Osama & Lamma, 2021)

Οι χώροι υγειονομικής ταφής γεμίζουν γρήγορα, και μέσα σε μερικά χρόνια δεν θα υπάρχει επιπλέον χώρος για την απόρριψη των απορριμμάτων. Η ανακύκλωση είναι η καλύτερη μέθοδος για τον έλεγχο και τη διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων. Η παραγωγή νέων προϊόντων απαιτεί τη χρήση φυσικών πόρων σε μεγάλες ποσότητες. Ως εκ τούτου, η ανακύκλωση μπορεί να περιορίσει την ανάγκη για πρώτες ύλες και κατά συνέπεια συμβάλλει τόσο στη μείωση κατανάλωσης ενέργειας όσο και στη διατήρηση των φυσικών πόρων που θα βοηθήσουν τις μελλοντικές γενιές. Επιπλέον το κόστος κατασκευής νέων προϊόντων είναι απαγορευτικό όταν όμως χρησιμοποιείται η μέθοδος της ανακύκλωσης για την κατασκευή προϊόντων, το κόστος του προϊόντος μικραίνει (Osama & Lamma, 2021).

Με την εφαρμογή της ανακύκλωσης ως τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων μπορούμε να διακρίνουμε ορισμένα οφέλη. Εξοικονομείται ενέργεια καθώς με τη χρήση ανακυκλώσιμων υλικών για την παραγωγή προϊόντων, η ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι πολύ μικρότερη συγκριτικά με αυτή που απαιτείται για να παραχθούν από πρωτογενή υλικά. Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση ανακυκλωμένου χαρτιού η ενέργεια που απαιτείται είναι 62% μειωμένη, για το ανακυκλωμένο αλουμινίου 94% μειωμένη, για το χαρτόνι 27% μείωση ενώ για το πλαστικό και το γυαλί 37% μειωμένη. Επιπλέον η ανακύκλωση μπορεί να βοηθήσει στην προστασία του περιβάλλοντος διότι για την παραγωγή νέων προϊόντων, υπάρχει ανάγκη εξόρυξης πρώτων υλών. Στη συνέχεια, θα πρέπει να περάσουν ορισμένα στάδια για να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή προϊόντων, όπου κατά τη διαδικασία αυτή ρυπαίνεται το νερό και ο αέρας καθώς παράγονται αέρια του θερμοκηπίου, τα οποία εκπέμπονται κατά τη διάρκεια όλων αυτών των διαδικασιών παραγωγής, και τα οποία προκαλούν υπερθέρμανση του πλανήτη και περιβαλλοντικά προβλήματα. Μέσω της ανακύκλωσης μπορεί να μειωθούν οι ανάγκες σε πρώτες ύλες, μειώνοντας έτσι και τη ρύπανση. Επιπλέον, εξοικονομεί ενέργεια, μειώνοντας παράλληλα την έκλυση αερίων του θερμοκηπίου, και συμβάλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η ανακύκλωση βοηθάει επιπλέον στη μείωση των χώρων υγειονομικής ταφής. Αυτό γίνεται πιο κατανοητό σύμφωνα με την πρόβλεψη του EPA- Environmental Protection Agency ότι εάν ανακυκλωθεί το 37% των παραγόμενων αποβλήτων θα μειωθεί ο χώρος υγειονομικής ταφής κατά 65% και αυτό συμβαίνει διότι μέσω της ανακύκλωσης, μειωμένη ποσότητα αποβλήτων φτάνει στον χώρο υγειονομικής ταφής (Agunwamba, 2003)

2.3.1 Η σημασία της χωριστής συλλογής ανακυκλώσιμων αποβλήτων

Είναι αρκετά σημαντικό το υφιστάμενο δίκτυο συλλογής ανακυκλώσιμων αποβλήτων των μπλε κάδων όπου απορρίπτονται συλλογικά τα ρεύματα χαρτιού, γυαλιού και αποβλήτων πλαστικών και μεταλλικών συσκευασιών, να μετεξελιχθεί με τρόπο που τα πολλαπλά ρεύματα αποβλήτων θα συλλέγονται χωριστά. Η τακτική αυτή προβλέπεται από τις διατάξεις της νομοθεσίας της ΕΕ και τις απαιτήσεις του εθνικού σχεδιασμού. Αρχικά θα πρέπει να λυθούν ορισμένα σημαντικά προβλήματα τεχνικής και κοινωνικής φύσεως ώστε η χωριστή συλλογή αποβλήτων να καταστεί εφικτή. Πιο συγκεκριμένα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές πρέπει να εξασφαλιστεί διαθέσιμος χώρος για να τοποθετηθούν οι κάδοι για κάθε χωριστό ρεύμα αποβλήτων και ταυτόχρονα θα πρέπει να γίνουν δράσεις για την εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του κοινού για την ορθή χρήση τους.



Στην υλοποίηση της νέα μεθόδου διαχείρισης αποβλήτων είναι δύσκολο να προβλεφθεί τόσο ο χρόνος όσο και η έκταση της, για αυτόν το λόγο είναι πιο πιθανό να υπάρχει ένα σύστημα συλλογής μεικτό όπου θα αποτελείται και από τους μπλε κάδους όπως ισχύει έως σήμερα αλλά ταυτόχρονα και οι κάδοι που προβλέπονται για τη χωριστή συλλογή. Αυτό μπορεί να γίνει είτε κατά τη μετάβαση είτε και για αρκετά μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε ορισμένες περιοχές (I. Frantzis & Associates Ltd and BlackForest Solutions GmbH, 2020).

Στην αναπροσαρμογή αυτή της απόρριψης αποβλήτων οι πολίτες θα πρέπει να είναι προετοιμασμένοι να προσαρμοστούν και να υιοθετήσουν νέες συνήθειες σε αυτόν τον τομέα. Αυτό μπορεί να καταστεί δυνατό με την ευαισθητοποίηση και την εκπαίδευσή τους ώστε να κατανοήσουν και τα δύο συστήματα, τόσο το ενιαίο σύστημα απόρριψης αποβλήτων όσο και το νέο της χωριστής συλλογής, διότι θα εξαρτάται ποιο σύστημα τους αφορά από την περιοχή στην οποία κατοικούν. Σημειώνεται ότι δεν είναι εύκολη η χρήση ενός μοναδικού μηνύματος προς τους πολίτες για το σύνολο των οδηγιών χρήσης και προσαρμογής στο μεικτό σύστημα που θα υπάρξει. Η μείωση της παραγωγής και η επαναχρησιμοποίηση αποτελούν πρακτικές πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων όπου έχει μεγάλη αξία στην διαχείριση αποβλήτων (Sympraxis Team P.C, 2020).

Η διαλογή στην πηγή και η ανακύκλωση αποβλήτων διευκολύνεται όταν τα συστήματα χωριστής συλλογής είναι εύκολα προσβάσιμα τόσο στους πολίτες όσο και στους υπόλοιπους παραγωγούς αποβλήτων, όπως δημόσιους ή ιδιωτικούς φορείς, καθώς και μέσω της καλής επικοινωνίας και της παροχής κινήτρων στους καταναλωτές. Οι παραγωγοί αποβλήτων καλούνται να διαχωρίζουν τα απόβλητα στην πηγή σύμφωνα με το υλικό ή συνδυασμούς υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένα και τα οποία έπειτα συλλέγονται χωριστά και επεξεργάζονται περαιτέρω. Η δυνατότητα διαφορετικών τύπων συστημάτων συλλογής προσφέρουν ευελιξία ανάλογα τις ανάγκες του καθενός. Για παράδειγμα δίνεται η δυνατότητα συλλογής από πόρτα σε πόρτα, διαφορετικά σημεία ανακύκλωσης και χώροι εξυπηρέτησης πολιτών. Η καλή συλλογή των υλικών συνεπάγεται την επίτευξη ενός υψηλού ποσοστού ανακύκλωσης και ιδιαίτερα σημαντικό είναι να συλλεχθούν ορθά τα υλικά που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων (European Environment Agency, 2023a)

2.3.2 Εφαρμοζόμενοι μέθοδοι χωριστής συλλογής

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συστήματα ανακύκλωσης που χρησιμοποιούνται σήμερα για τα απόβλητα συσκευασίας. Το πιο κοινό δίκτυο όπου απορρίπτονται ανεξαρτήτως υλικού τα απόβλητα συσκευασίας, χαρτί, γυαλί, πλαστικό και μέταλλα, είναι το δίκτυο των “μπλε κάδων”. Στην Ελλάδα είναι αρκετά πυκνό το δίκτυο των μπλε κάδων και εξυπηρετούνται οι περισσότερες περιοχές. Επιπλέον έχουν τοποθετηθεί ειδικοί μπλε κάδοι σε σχήμα κώδωνα για την απόρριψη γυαλιού, όπως μπουκάλια ποτών και βαζάκια τροφίμων και κίτρινοι κάδοι για την απόρριψη χαρτιού. Το δίκτυο αυτό δεν είναι ακόμη τόσο ανεπτυγμένο και προβλέπεται η ενίσχυσή του στο άμεσο μέλλον (Sympraxis Team P.C, 2020). Επίσης σύμφωνα με το νέο νόμου (N.4496/2017), εκτός από την επέκταση του δικτύου των κώδωνων, θα πρέπει. Στη συνέχεια τα απορριμματοφόρα συλλέγουν και μεταφέρουν τα απόβλητα στα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (Κ.Δ.Α.Υ.) στα οποία γίνεται η διαλογή και ανάκτησή τους, σύμφωνα με το υλικό και τελικά προωθούνται στους αρμόδιους εμπόρους, είτε για να ανακυκλωθούν είτε για να ανακτηθούν.



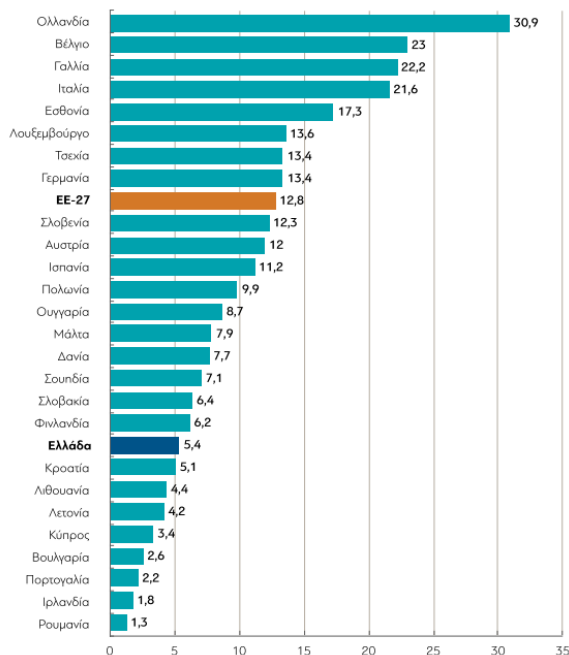
Εκτός από την μέθοδο διαχείρισης αποβλήτων και ανακύκλωσης που προαναφέρθηκε, υπάρχουν τα Κέντρα Ανταποδοτικής Ανακύκλωσης (ΚΑΑ) σε δημόσιους χώρους, για να είναι εύκολα προσβάσιμα από τους πολίτες και στα οποία γίνεται η συλλογή των αποβλήτων συσκευασίας. Πιο συγκεκριμένα στα κέντρα αυτά γίνεται η απόρριψη των αποβλήτων συσκευασίας από πλαστικό, μέταλλο και γυαλί χωριστά και προσφέρεται σαν ανταμοιβή ένα μικρό αντίτιμο για κάθε συσκευασία. Επομένως με αυτόν τον τρόπο είναι ήδη διαχωρισμένα τα απόβλητα ανά υλικό συσκευασίας, γίνεται ένας έλεγχος για τυχόν λάθη και στη συνέχεια όπου χρειάζεται διαλογή. Τελικά προωθούνται για ανακύκλωση ή ανάκτηση μέσω των εμπορών. Εκτός από αυτού του είδους ΚΑΑ στους δημόσιους χώρους, εφαρμόζεται από την αλυσίδα supermarket AB Βασιλόπουλος, ένα ατομικό σύστημα παρόμοιο με αυτό που προαναφέρθηκε, όμως τα κέντρα όπου απορρίπτονται οι συσκευασίες βρίσκονται στον χώρο των καταστημάτων (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, 2020).

2.4 Βασικά στατιστικά στοιχεία για Ευρώπη και Ελλάδα

2.4.1 Χρήση κυκλικών υλικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση για τα έτη 2010-2020

Τα ποσοστά των κυκλικών υλικών ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27), αν και στα περισσότερα κράτη μέλη παρατηρείται αύξηση από το 2010. Το 2020, στην Ολλανδία είχαν το υψηλότερο ποσοστό κυκλικών υλικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27) το οποίο άγγιζε το 30,9% ενώ το χαμηλότερο ποσοστό καταγράφηκε στη Ρουμανία, με μόλις 1,3%. Το συνολικό ποσοστό κυκλικών υλικών στην ΕΕ-27 ήταν 12,8% το 2020, γεγονός που σημαίνει ότι σχεδόν το 13% των υλικών πόρων που χρησιμοποιούνται στην ΕΕ-27 προέρχεται από ανακυκλωμένα προϊόντα. Η εικόνα όλων των χωρών καθώς και της Ευρώπης συνολικά παρουσιάζονται στο **Διάγραμμα 1** και αναλυτικά τα ποσοστά για τα έτη 2010 και 2020 παρουσιάζονται στον **Πίνακας 1**. Συνεπώς όπως παρατηρείται, η Ελλάδα σημειώνει από τα χαμηλότερα ποσοστά ίσο με 5,4%.

Το ποσοστό κυκλικής χρήσης υλικών (Circular Material Use, CMU) μετρά το μερίδιο των υλικών που ανακτώνται και επιστρέφουν στην οικονομία - εξοικονομώντας έτσι την εξόρυξη πρωτογενών πρώτων υλών - στη συνολική χρήση υλικών. Ο δείκτης περιλαμβάνει τις ροές υλικών, ροές ορυκτών καυσίμων και ενεργειακών προϊόντων, αλλά δεν περιλαμβάνει τις ροές νερού.



Διάγραμμα 1 Ποσοστό χρήσης κυκλικών υλικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27)ανά χώρα για το 2020.

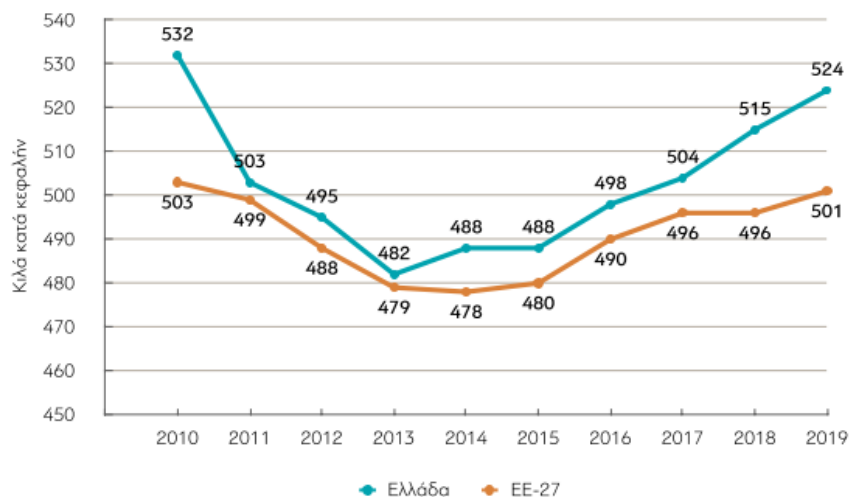
Πηγή: Eurostat.

Πίνακας 1 Πίνακας αναλυτικών ποσοστών χρήσης κυκλικών υλικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27)ανά χώρα για το 2010 και το 2020.

Circular material use rate in the European Union (EU-27) in 2010 and 2020, by country														
	Belgium	Bulgaria	Czechia	Denmark	Germany	Estonia	Ireland	Greece	Spain	France	Croatia	Italy	Cyprus	Latvia
2010	13.00%	2.10%	5.30%	8.00%	11.40%	8.80%	1.70%	2.70%	10.40%	17.50%	1.60%	11.50%	2.00%	1.20%
2020	23.00%	2.60%	13.40%	7.70%	13.40%	17.30%	1.80%	5.40%	11.20%	22.20%	5.10%	21.60%	3.40%	4.20%
	Lithuania	Luxembourg	Hungary	Malta	Netherlands	Austria	Poland	Portugal	Romania	Slovenia	Slovakia	Finland	Sweden	EU-27
2010	3.90%	24.10%	5.30%	5.30%	25.30%	6.60%	10.80%	1.80%	3.50%	5.90%	5.10%	13.50%	7.20%	10.80%
2020	4.40%	13.60%	8.70%	7.90%	30.90%	12.00%	9.90%	2.20%	1.30%	12.30%	6.40%	6.20%	7.10%	12.80%

2.4.2 Παραγωγή και διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων σε Ελλάδα και Ευρώπη

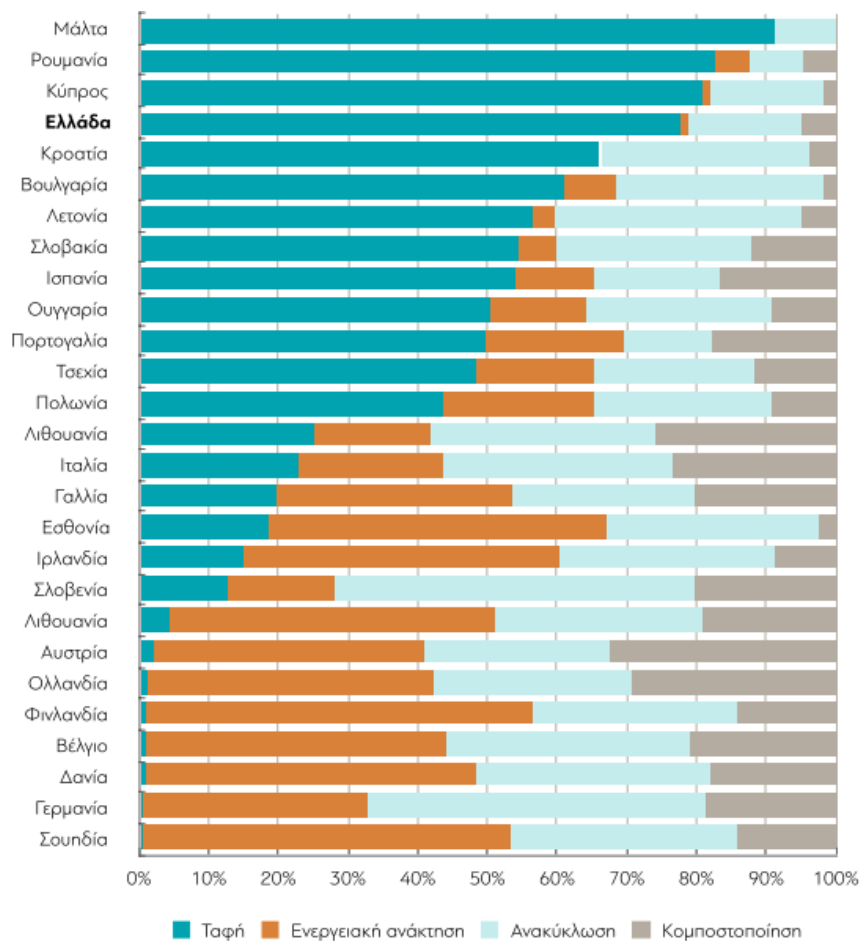
Η Ελλάδα παράγει περίπου 5,6 εκατομμύρια τόνους αστικών αποβλήτων ετησίως και η παραγωγή αποβλήτων έχει αυξηθεί κατά 6% από το 2015 (**Διάγραμμα 2**). Αυτό αντιστοιχεί σε παραγωγή 524 kg/κάτοικο το 2019, που είναι κατά 4,5% υψηλότερη από τον μέσο όρο της ΕΕ των 501 kg/κάτοικο (European Environment Agency, 2022).



Διάγραμμα 2 Κατά Κεφαλήν ποσότητες Αστικών Στερεών Αποβλήτων σε Ελλάδα και ΕΕ-27 μεταξύ 2010 και 2019.

Πηγή: Eurostat

Όσον αφορά της διαχείριση των ΑΣΑ η Ελλάδα βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην υγειονομική ταφή παρόλο που το μερίδιό της έχει μειωθεί ελαφρά κατά 6 ποσοστιαίες μονάδες από το 2015, εξακολουθεί να ανέρχεται σε 77,7 % το 2019. Ταυτόχρονα, το συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης και κομποστοποίησης αυξήθηκε ελαφρώς κατά 5,2 ποσοστιαίες μονάδες συγκριτικά με στοιχεία του 2015 από 15,8 % σε 21%, πιο συγκεκριμένα το μερίδιο της ανακύκλωσης υλικών αυξήθηκε από 13,2 % σε 16 %, ενώ η κομποστοποίηση και η χώνευση αυξήθηκαν από 2,6 % σε 5 %. Το μερίδιο της ανάκτησης ενέργειας παρέμεινε σταθερό στο 1,3 % το 2019 και προέρχεται από τη συναποτέφρωση και την παραγωγή βιοκαυσίμων από απόβλητα βρώσιμων ελαίων και λιπών. Παρακάτω φαίνονται ενδεικτικά και τα ποσοστά διαχείρισης ΑΣΑ για τις υπόλοιπες χώρες όπου παρατηρούμε ότι στις πρώτες θέσεις σχετικά με τα υψηλότερα ποσοστά υγειονομικής ταφής βρίσκονται η Μάλτα, η Ρουμανία και η Κύπρος ενώ η Σουηδία, η Γερμανία, η Δανία και το Βέλγιο σημειώνουν τα χαμηλότερα ποσοστά υγειονομικής ταφής. Επιπλέον υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης σημειώνουν η Γερμανία 48,5% και η Σουηδία 32,5%, με τη δεύτερη να έχει και το υψηλότερο ποσοστό ενεργειακής ανάκτησης από τα απόβλητα στην ΕΕ-27 (**Διάγραμμα 3**) (European Environment Agency, 2022).

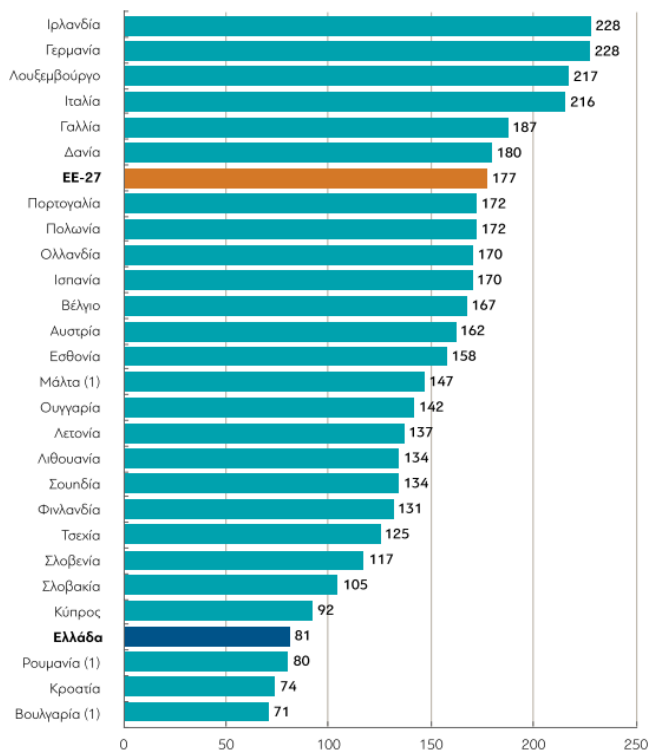


Διάγραμμα 3 Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ για το 2019.

Πηγή: Eurostat

2.4.3 Κατά κεφαλήν παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2019

Όπως προκύπτει και από το **Διάγραμμα 4** η κατά κεφαλήν παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας για το έτος 2019 για την ΕΕ συνολικά αγγίζει τα 177 kg ενώ για την Ελλάδα είναι περίπου στο μισό καθώς αγγίζει τα 81 kg. Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΕ οι χώρες με την χαμηλότερη κατά κεφαλήν παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας είναι και εκείνα που στηρίζονται κυρίως στην υγειονομική ταφή και όχι στην εφαρμογή της ανακύκλωσης και ανάκτησης ενέργειας.



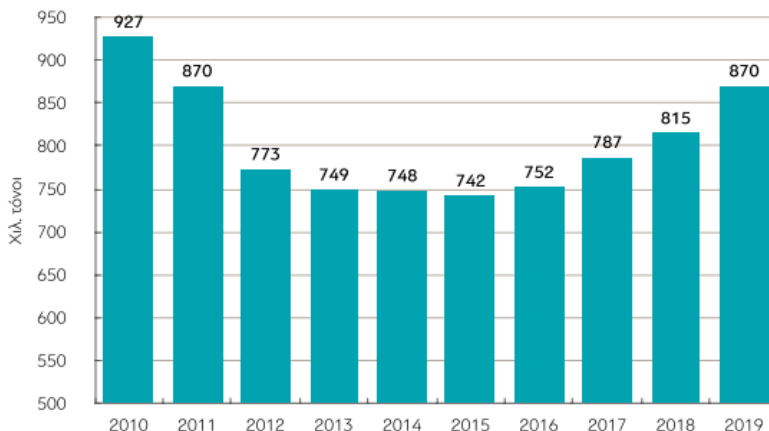
Σημείωση: (1) = 2018.

Διάγραμμα 4 Κατά κεφαλήν παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας στην ΕΕ-27 για το 2019 σε kg/κάτοικο.

Πηγή: Eurostat

2.4.4 Παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας στην Ελλάδα μεταξύ 2010 και 2019

Στην Ελλάδα, το 2019 παρήχθησαν 869.500 τόνοι (81 kg/κάτοικο) αποβλήτων συσκευασίας (**Διάγραμμα 5**), που είναι πολύ κάτω από τον (εκτιμώμενο) μέσο όρο της ΕΕ των 177 kg/κάτοικο και μάλιστα σχεδόν στο μισό. Η συνολική παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας μειώθηκε ραγδαία μεταξύ 2010 και 2013 από περίπου 83 kg/κάτοικο σε 68 kg/κάτοικο, αλλά από το 2016 παρατηρείται αυξητική τάση. Από το 2014, η κατά κεφαλήν παραγωγή αποβλήτων αυξήθηκε σχεδόν σε κάθε κατηγορία αποβλήτων συσκευασίας συγκριτικά με το 2019: για τις χάρτινες και χάρτινες συσκευασίες από 30 σε 36 kg/κάτοικο, για τις πλαστικές συσκευασίες από 17 σε 21 kg/κάτοικο, για τις ξύλινες συσκευασίες από 4 σε 6 kg/κάτοικο και για τις γυάλινες συσκευασίες από 9 σε 10 kg/κάτοικο, ενώ οι ποσότητες μεταλλικών συσκευασιών παρέμειναν στο επίπεδο των περίπου 8 kg/κάτοικο. Ωστόσο, σε σύγκριση με την κατάσταση του 2010, η συνολική παραγωγή αποβλήτων έχει μειωθεί για τις χάρτινες συσκευασίες, για τις μεταλλικές συσκευασίες και για τις γυάλινες συσκευασίες. Μεταξύ 2010 και 2019, το συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης των αποβλήτων συσκευασίας κυμάνθηκε από 58,7 % το 2010 σε 68,6 % το 2017. Το 2019 το ποσοστό ανακύκλωσης ήταν 60,1 % (επισημαίνεται από τη Eurostat ως εκτιμώμενο). Η συνολική ποσότητα των αποβλήτων είναι μια εκτίμηση που υπολογίζεται από την ποσότητα των συσκευασιών που διατίθενται στην αγορά από ένα μεγάλο και αντιπροσωπευτικό δείγμα παραγωγών (European Environment Agency, 2022).

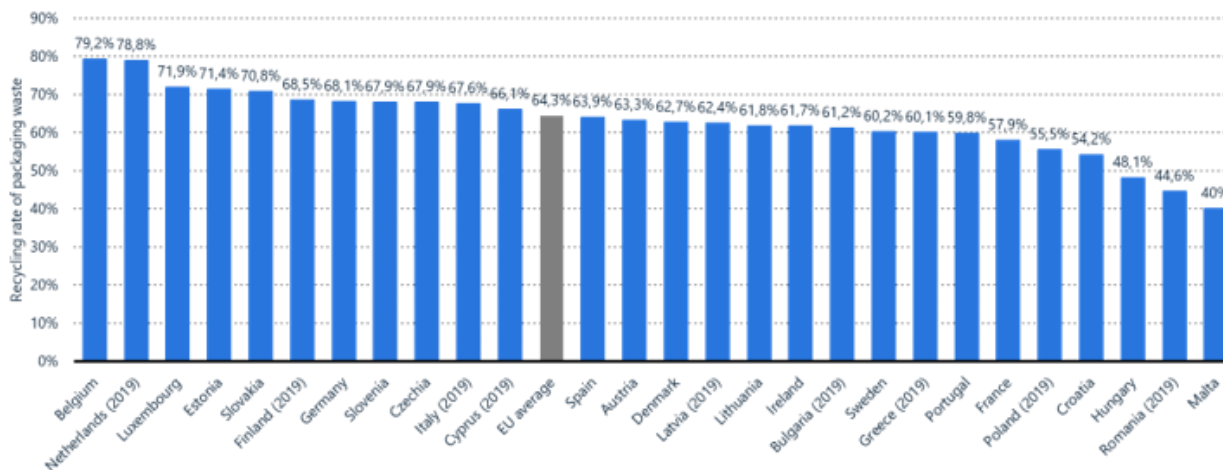


Διάγραμμα 5 Παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας στην Ελλάδα μεταξύ 2010 και 2019, σε χιλ. τόνους.

Πηγή: Eurostat.

2.4.5 Ποσοστό ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην Ελλάδα για το 2020

Σύμφωνα με το **Διάγραμμα 6**, το κράτος μέλος της ΕΕ με το υψηλότερο ποσοστό ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασίας το 2020 ήταν το Βέλγιο, με 79,2%. Εκείνη τη χρονιά, επτά χώρες είχαν υψηλότερο ποσοστό ανακύκλωσης από τον μέσο όρο της ΕΕ που ήταν 64,3%. Σύμφωνα με στοιχεία του 2019 για την Ελλάδα το 60,1% του συνόλου των παραγόμενων αποβλήτων συσκευασίας ανακυκλώθηκε (Statista, 2023).

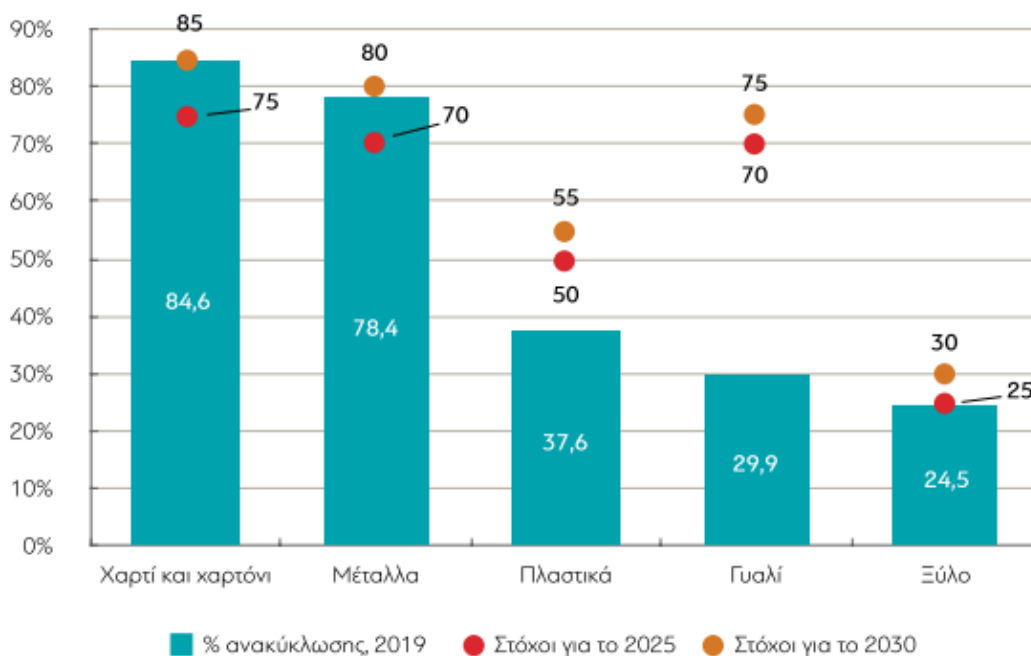


Διάγραμμα 6 Ποσοστό ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27) το 2020, ανά χώρα.

Πηγή: Statista

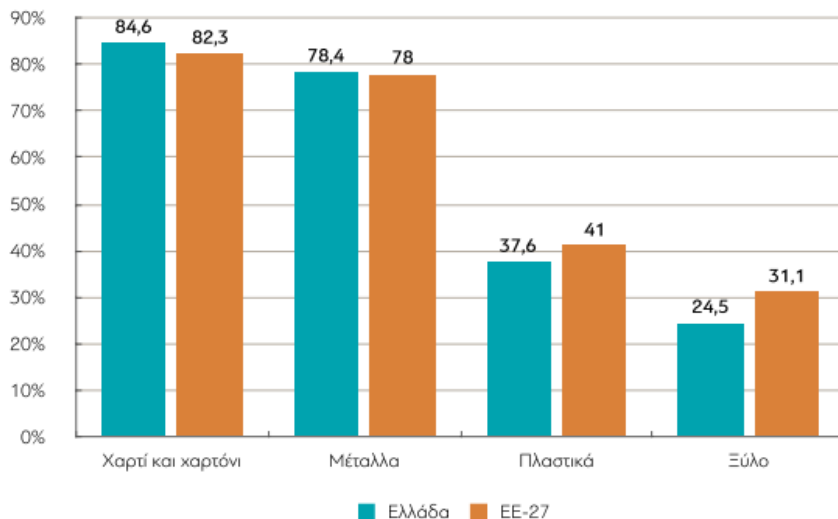
2.4.6 Ποσοστά ανακύκλωσης συσκευασιών ανά ρεύμα για την Ελλάδα το 2019 και εθνικοί στόχοι για 2025 και 2030

Το αναφερόμενο συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης για τα απόβλητα συσκευασίας ανέρχεται σε 60,1%, 4,9 ποσοστιαίες μονάδες κάτω από τον στόχο του 2025 για 65 %. Τα ποσοστά ανακύκλωσης για το χαρτί και το χαρτόνι και τις μεταλλικές συσκευασίες είναι πολύ υψηλά και υπερβαίνουν ήδη τον στόχο. Για τις ξύλινες συσκευασίες το ποσοστό ανακύκλωσης είναι 24,5 %, 0,5 ποσοστιαίες μονάδες κάτω από το στόχο. Για τα άλλα κλάσματα, δηλαδή το γυαλί, τα πλαστικά και το αλουμίνιο, τα ποσοστά ανακύκλωσης εξακολουθούν να είναι πολύ χαμηλότερα από τον στόχο. Οι αναφορές στις ακριβείς τιμές ανακύκλωσης απεικονίζονται στο **Διάγραμμα 7** και ταυτόχρονα απεικονίζονται και οι στόχοι που έχουν τεθεί για την κάθε κατηγορία αποβλήτων συσκευασίας σύμφωνα με το ΕΣΔΑ. Επιπλέον στο **Διάγραμμα 8** απεικονίζονται συγκριτικά τα ποσοστά ανακύκλωσης ανά συσκευασία της Ελλάδας και της ΕΕ όπου είναι ευδιάκριτη η μη ικανοποιητική ανακύκλωση συσκευασιών από πλαστικό, γυαλί και ξύλο (European Environment Agency, 2022).



Διάγραμμα 7 Ποσοστά ανακύκλωσης συσκευασιών για την Ελλάδα το 2019 και στόχοι για το 2025 και 2030.

Πηγή: ΥΠΕΝ, ΕΣΔΑ.

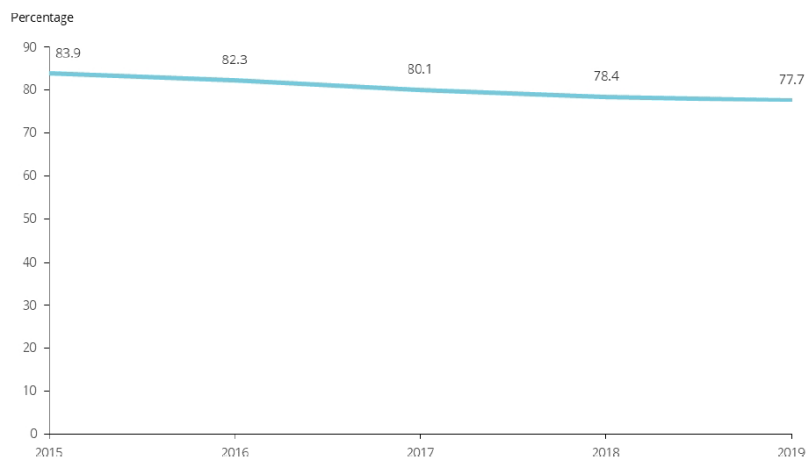


Διάγραμμα 8 Συγκριτική αποτύπωση ποσοστών ανακύκλωσης ανά συσκευασία της Ελλάδας και της ΕΕ.

Πηγή: Eurostat

2.4.7 Υγειονομική ταφή στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019

Κατά την τελευταία πενταετία, το συνολικό ποσοστό υγειονομικής ταφής στην Ελλάδα μειώθηκε κατά 6,2 ποσοστιαίες μονάδες, από 83,9 % σε 77,7 % (**Διάγραμμα 9**). Παρά την πρόοδο, η απόσταση από τον στόχο είναι πολύ μεγάλη 67,7 ποσοστιαίες μονάδες. Για να επιτευχθεί ο στόχος, η Ελλάδα πρέπει να επιταχύνει το ρυθμό μείωσης της υγειονομικής ταφής απορριμμάτων. Το συνολικό ποσοστό υγειονομικής ταφής για την ΕΕ είναι ίσο με 64,3% (European Environment Agency, 2022).



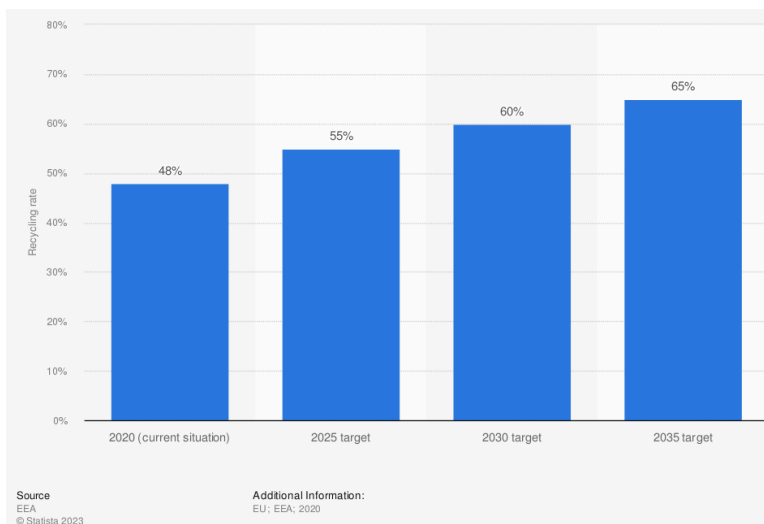
Διάγραμμα 9 Υγειονομική ταφή στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019, σε ποσοστό.

Πηγή: European Environment Agency.

Σημείωση: Τα στοιχεία για τους χώρους υγειονομικής ταφής για το 2017 και το 2018 επισημάνθηκαν ως εκτίμηση της Eurostat.

2.4.8 Στόχοι ανακύκλωσης για τα αστικά απόβλητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση 2020-2035

Το συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης των αστικών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27) ήταν 48% το 2020. Σύμφωνα με την οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, τα κράτη μέλη της ΕΕ δεσμεύονται νομικά να ανακυκλώνουν (ή να προετοιμάζουν για επαναχρησιμοποίηση) το 60% των παραγόμενων αστικών αποβλήτων έως το 2030. Μέχρι το 2035, τα κράτη μέλη της ΕΕ θα πρέπει να επιτύχουν στόχο 65%. Οι στόχοι ου έχει θέσει η ΕΕ για τα αστικά απόβλητα απεικονίζονται και στο **Διάγραμμα 10** (Statista, 2023).

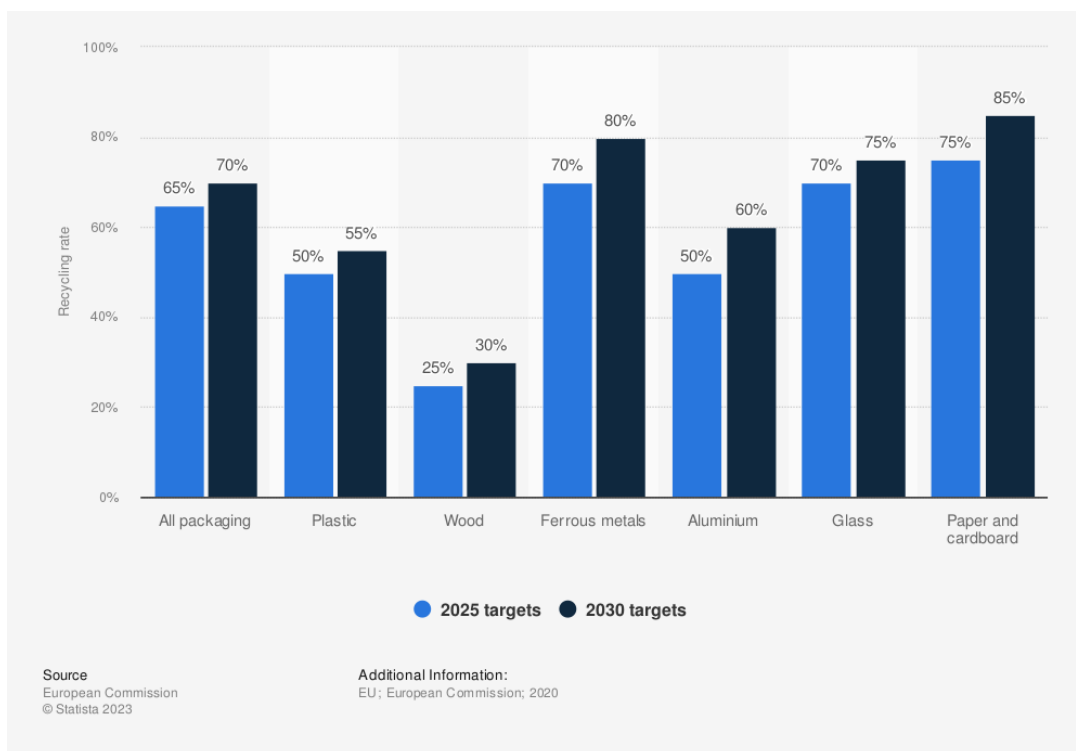


Διάγραμμα 10 Στόχοι ανακύκλωσης για τα αστικά απόβλητα στην ΕΕ-27 2020-2035.

Πηγή: Statista

2.4.9 Στόχοι ανακύκλωσης συσκευασιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2025 και το 2035, ανά τύπο συσκευασίας

Σύμφωνα με την οδηγία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας, τουλάχιστον το 65% του συνόλου των αποβλήτων συσκευασίας πρέπει να ανακυκλώνεται έως τις 31 Δεκεμβρίου 2025 και τουλάχιστον το 70% έως τις 31 Δεκεμβρίου 2030. Οι στόχοι ανακύκλωσης που πρέπει να επιτευχθούν διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο υλικού όπου φαίνονται αναλυτικά στο **Διάγραμμα 11**. Για παράδειγμα, μέχρι το 2030, τουλάχιστον το 80% κατά βάρος των συσκευασιών από σιδηρούχα μέταλλα πρέπει να ανακυκλώνεται, ενώ ο στόχος για το χαρτί και το χαρτόνι είναι 8% (Statista, 2023). Αντίθετα, τουλάχιστον το 55% όλων των πλαστικών συσκευασιών πρέπει να ανακυκλωθεί έως το 2030 (Roche Cerasi et al., 2021). Στο πλαίσιο του σχεδίου δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία, η ΕΕ στοχεύει να διασφαλίσει ότι όλες οι συσκευασίες θα είναι επαναχρησιμοποιήσιμες ή ανακυκλώσιμες με οικονομικά βιώσιμο τρόπο έως το 2030 (Statista, 2023).



Διάγραμμα 11 Στόχοι ανακύκλωσης συσκευασιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27) για το 2025 και το 2035, ανά τύπο συσκευασίας.

Πηγή: Statista

2.5 Κράτη μέλη με κίνδυνο να μην επιτύχουν τους στόχους για το 2025

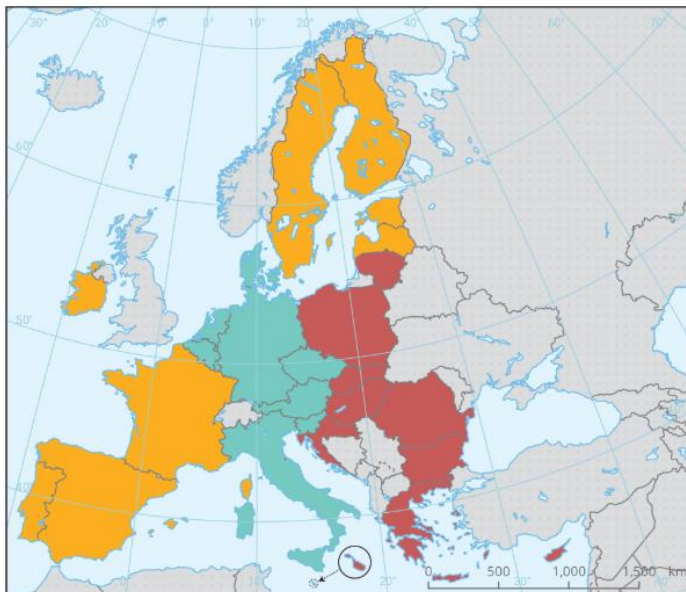
Σύμφωνα με την έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με τον εντοπισμό των κρατών μελών που κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τον στόχο προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των αστικών αποβλήτων για το 2025, τον στόχο ανακύκλωσης των απορριμμάτων συσκευασίας για το 2025 και τον στόχο μείωσης της υγειονομικής ταφής των αποβλήτων για το 2035 σημειώνεται ότι τα περισσότερα κράτη μέλη βρίσκονται στη διαδικασία μεταρρυθμίσεων στον τομέα αυτό και θα επιτύχουν μεγαλύτερα ποσοστά ανακύκλωσης από το 2025 και μετά. Επιπρόσθετα σημαντική πρόοδο επιτεύχθηκε στην δέσμη μέτρων το 2018 κατόπιν σύνταξης της έκθεσης προειδοποίησης για την καθυστέρηση εφαρμογής τους.

Πάραυτα, σύμφωνα με την αξιολόγηση που διενήργησε ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, τα περισσότερα από τα κράτη μέλη δεν θα επιτύχουν τους στόχους προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των αστικών αποβλήτων για το 2025 σε ποσοστό 55% και της ανακύκλωσης του συνόλου των απορριμμάτων συσκευασίας σε 65%.

Πιο αναλυτικά για τα κράτη μέλη περιγράφεται η κατάσταση στην οποία βρίσκονται και ταυτόχρονα η κατάσταση αυτή απεικονίζεται στον χάρτη (**Εικόνα 2**).

- Προς την επίτευξη και των δύο στόχων βρίσκονται 9 κράτη μέλη — Αυστρία, Βέλγιο, Τσεχία, Δανία, Γερμανία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία και Σλοβενία.

- Επιτυχία σημειώνουν 8 κράτη μέλη στην επίτευξη του στόχου για το σύνολο των απορριμμάτων αλλά όχι για τα αστικά απόβλητα — Εσθονία, Φινλανδία, Γαλλία, Ιρλανδία, Λετονία, Πορτογαλία, Ισπανία και Σουηδία.
- Αδυναμία επίτευξης και των δύο στόχων σημειώνουν 10 κράτη μέλη — Βουλγαρία, Κροατία, Κύπρος, Ελλάδα, Ουγγαρία, Λιθουανία, Μάλτα, Πολωνία, Ρουμανία και Σλοβακία.



Στοιχεία αναφοράς: ©ESRI

- Κράτη μέλη που δεν κινδυνεύουν για κανένα από τους δύο στόχους
- Κράτη μέλη που κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τον στόχο προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων, αλλά δεν κινδυνεύουν ως προς τον στόχο ανακύκλωσης του συνόλου των απορριμμάτων συσκευασίας
- Κράτη μέλη που κινδυνεύουν και για τους δύο στόχους
- Εκτός κάλυψης

Εικόνα 2 Προοπτικές των κρατών μελών της ΕΕ όσον αφορά την επίτευξη των στόχων προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης για τα αστικά απόβλητα και τα απορρίμματα συσκευασίας.

Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος.

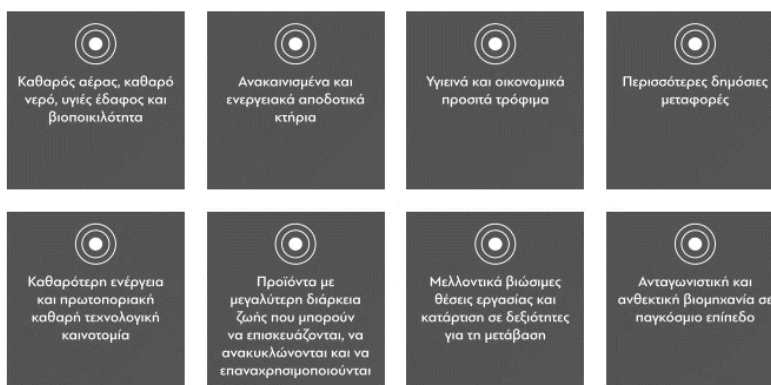
Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία τόσο από τα κράτη μέλη που κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους στόχους που έχουν τεθεί για το 2025, όσο κι από εκείνα που έχουν σημειώσει υψηλές επιδόσεις στη προσπάθεια επίτευξης αυτών. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνονται οι πιθανότητες για υψηλές επιδόσεις στην επαναχρησιμοποίηση, την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2023).

3. Θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων και την κυκλική οικονομία

3.1 Ευρωπαϊκή πολιτική για την κυκλική οικονομία και τα απόβλητα

3.1.1 Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Βασικοί στόχοι της Ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής είναι η στροφή προς την κυκλική οικονομία μέσω της οποίας περιορίζεται η σπατάλη των φυσικών πόρων καθώς επίσης μειώνεται η παραγωγή αποβλήτων. Η Ευρώπη μέσω της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (ΕΠΣ) τον Δεκέμβριο του 2019, έχει ως στόχο να είναι κλιματικά ουδέτερη ως προς τις εκπομπές άνθρακα έως το 2050 καθώς και η οικονομική της ανάπτυξη να μην βασίζεται στη χρήση φυσικών πόρων. Οι δράσεις που περιλαμβάνει αφορούν το κλίμα, την ενέργεια, τις μεταφορές, την αγροτική παραγωγή, τη βιομηχανία, την έρευνα και τους ωκεανούς ενώ στην **Εικόνα 3** παρουσιάζονται συνοπτικά οι στόχοι της ΕΠΣ(Νίκος Βέττας et al., 2022).



Εικόνα 3 Στόχοι της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας.

Πηγή: Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών

3.1.2 Ευρωπαϊκό Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία

Το ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο περιλάμβανε το πρώτο Ευρωπαϊκό Σχέδιο Δράσης για τη Κυκλική Οικονομία από το 2015 το οποίο όμως ακολούθησε το δεύτερο τον Μάρτιο του 2020 το οποίο περιλαμβάνει ένα πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο πολιτικής λαμβάνοντας όλες τις περιβαλλοντικές και κλιματικές αλλαγές. Στους στόχους αυτού του Νέου Σχεδίου Δράσης για την Κυκλική Οικονομία, περιλαμβάνεται η μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος από τις ανθρώπινες δραστηριότητες καθώς και της χρήσης πρώτων υλών και ταυτόχρονα τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της Ευρώπης διεθνώς.



Εικόνα 4 Στόχοι του Ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για τη Κυκλική Οικονομία.

Πηγή: COM (2020) 98 - Το νέο Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία – Για μια πιο καθαρή και ανταγωνιστική Ευρώπη.



Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά τα περιβαλλοντικά βιώσιμα προϊόντα όπως φαίνεται στο μπλε πλαίσιο της **Εικόνα 4** στηρίζεται ειδικό πλαίσιο για τη κατασκευή, διάθεση και χρήση τους σε παλαιότερες ευρωπαϊκές πολιτικές όπως η εφαρμογή του ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος, η εφαρμογή του συστήματος για τις Πράσινες Δημόσιες Προμήθειες και ο οικολογικός σχεδιασμός των προϊόντων που συνδέονται με την ενέργεια. Ταυτόχρονα περιλαμβάνονται δράσεις με στόχο την ενημέρωση και δράση των πολιτών μέσα από πληροφορίες που τους παρέχονται γύρω από τη διάρκεια ζωής των προϊόντων, το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα και την επισκευασιμότητά τους.

Επιπλέον προσδιορίζονται αναλυτικά στόχοι για τους κλάδους βασικών προϊόντων που επιβάλλεται να πρωτοστατήσουν στην μετάβαση προς την κυκλική οικονομία στους οποίους περιλαμβάνονται τα ηλεκτρονικά είδη, οι ηλεκτρικές στήλες(μπαταρίες) οχημάτων, συσκευασίας, πλαστικών, υφασμάτων, κατασκευής κτηρίων, φαγητού, νερού και θρεπτικών συστατικών.

Σύμφωνα με τον στόχο αύξησης της διαθεσιμότητας των δευτερογενών πρώτων υλών, τα απόβλητα των υλικών έχουν τη δυνατότητα μέσω επεξεργασίας όπως είναι η ανακύκλωση να επανέρχονται στην αγορά ώστε να μειώνεται η ανάγκη για χρήση πρώτων υλών. Συνεπώς θεσπίζονται οι διαδικασίες και τα κριτήρια ώστε να προσδιοριστούν όλες οι απαραίτητες ενέργειες και προδιαγραφές για την ορθή εφαρμογή αυτής της διαδικασίας δημιουργίας δευτερογενών υλικών. Επιπλέον έχοντας επιβάλει περιορισμούς οι τρίτες χώρες για τη μείωση εξαγωγής αποβλήτων από τα κράτη μέλη της ΕΕ, επιβάλλεται η αξιοποίηση των αποβλήτων εντός της ευρωπαϊκής οικονομίας για την παραγωγή και αξιοποίηση των δευτερογενών προϊόντων.

Όσον αφορά τους κλάδους βασικών προϊόντων που επιβάλλεται να πρωτοστατήσουν στην μετάβαση προς την κυκλική οικονομία, για κάθε επιμέρους ρεύμα αποβλήτων υπάρχουν οδηγίες και ευρωπαϊκά κείμενα τα οποία προϋπήρχαν τόσο του σχεδίου δράσης όσο και της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Όμως γίνεται αναφορά για συγκεκριμένα από αυτά τα οποία επικεντρώνονται στο αντικείμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας και το οποίο στοχεύει κυρίως στα Απόβλητα Συσκευασίας συνεπώς παραλείπονται αναλυτικά στοιχεία σχετικά με τα Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΕΕ), τις Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές, τα Κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, τις Κατασκευές και κτήρια (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020).

3.1.3 Οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα και τα απόβλητα συσκευασίας

Για την εφαρμογή του σχεδίου δράσης για την κυκλική οικονομία η ΕΕ προχώρησε τον Ιούνιο του 2018 στην δημοσίευση της αναθεώρησης της οδηγίας-πλαίσιο για τα απόβλητα 2008/98/ΕΚ (Οδηγία 2018/851/ΕΕ) στην Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ. Η τροποποιημένη οδηγία λαμβάνει υπόψη αρχές και στρατηγικές της κυκλικής οικονομίας, με στόχο την περιορισμένη χρήση των πρώτων υλών και αύξηση της χρήσης ανακυκλωμένων και ταυτόχρονα τη βελτίωση της αποδοτικότητας των παραγωγικών συστημάτων.

Σύμφωνα με την οδηγία 2018/851 τίθενται για όλα τα κράτη μέλη οι ενδιάμεσοι στόχοι ανακύκλωσης αστικών στερεών αποβλήτων του 55% κ.β. και 60% κ.β. για τα έτη 2025 και 2030 αντίστοιχα και ο οριζόντιος στόχος του 65% κ.β. για το 2035. Σημαντικό ρόλο στην επίτευξη του συνολικού στόχου ανακύκλωσης θα έχει η επίτευξη του στόχου που ορίζεται με την οδηγία 2018/852/ΕΚ για τα απόβλητα συσκευασίας και πιο συγκεκριμένα πρέπει να ανακυκλώνεται το 65% έως το 2025 και το 70% έως το 2030 ενώ τίθενται και ξεχωριστοί στόχοι ανά υλικό. Για τα έτη 2025 και 2030 ορίζονται αντίστοιχα οι στόχοι ανακύκλωσης του 50% και 55% των πλαστικών συσκευασιών, του 25% και 30% του ξύλου, του 70% και 80% των σιδηρούχων μετάλλων, του 50% και 60% των αλουμινένιων συσκευασιών, του 70%



και 75% των γυάλινων και τέλος του 75% και 85% των συσκευασιών από χαρτί και χαρτόνι (European Commission, 2018b).

3.1.4 Υγειονομική Ταφή

Η τροποποίηση της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ για την υγειονομική ταφή (Οδηγία (ΕΕ) 2018/850) περιλαμβάνει νέες ρυθμίσεις και στόχους, όπου υποχρεώνει τα κράτη μέλη να διασφαλίσουν τη μείωση της ποσότητας των αστικών αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής στο 10 % ή λιγότερο της συνολικής ποσότητας των αστικών αποβλήτων που παράγονται (κατά βάρος) έως το 2035, με δυνατότητα αναβολής και παρεκκλίσεων υπό όρους (European Commission, 2018a).

3.1.5 Η αρχή της Διευρυμένης Ευθύνης του Παραγωγού (ΔΕΠ)

Η ΔΕΠ αποτελεί νομικό πλαίσιο της ΕΕ με το οποίο έχουν εναρμονιστεί όλες οι ευρωπαϊκές χώρες για τη διαχείριση στο τέλος του κύκλου ζωής των προϊόντων τους, με την εκπόνηση Προγραμμάτων ΔΕΠ. Οι παραγωγοί των αποβλήτων όπου είναι επιχειρήσεις οι οποίες είτε παράγουν άμεσα είτε έμμεσα, είτε παράγουν, αναπτύσσουν, παρασκευάζουν, μεταποιούν, επεξεργάζονται, πωλούν ή εισάγουν προϊόντα, λαμβάνουν σημαντικό ρόλο στην αλυσίδα παραγωγής αποβλήτων και θα πρέπει λόγω των μέτρων της Διευρυμένη Ευθύνη του Παραγωγού (παρ. 8 άρθρου 1 της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/851) να συμμετάσχουν στην εκστρατεία ευαισθητοποίησης και λήψης δραστικών μέτρων (Sympraxis Team P.C, 2020). Στόχος είναι η ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης και πρόληψης, της ανακύκλωσης και άλλων μορφών ανάκτησης αποβλήτων. Για παράδειγμα, τα μέτρα που μπορεί να λάβει μια επιχείρηση μπορεί να περιλαμβάνουν την αποδοχή των επιστρεφόμενων προϊόντων και των αποβλήτων που παραμένουν μετά από τη χρήση των προϊόντων αυτών, την παροχή διαθέσιμων στο κοινό πληροφοριών σχετικά με τον βαθμό στον οποίο το προϊόν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή να ανακυκλωθεί.

Κατά το στάδιο κύκλου ζωής ενός προϊόντος όπου αυτό χαρακτηρίζεται ως απόβλητο, οι παραγωγοί του, φέρουν οικονομική ή οικονομική και οργανωτική ευθύνη για τη διαχείριση του όπου περιλαμβάνονται και οι δραστηριότητες χωριστής συλλογής, διαλογής και επεξεργασίας. Επιπλέον ενδέχεται να περιλαμβάνει και την υποχρέωση και ευθύνη του παραγωγού να συμβάλει στην πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων και στη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και την ανακυκλωσιμότητα των προϊόντων. Δίνεται στους παραγωγούς των προϊόντων η δυνατότητα είτε ατομικής είτε συλλογικής εκπλήρωσης του προγράμματος ΔΕΠ (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2018).

3.1.6 Ιεράρχηση αποβλήτων

Η νομοθεσία και η πολιτική της ΕΕ για την πρόληψη και τη διαχείριση των αποβλήτων έχει ως επίκεντρο την εφαρμογή της ιεράρχησης των αποβλήτων η οποία παρατίθεται στο άρθρο 4 της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ όπως έχει τροποποιηθεί με την παρ. 4 του άρθρου 1 της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/851. Η ιεράρχηση των αποβλήτων έχει ως σκοπό να περιορίσει τις επιπτώσεις από την παραγωγή και διαχείριση των αποβλήτων καθώς και να βελτιώσει την αποδοτικότητα των πόρων.

Η απεικόνιση της ιεράρχησης των αποβλήτων παρουσιάζεται σε αντίστροφη πυραμίδα στην **Εικόνα 5** όπου στο πάνω μέρος της βρίσκεται η προτιμώμενη επιλογή και όσο πηγαίνουμε προς τη βάση της εμφανίζεται η επιλογή με την μικρότερη προτίμηση.



Εικόνα 5 Πυραμίδα Ιεράρχησης Αποβλήτων.

Πηγή: Ellen MacArthur Foundation

- **Πρόληψη.** Περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες και τα μέτρα που εφαρμόζονται πριν το προϊόν, η ουσία ή το υλικό γίνουν απόβλητα. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται τα απόβλητα μέσω της επαναχρησιμοποίησης των προϊόντων, της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής τους και μειώνονται οι επιπτώσεις από τα απόβλητα τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία.
- **Επαναχρησιμοποίηση.** Η επαναχρησιμοποίηση αφορά τα ίδια τα προϊόντα ή στοιχεία αυτών, τα οποία ενώ θα αποτελούσαν και προορίζονταν για απόβλητα, πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν μέσω κάποιων εργασιών ανάκτησης όπως επισκευή, καθαρισμό ή και έλεγχο χωρίς δηλαδή να υποστούν κάποια περεταίρω προεπεξεργασία.
- **Ανακύκλωση.** Η ανακύκλωση περιλαμβάνει τη μετατροπή αποβλήτων ξανά σε υλικά, ουσίες ή προϊόντα μέσω εργασιών ανάκτησης είτε για να χρησιμοποιηθούν για τον ίδιο σκοπό είτε για κάποια άλλη χρήση και επιπλέον την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών (π.χ. λιπασματοποίηση). Στην ανακύκλωση δεν περιλαμβάνεται η ανάκτηση ενέργειας η επανεπεξεργασία υλικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή σε εργασίες επίχωσης.
- **Άλλου είδους ανάκτηση (π.χ. ανάκτηση ενέργειας).** Η ανάκτηση αφορά εργασίες όπου συνιστούν την χρήση και αξιοποίηση αποβλήτων ή την προετοιμασία αυτών για κάποια συγκεκριμένη εργασία, αντικαθιστώντας την χρήση κάποιων άλλων υλικών.
- **Διάθεση.** Αφορά οποιαδήποτε εργασία που δεν συνιστά ανάκτηση, ακόμη και αν έχει ως δευτερογενή συνέπεια την ανάκτηση ουσιών ή ενέργειας (π.χ. υγειονομική ταφή, αποτέφρωση)(Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2018).

3.1.7 Μείωση επιπτώσεων στο περιβάλλον από ορισμένα πλαστικά προϊόντα

Λόγω της δυσκολίας της συλλογής, διαχείρισης και εξάλειψης των πλαστικών μιας χρήσης τέθηκε πλαίσιο για τον σταδιακό περιορισμό τους στην οδηγία 2019/904/ΕΕ για τα πλαστικά μίας χρήσης, η οποία δημοσιεύτηκε τον Ιούνιο του 2019. Πιο συγκεκριμένα από τις 3 Ιουλίου 2021 στα κράτη μέλη απαγορεύτηκε η διάθεση στην αγορά πλαστικών προϊόντων από οξοδιασπώμενη πλαστική ύλη και πλαστικά προϊόντα μιας χρήσης όπως καλαμάκια, αναδευτήρες, μπατονέτες, πιάτα και μαχαιροπίρουνα καθώς και τα δοχεία τροφίμων και ποτών μίας χρήσης από διογκωμένη πολυστερίνη.



Επιπλέον η οδηγία περιλαμβάνει οδηγίες και προδιαγραφές σχετικά με τον σχεδιασμό και τη σήμανση των πλαστικών προϊόντων. Όσον αφορά τον σχεδιασμό, δυνατότητα κυκλοφορίας στην αγορά μετά τις 3 Ιουλίου 2024 θα έχουν μόνο τα πλαστικά μπουκάλια και δοχεία ποτού έως τρία λίτρα τα οποία θα έχουν τα καπάκια και τα καλύμματα προσαρτημένα στη συσκευασία κατά τη χρήση των προϊόντων. Όσον αφορά τη σήμανση υποχρεώνει τα κράτη-μέλη να διασφαλίσουν ότι σε ορισμένα πλαστικά προϊόντα μίας χρήσης θα αναγράφεται ανεξίτηλη και ευανάγνωστη σήμανση σε εμφανές σημείο όπου θα παρέχει στους καταναλωτές τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με το προϊόν και τον τρόπο διαχείρισης του ως απόβλητο, τις επιλογές απόρριψής του και τις συνέπειές που έχει αν καταλήξει στο περιβάλλον.

Επιπλέον ορίστηκε ως στόχος για το 2025 και 2030 η χρήση 25% και 30% ανακυκλωμένου PET (rPET) αντίστοιχα, σε όλα τα πλαστικά μπουκάλια. Προβλέπεται επιπλέον η ξεχωριστή συλλογή πλαστικών μπουκαλιών σε συστήματα ανακύκλωσης με στόχο τη συλλογή του 77% και 90% αυτών για τα έτη 2025 και 2029 αντίστοιχα. Μάλιστα προτείνεται η εφαρμογή συστημάτων ανταπόδοσης, στόχοι χωριστής συλλογής και εφαρμογή της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού για βέλτιστα αποτελέσματα. Σε όρους εφαρμογής, τα κράτη-μέλη όφειλαν να έχουν ενσωματώσει τα παραπάνω στο θεσμικό τους πλαίσιο έως τον Ιούλιο του 2020 (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2019).

3.2 Εθνική πολιτική για την κυκλική οικονομία και τα απόβλητα

Σύμφωνα με το εθνικό πλαίσιο για την κυκλική οικονομία το οποίο συμμορφώνεται πλήρως με τις ευρωπαϊκές οδηγίες, έχουν διαμορφωθεί και βρίσκονται στο επίκεντρο το Νέο Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική οικονομία, το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ), το Εθνικό Πρόγραμμα Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων και οδηγίες για τη διαχείριση συγκεκριμένων ρευμάτων αποβλήτων όπου θα αναλυθεί περισσότερο το ΕΣΔΑ. Επιπλέον στην πολιτική αυτή εντάσσονται και το Εθνικό Σχέδιο για τις Πράσινες Δημόσιες Επενδύσεις, το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα και ο Εθνικός Κλιματικός Νόμος τα οποία δεν θα αναλυθούν αλλά αναφέρονται για λόγους πληρότητας.

3.2.1 Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία

Σύμφωνα με νέο ευρωπαϊκό σχέδιο για την κυκλική οικονομία του 2020 το οποίο προαναφέρθηκε, η Ελλάδα προχώρησε στην έγκριση του Εθνικού Σχεδίου Δράσης για την Κυκλική Οικονομία από το Υπουργικό Συμβούλιο τον Απρίλιο του 2022 (ΦΕΚ 84/Α/3-5-2022). Σε αυτό περιλαμβάνεται η υφιστάμενη κατάσταση της Ελλάδας σχετικά με τη διαχείριση αποβλήτων και της κυκλικότητας καθώς αναφέρονται και οι λόγοι που αποτελούν εμπόδιο στη μετάβαση προς την κυκλική οικονομία.

Το Σχέδιο Δράσης ορίζει πέντε πυλώνες (**Εικόνα 6**) στον καθένα από τους οποίους ορίζονται δράσεις με στόχο να προάγουν την κυκλική οικονομία. Οι πυλώνες αυτοί ορίζουν 66 δράσεις εντός της περιόδου 2021-2025 και πιο συγκεκριμένα 45 εξ αυτών αφορούν τους πυλώνες της βιώσιμης παραγωγής και βιομηχανικής πολιτικής, τα θέματα βιώσιμης κατανάλωσης, η μείωση των αποβλήτων με ταυτόχρονη βελτίωση της αξίας τους (urcycle) και τις λουπές οριζόντιες δράσεις, ενώ 21 αφορούν ειδικές δράσεις για προϊόντα που πρέπει να αντιμετωπιστούν κατά προτεραιότητα (Ηλεκτρονικά και Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), μπαταρίες και οχήματα, συσκευασία, πλαστικά, υφάσματα, κατασκευές και κτήρια, τρόφιμα, νερό και θρεπτικές ουσίες).



Εικόνα 6 Οι 5 πυλώνες του Σχεδίου Δράσης για την Κυκλική Οικονομία.

Πηγή: ΥΠΕΝ

Επιπλέον το Σχέδιο περιλαμβάνει και ορίζει ένα πλαίσιο παρακολούθησης της υλοποίησής του, υπό τον συντονισμό της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και ταυτόχρονα περιλαμβάνει την σύσταση ενός νέου Παρατηρητηρίου για την Κυκλική Οικονομία ώστε να είναι εφικτή η παρακολούθηση της κατάστασης σχετικά με τη μετάβαση προς αυτή καθώς και ο ορισμός κάποιων συγκεκριμένων δεικτών μέσω των οποίων θα αξιολογείται η πρόοδος αυτή. Τέλος το σχέδιο αναφέρει και τα διαθέσιμα χρηματοδοτικά εργαλεία για την ενίσχυση της προσπάθειας αυτής (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2021)

3.2.2 Εθνικό Πρόγραμμα Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων

Παράλληλα με το ΕΣΔΑ εφαρμόζεται και το Εθνικό Πρόγραμμα Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων το οποίο ενέκρινε το Υπουργικό Συμβούλιο τον Μάιο του 2022 (ΦΕΚ Α', 3/5/2022 Πράξη 11 της 29.4.2022, Έγκριση του Εθνικού Προγράμματος Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων). Στο Πρόγραμμα επισημαίνονται οι ελλείψεις σχετικά με την πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων και η μη σύνταξη οργανωμένων σχεδίων καθώς και τα προβλήματα σχετικά με τις δράσεις επικοινωνίας, λόγω του ότι δεν γίνονται συλλογικά και ενιαία αλλά με αποσπασματικό τρόπο χωρίς συνεπώς να επιτυγχάνουν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Το Σχέδιο σχετικά με τη πρόληψη αποβλήτων ορίζει αρχικά βασικά μέτρα για απόβλητα με προτεραιότητα όπως απόβλητα τροφίμων, χαρτί, υλικά και συσκευασίες, ΑΗΗΕ, ενώ ταυτόχρονα και για τα υπόλοιπα απόβλητα όπως τα αστικά απόβλητα, τα ΑΕΚΚ και τα βιομηχανικά απόβλητα. Εφόσον το πρόγραμμα τρέχει παράλληλα με το ΕΣΔΑ ακολουθεί τους στόχους που έχουν ήδη τεθεί και τα ρεύματα αποβλήτων που ορίζει και συνεπώς ακολουθεί τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, έτσι όπως αυτές διαμορφώνονται τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο.

Ορισμένοι από τους στόχους οι οποίοι περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα περιλαμβάνουν την προώθηση, ενημέρωση και ευαισθητοποίηση σχετικά με την κυκλική κατανάλωση, την μείωση ορισμένων ρευμάτων αποβλήτων όπως περιλαμβάνονται και στην ευρωπαϊκή νομοθεσία, την ενίσχυση και κατανόηση της δυνατότητας των αποβλήτων να αποτελέσουν δευτερογενής πρώτες ύλες ενισχύοντας την κυκλική οικονομία, την οργάνωση δράσεων με στόχο την πρόληψη και αποφυγή αποβλήτων και τις μεθόδους ελαχιστοποίησης βλαβερών ουσιών στα ανακυκλώσιμα υλικά (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2022).



3.2.3 Νέο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων

Όσον αφορά τους στόχους που τέθηκαν μεταξύ των ευρωπαϊκών μελών για την ανακύκλωση των κατηγοριών αποβλήτων η Ελλάδα σημειώνει από τις τελευταίες θέσεις. Στην αξιολόγηση του ΕΣΔΑ 2015-2020 διαπιστώθηκε ότι ο λόγος που δεν επιτεύχθηκαν οι στόχοι για τα Αστικά Στερεά Απόβλητα(ΑΣΑ) είναι το γεγονός ότι ήταν υπερφιλόδοξοι και δεν ανταποκρίνονταν στο τι είναι πραγματικά εφικτό όσον αφορά το χρονικό πλαίσιο που καθορίστηκε. Η αξιολόγηση αυτή περιλαμβάνεται στο Νέο ΕΣΔΑ 2020-2030 όπου και λαμβάνονται υπόψη τυχόν λάθη για να οριστούν νέες βάσεις. Το νέο ΕΣΔΑ προβλέπει σταθεροποίηση των παραγόμενων κατά κεφαλή ΑΣΑ για την περίοδο των ετών 2020-2030 (Αποστολία Δ. Κρεμαλή, 2021).

Το Νέο Εθνικό Σχέδιο Δράσης (ΕΣΔΑ) 2020-2030 (άρθρο 35 παρ. 6 Ν. 4042/2012, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 83 παρ.1 του Ν. 4685/2020) μετά από εισήγηση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας η σχετική διαδικασία διαβούλευσης εγκρίθηκε από το Υπουργικό Συμβούλιο στις 29 Σεπτεμβρίου 2020 όπου δημοσιεύτηκε στο Φύλλο Εφημερίδας της Κυβέρνησης (ΦΕΚ τεύχος Α'/185/29-9-2020). Μέσω της έγκρισης του εκπονηθέντος ΕΣΔΑ από το ΥΠΕΝ το Υπουργικό Συμβούλιο, δεσμεύεται πολιτικά και στο σύνολο των Υπουργείων για την εφαρμογή του. Η αξιολόγηση του ΕΣΔΑ θα γίνεται τουλάχιστον ανά πενταετία, σύμφωνα με το άρθρο 22 Ν. 4042/2021 καθώς εάν κριθεί απαραίτητο θα αναθεωρηθεί. Στο επίκεντρο του Νέου ΕΣΔΑ ήταν η απόλυτη συμμόρφωσή του με την ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία για τη διαχείριση αποβλήτων.

Η προστασία του περιβάλλοντος, της ανθρώπινης υγείας και ποιότητας ζωής βρίσκονται στο επίκεντρο της εθνικής στρατηγικής. Ταυτόχρονα η εφαρμογή της ιεράρχησης αποβλήτων και της διαχείρισης αυτών, αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της υγειονομικής ταφής η οποία αποτελεί την πιο κοινή μέθοδο διαχείρισης έως σήμερα. Συνεπώς μέσω του ΕΣΔΑ το Ελληνικό Κράτος έχει ως στόχο να ορίζει τον πολιτικό και στρατηγικό σχεδιασμό του, όπου θα καθορίζει τους στόχους και τα μέτρα για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων και μάλιστα εναρμονισμένα με την ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία. Το Νέο ΕΣΔΑ αναλύει τη τρέχουσα κατάσταση διαχείρισης αποβλήτων ανά ρεύμα, ορίζει τους νέους στόχους για την ορθή διαχείριση και τον τρόπο διαχείρισης των παραγόμενων αποβλήτων όπως και τα κατάλληλα μέτρα ώστε να επιτευχθούν αυτοί. Επιπλέον γίνεται αξιολόγηση του τρόπου μέσω του οποίου θα υποστηριχθεί η διαδικασία επίτευξης των στόχων μέσω του στρατηγικού σχεδιασμού και ορίζονται οι αρμοδιότητες μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών φορέων για τη διαχείριση των αποβλήτων. Επιπλέον για τον καθορισμό των επιμέρους στόχων για την κυκλικότητα καταρτίζονται Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ).

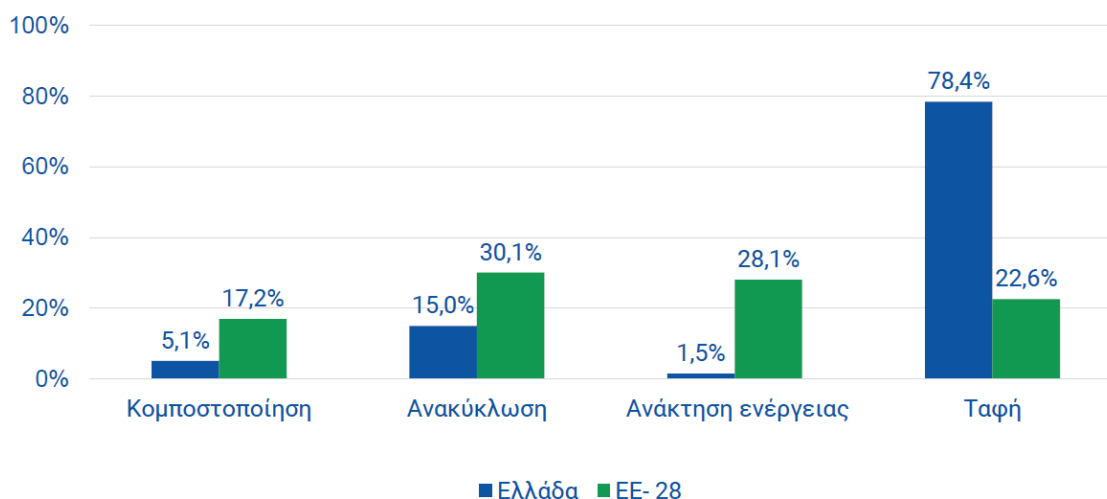
Στο Νέο ΕΣΔΑ καλύπτονται επτά διαφορετικές κατηγορίες- ρεύματα μη επικίνδυνων και επικίνδυνων αποβλήτων και για την καθενιά προβλέπεται διαφορετικός τρόπος διαχείρισης. Οι κατηγορίες αναφέρονται επιγραμματικά όπου στην κατηγορία των Αποβλήτων Αστικού Τύπου περιλαμβάνονται τα Αστικά Στερεά Απόβλητα(ΑΣΑ) και οι Ιλύες Αστικού Τύπου, στα Βιομηχανικά Απόβλητα περιλαμβάνονται τα Βιομηχανικά μη επικίνδυνα απόβλητα(ΒΜΕΑ) και τα επικίνδυνα απόβλητα (ΒΕΑ) αλλά δεν περιλαμβάνονται όσα εντάσσονται στην εναλλακτική διαχείριση ή σε άλλες κατηγορίες. Επιπλέον διακρίνονται οι γενικές κατηγορίες Γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων και αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ). Στα λοιπά επικίνδυνα απόβλητα περιλαμβάνονται τα απόβλητα που περιέχουν αμίαντο, απόβλητα συσκευασιών επικίνδυνων ουσιών και απόβλητα που

περιέχουν πολυχλωριωμέναδιφαινούλια/τριφαινούλια (PCB/PCT). Στα λοιπά ρεύματα αποβλήτων που εμπίπτουν στην εναλλακτική διαχείριση ανήκουν τα Απόβλητα (Λιπαντικών) Ελαίων (ΑΕ), τα Οχήματα Τέλους Κύκλου Ζωής (ΟΤΚΖ), τα Απόβλητα Συσσωρευτών Οχημάτων και Βιομηχανίας (ΑΣΟΒ) , τα Απόβλητα Ηλεκτρικού Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) και τα Μεταχειρισμένα Ελαστικά Οχημάτων (ΜΕΟ). Τέλος η τελευταία κατηγορία που αναλύεται στο ΕΣΔΑ αφορά τα Επικίνδυνα Απόβλητα Υγειονομικών Μονάδων (ΕΑΥΜ) όπου περιλαμβάνει τα Επικίνδυνα Απόβλητα Αμιγώς Μολυσματικά (ΕΑΑΜ), τα Μικτά Επικίνδυνα Απόβλητα(ΜΕΑ) και τα άλλα Επικίνδυνα Απόβλητα (ΑΕΑ) (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2022).

Σε ορισμένα από τα παραγόμενα ρεύματα αποβλήτων χρειάζεται να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή διότι χρίζουν ειδικής διαχείρισης λόγω της σύστασής τους τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά και κατά συνέπεια λόγω των εξειδικευμένων εγκαταστάσεων που απαιτούνται για τη διαχείρισή τους. Οι ειδικές απαιτήσεις των ρευμάτων αυτών περιλαμβάνονται στο άρθρου 35 παρ. 1 του Ν. 4042/2012, στο ΕΣΔΑ όπου εμπεριέχονται Ειδικά Εθνικά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΕΣΔΑ).

✓ Βασικοί Στόχοι του Νέου ΕΣΔΑ

Στο παρακάτω **Διάγραμμα 12** μπορούμε να δούμε συγκριτικά την επίδοση του συνόλου των Ευρωπαϊκών Χωρών, δηλαδή των μέσο όρο των επιδόσεων του Ευρωπαϊκού Συνόλου, συγκριτικά με το ποσοστό των επιδόσεων της Ελλάδας σχετικά με την διαχείριση αποβλήτων. Παρατηρούμε ότι τα ποσοστά της Ελλάδας αποκλίνουν κατά μεγάλο ποσοστό με τον μέσο όρο της Ευρώπης. Συνεπώς σκοπός είναι, μέσω του ΕΣΔΑ οι στόχοι και τα μέτρα που θα ληφθούν να βελτιώσουν τις επιδόσεις αυτές.

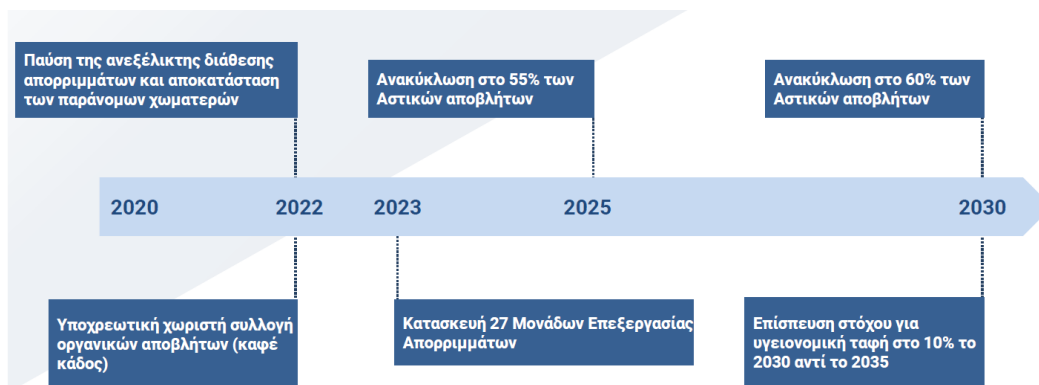


Διάγραμμα 12 Συγκριτική αποτύπωση των ποσοστών της Ελλάδας έναντι του Ευρωπαϊκού Μ.Ο. σε ότι αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων για το έτος 2018.

Πηγή: Εφημερίδα της Κυβέρνησης

Μερικοί από τους στόχους για το νέο ΕΣΔΑ 2020-2030 είναι οι εξής:

- Η μείωση της υγειονομικής ταφής των Αστικών Στερεών Αποβλήτων σε ποσοστό 10% έως το 2030, πέντε έτη νωρίτερα από αυτό που ορίζουν οι ευρωπαϊκές διατάξεις.
- Να σταματήσει η ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμμάτων και ταυτόχρονα να αποκατασταθούν οι παράνομες χωματερές έως το έτος 2022.
- Η ανακύκλωση συμπεριλαμβανομένων και των βιοαποβλήτων να αυξηθεί και να αγγίζει το 55% έως το 2025 και το 60% έως το 2030.
- Μέχρι το 2022 προβλεπόταν να αυξηθεί η χωριστή συλλογή για τα οργανικά απόβλητα, δηλαδή η τοποθέτηση καφέ κάδων και ταυτόχρονα να αναπτυχθούν οι σχετικές υποδομές σε όλη τη χώρα.
- Όλη η χώρα έως το 2030 να καλυφθεί με 43 Μονάδες Επεξεργασίας Απορριμμάτων (ΜΕΑ) και 43 – 46 Μονάδες Επεξεργασίας Βιοαποβλήτων (ΜΕΒΑ).
- Να ακολουθήσει η Ελλάδα την τακτική των υπόλοιπων Ευρωπαϊκών Χωρών όπου τα υπολείμματα των ΜΕΑ αξιοποιούνται ενεργειακά στις μονάδες παραγωγής ενέργειας και για να καταστεί αυτό ικανό να προχωρήσει η λειτουργία τεσσάρων μονάδων παραγωγής ενέργειας (Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2020).



Εικόνα 7 Χρονοδιάγραμμα του Νέου ΕΣΔΑ.

Πηγή: Εφημερίδα της Κυβέρνησης

✓ Βασικά Μέτρα του Νέου ΕΣΔΑ για την επίτευξη των στόχων του

Τα βασικότερα μέτρα τα οποία θα ληφθούν για την επίτευξη των παραπάνω στόχων (**Εικόνα 7**) είναι τα εξής:

- Για την αποτροπή της ταφής αποβλήτων και υπολειμμάτων από τις Μονάδες Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων προβλέπεται η εφαρμογή και εκσυγχρονισμός του "τέλους ταφής" αποβλήτων σε ΧΥΤΑ (χώροι ειδικά διαμορφωμένοι στους οποίους γίνεται η ταφή των απορριμμάτων των πόλεων) ή σε ΧΥΤΥ(Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων, μετά την ανακύκλωση-διαλογή στην πηγή). Επιπλέον η εφαρμογή της αρχής "Πληρώνω όσο Πετάω" όπου πρόκειται για ένα σύστημα χρέωσης δημοτικών τελών στον τομέα της διαχείρισης των αστικών



αποβλήτων. Το σύστημα αυτό αποτελεί οικονομικό κίνητρο τόσο στα νοικοκυριά όσο και στις επιχειρήσεις με σκοπό τη μείωση του όγκου των αποβλήτων που παράγουν και την ενίσχυση της ανακύκλωσης.

- Η χωριστή συλλογή θα προωθηθεί μέσω της ενίσχυσης του δικτύου συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών το οποίο θα απαρτίζεται από τα τέσσερα ρεύματα υλικών ανακύκλωσης το χαρτί, το αλουμίνιο, το πλαστικό και τι γυαλί.
- Η μείωση της υγειονομικής ταφής θα προωθείται επίσης μέσω της προώθησης της παραγωγής εναλλακτικών καυσίμων.
- Ενίσχυση της διαλογής στην πηγή μέσω της επέκτασης τόσο του δικτύου συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών όσο και των βιοαποβλήτων. Οι κάδοι όπου συλλέγονται τα ανακυκλώσιμα υλικά καθώς και τα αντίστοιχα απορριμματοφόρα προβλέπεται να αυξηθούν. Όσον αφορά τα οργανικά απόβλητα, θα συλλέγονται σε ξεχωριστό δίκτυο συλλογής το οποίο θα απαρτίζεται από τους καφέ κάδους και η ανάπτυξή του δικτύου συλλογής είχε οριστεί για το έτος 2022.
- Την αύξηση και αναβάθμιση των Κέντρων Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ) προκειμένου να ανταποκρίνονται στις νέες αυξημένες ανάγκες ανακύκλωσης της χώρας. Η προβλεπόμενη αύξηση της ποσότητας των αποβλήτων προς ανακύκλωση δημιουργεί την ανάγκη να ανταπεξέλθουν ποσοτικά και ποιοτικά τα ΚΔΑΥ. Για αυτό το λόγο προβλέπεται η ενίσχυση και αναβάθμιση των Κέντρων αυτών.
- Ενίσχυση του Εθνικού δικτύου με Μονάδες Επεξεργασίας Βιοαποβλήτων (ΜΕΒΑ) και με Μονάδες Ανάκτησης, Ανακύκλωσης (ΜΑΑ) με σκοπό την επάρκεια του όπου συμπεριλαμβάνονται τόσο οι υφιστάμενες μονάδες ή αυτές που έχει οριστεί να μετατραπούν σε ΜΑΑ σύμφωνα με το Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ).
- Την ανάκτηση ενέργειας από την επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων (βιομάζα) αλλά και την παραγωγή δευτερογενών υλικών (κόμποστ) στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας.
- Ο πρώτος Χώρος Υγειονομικής Ταφής Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΧΥΤΕΑ) θα δημιουργηθεί με στόχο την ολιστική διαχείριση των αποβλήτων της Ελλάδας σύμφωνα και με τις διατάξεις της ΕΕ
- Για τα πλαστικά απόβλητα των θερμοκηπίων και οι πλαστικές συσκευασίες φυτοφαρμάκων θα δημιουργηθεί ένα σύστημα όπου η ευθύνη θα διαβιβάζεται πλήρως στον παραγωγό και ταυτόχρονα θα προωθείται η χωριστή συλλογή και ανάκτηση πλαστικών συσκευασιών γεωργοκτηνοτροφικής προέλευσης
- Θα επεκταθεί η Διευρυμένη Ευθύνη του παραγωγού και για επιπλέον κατηγορίες όπως στρώματα, έπιπλα, παιχνίδια, απόβλητα φωτοβολταϊκών και αιολικών πάρκων, ληγμένα φάρμακα κλπ.
- Η ευαισθητοποίηση των πολιτών και η συνεχής ενημέρωσή τους αποτελούν σημαντικό παράγοντα στην επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί. Επιπλέον η ενίσχυση της εμπιστοσύνης στους δημόσιους φορείς είναι προαπαιτούμενος και σύμφωνα με έρευνες είναι μια από τις αιτίες δυσπιστίας των πολιτών και άρνησης συμμετοχής στην ανακύκλωση.
- Η ανάπτυξη των μονάδων παραγωγής ενέργειας και η αύξηση της αξιοποίησης των υπολειμμάτων των αποβλήτων ενεργειακά, έχουν ως στόχο την μείωση ταφής αποβλήτων. Η πρακτική αυτή της ενεργειακής αξιοποίησης εφαρμόζεται σε όλα σχεδόν τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και πιο συγκεκριμένα υφίσταται πάνω από 400 τέτοιες μονάδες.



- Μέριμνα ώστε τα ιατρικά απόβλητα μικρών νοσοκομειακών μονάδων και κυρίως αυτά των ιατρείων, κτηνιατρείων και οδοντιατρείων να συλλέγονται ξεχωριστά από τα λοιπά απόβλητα(Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 2020).

3.2.4 Ενσωμάτωση ευρωπαϊκών οδηγιών για τη διαχείριση αποβλήτων

Σύμφωνα με τον Ν. 4819/2021 προβλεπόταν από 1/1/2022 η εφαρμογή τέλους ταφής με στόχο τον περιορισμό της υγειονομικής ταφής τόσο για τα αστικά απόβλητα όσο και για τις ποσότητες που προκύπτουν από μονάδες επεξεργασίας όπως Κέντρα Διαλογής και Ανακύκλωσης Υλικών, μονάδες Επεξεργασίας Βιολογικών Αποβλήτων και μονάδες Μηχανικής Βιολογικής Επεξεργασίας. Υπεύθυνοι για την καταβολή του τέλους ταφής ορίζονται οι Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) και οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ). Τα έσοδα που θα προκύπτουν από την καταβολή του τέλους ταφής, θα διαχειρίζονται από τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ) ο οποίος θα αναλαμβάνει την ενίσχυση δράσεων πρόληψης, ανακύκλωσης και χωριστής συλλογή αστικών και λοιπών αποβλήτων μέσω της χρηματοδότησης των ΦοΔΣΑ και των ΟΤΑ Α'.

Το τέλος ταφής θα καταβάλλεται ανά εξάμηνο σύμφωνα με τις πραγματικές ποσότητες που καταλήγουν στους ΧΥΤ και από το οποίο εξαιρούνται νησιά κάτω των 1.000 κατοίκων. Έχει οριστεί το ύψος του τέλους ταφής το οποίο αρχικά ορίζεται στα 20€ ανά τόνο κατά την έναρξη εφαρμογής του από το 2022 και θα αυξάνεται κατά 5€ ανά τόνο κάθε έτος με μέγιστο ποσό 55€ ανά τόνο το 2027 όπου και προβλέπεται να μείνει σταθερό.

Επιπλέον εφαρμόζεται το σύστημα «Πληρώνω Όσο Πετάω» από 1/1/2023 μέσω του οποίου χρεώνονται οι παραγωγοί αστικών αποβλήτων με βάση τη πραγματική παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων. Η εφαρμογή αρχικά αφορά τους ΟΤΑ Α' βαθμού με πληθυσμό πάνω από 100.000 κατοίκων, για τουριστικές περιοχές εφαρμόζεται σε ΟΤΑ με πάνω από 10.000 κατοίκους και πιο συγκεκριμένα εφαρμόζεται για τα ΑΣΑ από τις ξενοδοχειακές μονάδες με πάνω από 100 κλίνες καθώς επίσης και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Προβλέπεται ταυτόχρονα η εφαρμογή του σε όσους ΟΤΑ εξυπηρετούνται από μονάδα επεξεργασίας βιοαποβλήτων με πάνω από 20.000 κατοίκους. Τέλος όσον αφορά μικρότερους ΟΤΑ που δεν ανήκουν στις προαναφερθέντες κατηγορίες η έναρξη εφαρμογής του ορίζεται για τον Ιανουάριο του 2028 (Νίκος Βέττας et al., 2022).



4. Δομημένη Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

4.1 Μέθοδος έρευνας

Για την ορθή εκπόνηση μιας συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης πρώτο βήμα πρέπει να είναι ο ακριβής προσδιορισμός του θέματος και η προσέγγισή του. Στην παρούσα διπλωματική εργασία οι θεματικοί άξονες που ορίστηκαν είναι η Κυκλική Οικονομία, η Διαχείριση Αποβλήτων και η Ανακύκλωση σε Ελλάδα και Ευρώπη με στόχο την συλλογή πληροφοριών τόσο για την εφαρμογή τους έως σήμερα όσο και για την ανάγκη για στροφή προς τις συγκεκριμένες πρακτικές, με στόχο την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Ταυτόχρονα στόχος ήταν η αναζήτηση καλών πρακτικών εφαρμογής και η αξιολόγηση αυτών όσο και η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών στην εφαρμογή τους.

ο Επιλογή Βιβλιογραφικών Πηγών

Για την αναζήτηση των βιβλιογραφικών πηγών χρησιμοποιήθηκε κατά την βιβλιογραφική έρευνα η βάση δεδομένων Elsevier Scopus η οποία αποτελεί ιδιαίτερα αξιόπιστη πηγή για την χρήση ακαδημαϊκών άρθρων και ερευνών. Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο παρέχει την δυνατότητα σύνδεσης διαμέσου Heal Link ή VPN του Ε.Μ.Π. για την ελεύθερη πρόσβαση στην συγκεκριμένη πλατφόρμα.

ο Επιλογή Λέξεων-Κλειδιών

Για την αναζήτηση των σχετικών βιβλιογραφικών πηγών στην βιβλιογραφική βάση δεδομένων χρειάζεται να καθοριστούν ορισμένες λέξεις-κλειδιά, με τη χρήση της άλγεβρας Boolean, για την ποσοτική και ποιοτική άντληση των αποτελεσμάτων. Επιπλέον για τις λέξεις-κλειδιά έγινε αναζήτηση στον τίτλο και την περίληψη των βιβλιογραφικών πηγών για ακόμη πιο αποτελεσματικό φιλτράρισμα κατά την αναζήτηση.

Πιο συγκεκριμένα, οι φράσεις κλειδιά που επιλέχθηκαν είναι:

1) "circular economy", 2) "recycling", 3) "European Union", 4) "Europe"

Η ενοποίηση των φράσεων πραγματοποιήθηκε με την χρήση των λογικών τελεστών AND και OR , ως εξής:

```
(TITLE-ABS-KEY(recycle* AND "circular economy" AND ("European Union" OR Europe) OR ) AND  
PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2024 AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE,"ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE,"re" )  
OR LIMIT-TO ( DOCTYPE,"ch" ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA,"ENVI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA,"ENER" )  
OR LIMIT-TO ( SUBJAREA,"ENGI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA,"EART" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE,"English" ) ) )
```



- **Καθορισμός Χρονικού Εύρους και Πεδίου Αναζήτησης**

Όσον αφορά το χρονολογικό εύρος μεταξύ του οποίου έγινε η αναζήτηση των βιβλιογραφικών πηγών, ορίστηκε από το 2018 έως και το 2023. Ταυτόχρονα έγινε χρήση των θεματικών ενότητων Επιστήμες Περιβάλλοντος (Environmental Science), Μηχανικής (Engineering) και Ενέργειας (Energy).

- **Σταχυολόγηση Δημοσιεύσεων**

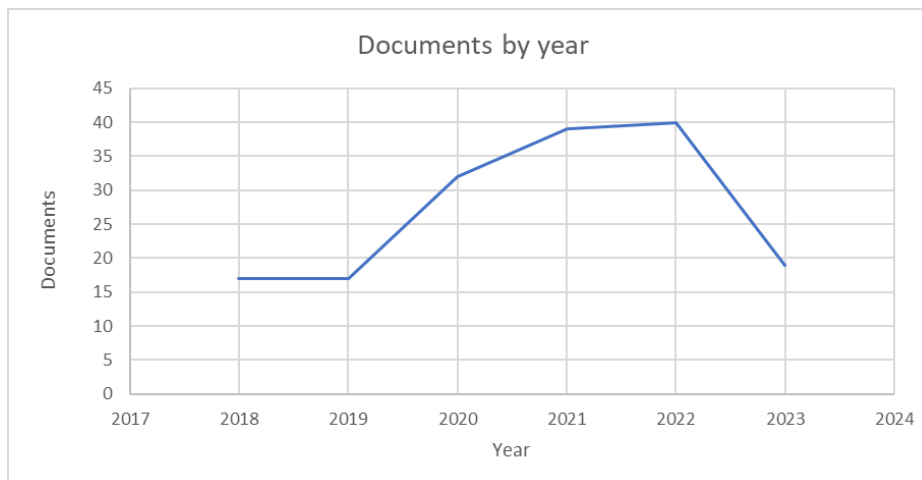
Στα κριτήρια εύρεσης στους διάφορους τύπους εγγράφων, επιλέχθηκαν τα Άρθρα (Articles), οι Ανασκοπήσεις (Reviews), τα Κεφάλαια Βιβλίων (Book Chapters) και τα Βιβλία (Books). Τα αποτελέσματα μετά το φιλτράρισμα ήταν 143 δημοσιεύσεις στο σύνολο. Στη συνέχεια, έγινε στοιχειοθέτηση βάσει ημερομηνίας δημοσίευσης, μελετήθηκαν οι σύντομες περιλήψεις ώστε να γίνει αξιολόγηση της σχετικότητάς τους με το θέμα της διπλωματικής εργασίας. Σε 17 από αυτές δεν ήταν εφικτή η πρόσβαση και τελικά από τις 126 επιλέχθηκαν 94 με άμεση συσχέτιση με το θέμα της διπλωματικής και απορρίφθηκαν 32. Το τελευταίο βήμα της ανάγνωσης των περιλήψεων των δημοσιευμάτων αποτελεί από τα βασικότερα βήματα ώστε να φιλτραριστούν σε ένα πρώτο επίπεδο ως προς τη χρησιμότητα και την σχετικότητα τους με το θέμα.

- **Ομαδοποίηση**

Για περαιτέρω μελέτη τα 94 έγγραφα αποθηκεύτηκαν σε βιβλιοθήκη η οποία δημιουργήθηκε για την καλύτερη οργάνωση της βιβλιογραφίας ανά θεματική ενότητα. Πιο συγκεκριμένα χωρίστηκαν τρεις ενότητες όσον αφορά την κυκλική οικονομία, τη διαχείριση αποβλήτων και ανακύκλωση και τέλος διαχείριση αποβλήτων και ανακύκλωση με ενσωμάτωση της τεχνολογίας. Στις ενότητες αυτές της βιβλιοθήκης, κατατάχτηκαν τα έγγραφα ανάλογα με την θεματολογία τους. Ορισμένα έγγραφα τοποθετήθηκαν σε πάνω από μια κατηγορία καθώς μπορεί να προτείνουν περισσότερα του ενός θέματα. Επιπλέον στο **12. Παράρτημα** παρουσιάζεται αναλυτικός πίνακας που παρουσιάζει ποιο πεδίο θίγει η εκάστοτε δημοσίευση, τις απορριπτέες και τις αποδεκτές από αυτές στις οποίες ήταν εφικτή η πρόσβαση.

- **Στατιστικά Αποτελέσματα**

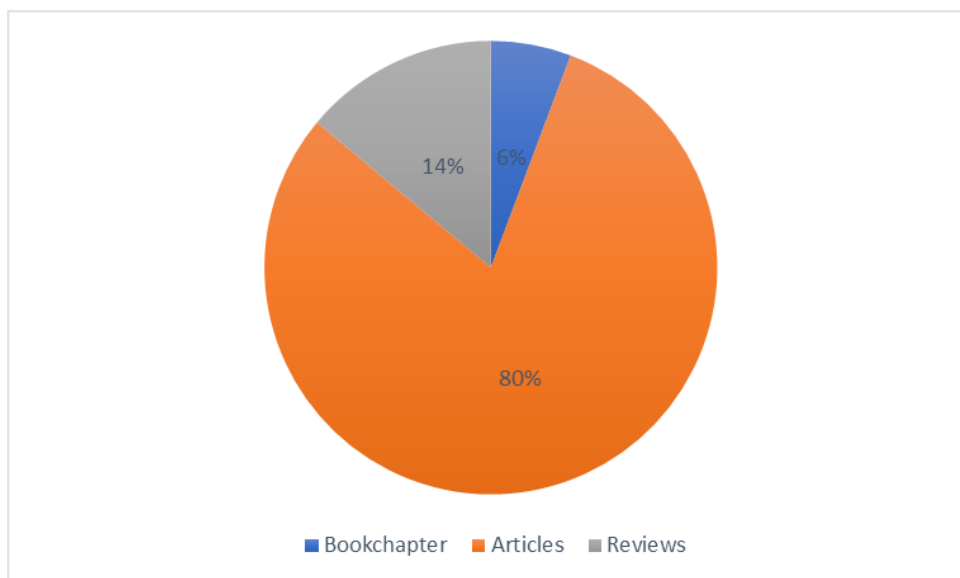
Στο παρακάτω **Διάγραμμα 13** φαίνεται ο αριθμός των 126 εγγράφων που προέκυψαν από την αρχική αναζήτηση ανάλογα με τον αριθμό αυτών ανά χρονολογία. Πιο συγκεκριμένα τα έτη 2018 και 2019 δημοσιεύτηκαν 13 έγγραφα για το καθένα από αυτά, 24 για το 2020, 30 για το 2021, 32 για το 2022 και 14 για το 2023.



Διάγραμμα 13 Πλήθος εγγράφων που δημοσιεύτηκαν ανά έτος.

Οι περισσότερες δημοσιεύσεις σύμφωνα με το θέμα το οποίο διατυπώνεται αφορούν τα έτη 2021 και 2022 ενώ για το 2023 δεν υπάρχει ακόμη σαφή εικόνα καθώς διανύουμε το έτος αυτό. Συνεπώς τα τελευταία χρόνια απασχολεί ολοένα και περισσότερο η κυκλική οικονομία, η ανακύκλωση και η διαχείριση αποβλήτων εφόσον τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας γύρω από τα συγκεκριμένα θέματα αφορούν ολοένα και περισσότερο την επιστημονική κοινότητα. Επιπλέον ο τομέας της τεχνολογίας στον οποίο προσπαθούν τα στραφούν ώστε να συνεισφέρει η ψηφιοποίηση ορισμένων διαδικασιών, απασχολεί ιδιαίτερα τα τελευταία έτη.

Σύμφωνα με την αναζήτηση από το πλήθος των δημοσιεύσεων 100 από αυτές ήταν Άρθρα (Articles), 18 Ανασκοπήσεις (Reviews) και 8 Κεφάλαια Βιβλίων (Book Chapters) (**Διάγραμμα 14**) όπου αποτελούν ιδιαίτερα αξιόπιστες πηγές και επιπλέον το Scopus αποτελεί βάση δεδομένων όπου οι κατηγορίες αυτές αφορούν το μεγαλύτερο μέρος των δημοσιεύσεων προς αναζήτηση σε αυτό.



Διάγραμμα 14 Πλήθος δημοσιεύσεων ανά είδος δημοσίευσης.



Συνοψίζοντας η βιβλιογραφική έρευνα στη βάση δεδομένων Scopus, βοήθησε ιδιαίτερα στην συγγραφή της τρέχουσας διπλωματικής εργασίας. Ταυτόχρονα όμως συμπληρώθηκε η έρευνα με την αναζήτηση χρήσιμων πληροφοριών σε αρχεία τόσο της ευρωπαϊκής ένωσης όσο και των αρμόδιων εθνικών φορέων για ζητήματα της κυκλικής οικονομίας, της διαχείρισης αποβλήτων και της ανακύκλωσης όπως το νομοθετικό πλαίσιο και αξιολογήσεις σύμφωνα με την εκπλήρωση στόχων καθώς και το εθνικό σχέδιο σχετικά με τα θέματα αυτά. Οι πληροφορίες αυτές αναζητήθηκαν αφού είχαν ήδη αναγνωστεί οι δημοσιεύσεις από το Scopus και αφού προσδιορίστηκαν τα στοιχεία τα οποία απαιτούνταν για την ολοκλήρωση της έρευνας προς όλους τους τομείς. Τέλος έγινε η χρήση και αναζήτηση ορισμένων πληροφοριών εξειδικευμένων φορέων όπως το Ίδρυμα Ellen MacArthur Foundation το οποίο εξειδικεύεται σε θέματα γύρω από την κυκλική οικονομία καθώς και σε ορισμένες ιστοσελίδες οι οποίες αξιολογήθηκαν σύμφωνα με τον συγγραφέα και τις πηγές που αναφέρονταν και τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά στο κείμενο και στο τέλος μαζί με τη βιβλιογραφία που παρατίθενται αναλυτικά.

4.2 Ποιοτική ανάλυση αποτελεσμάτων

Κατά την ποιοτική ανάλυση παρουσιάζονται τα σημαντικότερα σημεία όσον αφορά την κυκλική οικονομία, την διαχείριση αποβλήτων, την ανακύκλωση και την ψηφιοποίηση όλων των διαδικασιών και τέλος παρουσιάζονται τα κύρια συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτή την ανάλυση.

4.2.1 Κυκλική οικονομία

Σε μια γραμμική οικονομία εξορύσσονται πρώτες ύλες οι οποίες μετατρέπονται σε ένα προϊόν το οποίο απορρίπτεται μετά τη χρήση του (Taušoná et al., 2022). Επί του παρόντος, το μοντέλο της γραμμικής οικονομίας, λόγω της καταστροφικής επίδρασής του στο οικοσύστημα του πλανήτη, αναγνωρίζεται ως ασύμβατο με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης (Sabău-Popa et al., 2022). Κατά συνέπεια η κυκλική οικονομία διαφέρει θεμελιωδώς από τη γραμμική διότι σε αυτή κλείνουμε τους κύκλους όλων αυτών των πρώτων υλών όπου το κλείσιμο αυτών των κύκλων απαιτεί πολύ περισσότερα από την απλή ανακύκλωση (Taušoná et al., 2022). Η κυκλική οικονομία αφορά μια ριζικά μειωμένη και πιο αποτελεσματική χρήση των υλικών πόρων και θεωρείται ως μια εναλλακτική λύση στην τρέχουσα γραμμική οικονομία. Επικεντρώνεται στη διατήρηση των πρώτων υλών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εντός της αλυσίδας παραγωγής, με στόχο τη βέλτιστη χρήση και επαναχρησιμοποίησή τους, δηλαδή με την υψηλότερη αξία για την οικονομία και τις λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται και διατηρείται η αξία, τον τρόπο με τον οποίο η παραγωγή γίνεται πιο βιώσιμη και οι στρατηγικές της περιλαμβάνουν την εφαρμογή συστημάτων εφοδιασμού κλειστού κυκλώματος που βασίζονται σε δραστηριότητες όπως η επαναχρησιμοποίηση, η ανακατασκευή και η ανακύκλωση (Bressanelli et al., 2020).

Η επιβίωσή μας εξαρτάται από τους φυσικούς πόρους-μέταλλα, ορυκτά, καύσιμα, νερό, έδαφος, ξύλο, εύφορη γη, καθαρό αέρα και βιοποικιλότητα. Όλα αυτά είναι ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία των οικονομιών όλων των χωρών. Η αποδοτικότητα των πόρων συνεπάγεται τη βιώσιμη χρήση των περιορισμένων πόρων της Γης, μαζί με την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Η ενίσχυση της αποδοτικότητας των πόρων είναι το κλειδί για τη διασφάλιση της ανάπτυξης και την



αύξηση του αριθμού των ευκαιριών εργασίας στην Ευρώπη, καθώς και σε ολόκληρο τον κόσμο. Μέσω της κυκλικής οικονομίας προωθούνται οι οικονομικές ευκαιρίες, μειώνεται το κόστος και βελτιώνεται η ανταγωνιστικότητα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να βρεθούν νέες μέθοδοι διαχείρισης των αποθεμάτων παραγωγής, να μειωθούν οι εισροές, να βελτιστοποιηθούν οι διαδικασίες παραγωγής, η διαχείριση και οι επιχειρηματικές μέθοδοι, να ενισχυθεί η εφοδιαστική αλυσίδα, να αλλάξουν οι τύποι κατανάλωσης και να ελαχιστοποιηθούν τα απόβλητα.

Είναι εξίσου σημαντικό να αναπτυχθούν νέα προϊόντα και υπηρεσίες που απαιτούν λιγότερες εισροές. Αυτό θα μας επιτρέψει να παράγουμε περισσότερο με μικρότερο όγκο συντελεστών παραγωγής και να παρέχουμε προστιθέμενη αξία με μικρότερες εισροές. Η αποδοτικότητα των πόρων θα συμβάλει στην τόνωση των τεχνολογικών καινοτομιών, στη βελτίωση της δυνατότητας απασχόλησης στον ταχέως αναπτυσσόμενο τομέα των πράσινων τεχνολογιών, στο άνοιγμα νέων εξαγωγικών αγορών και στη δημιουργία πλεονεκτημάτων για τους καταναλωτές με τη μορφή πιο βιώσιμων προϊόντων. (Taušoná et al., 2022).

Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στην ΕΕ απαιτεί, αφενός, έξυπνη ρύθμιση και, αφετέρου, τη μακροπρόθεσμη εμπλοκή όλων των φορέων της κοινωνίας σε όλα τα επίπεδα, κράτη μέλη, περιφέρειες, πόλεις, επιχειρήσεις, πολίτες και των ικανότητά τους να αναπτύξουν δίκτυα και κατάλληλα πρότυπα συνεργασίας. Επιπλέον, η κυκλική οικονομία βασίζεται σε επιχειρηματικά μοντέλα επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών. Για το λόγο αυτό, τα κράτη μέλη της ΕΕ έχουν αρχίσει να αναπτύσσουν νέες έννοιες για την αειφόρο διαχείριση, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες για τη διατήρηση του οικοσυστήματος του πλανήτη. Αυτό έχει οδηγήσει σε ένα κυκλικό μοντέλο οικονομίας στο οποίο τα απόβλητα πρόκειται να ενσωματωθούν σε νέες οικονομικές διαδικασίες, φέρνοντας οφέλη για το περιβάλλον και την οικονομία (Sabău-Popa et al., 2022). Επιπλέον σύμφωνα με το πλαίσιο παρακολούθησης της κυκλικής οικονομίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) φαίνεται ότι η μετάβαση έχει συμβάλει στη δημιουργία θέσεων εργασίας (Sánchez-Ortiz et al., 2020).

4.2.2 Διαχείριση αποβλήτων και ανακύκλωση

Οι σημερινές πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων στις ανεπτυγμένες χώρες είναι λανθασμένες και όχι βιώσιμες, επειδή μεγάλη ποσότητα στερεών αποβλήτων καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής. Το σημερινό σύστημα απαιτεί επίσης πολύ χώρο και χρήμα και παρόλα αυτά καταλήγουμε να μολύνουμε το περιβάλλον σε μεγάλο βαθμό. Η προσέγγιση προς την κατεύθυνση της πρόληψης των αποβλήτων και η καθιέρωση της κυκλικής οικονομίας για την κατασκευή προϊόντων από τα απόβλητα θα είναι σημαντικά μέτρα για τη βιώσιμη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Τις τελευταίες δεκαετίες, οι ειδικοί ανέπτυξαν διάφορες κατευθυντήριες γραμμές για τη βελτίωση του σχεδιασμού και της εφαρμογής πολιτικών διαχείρισης αποβλήτων, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την εξοικονόμηση φυσικών πόρων μέσω της ανακύκλωσης. Αρκετές μελέτες έχουν διεξάγει έρευνα σε ανθρώπους σχετικά με το κόστος της ταλαιπωρίας που συνεπάγεται η επένδυση του χρόνου και των προσπαθειών τους για την ανακύκλωση (Ko et al., 2020).

Οι πρακτικές βιώσιμης διαχείρισης των αποβλήτων έχουν γίνει πρόκληση λόγω της καταναλωτικής μας συμπεριφοράς και των μεταβαλλόμενων κοινωνικοοικονομικών συνθηκών. Η διαχείριση των αποβλήτων είναι ένα πολυδιάστατο πρόβλημα που απαιτεί να συμβαδίζουν η τεχνολογία, η οικονομία και οι κοινωνικοπολιτιστικές και πολιτικές δραστηριότητες (Rajendran et al., 2019). Επιπλέον η



διαχείριση των αποβλήτων είναι ένα σύνθετο θέμα καθώς περιλαμβάνει διάφορες κατηγορίες αποβλήτων, ενδιαφερόμενους φορείς και οδηγίες. Στο πλαίσιο αυτού του μακροοικονομικού τομέα, η διατήρηση των πόρων και η υιοθέτηση στρατηγικών για το τέλος του κύκλου ζωής, όπως η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση, προσδίδουν θετικό αντίκτυπο στη βιωσιμότητα (Coelho et al., 2020). Η κυκλική οικονομία είναι ένα μοντέλο που συνεπάγεται αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης για αποτελεσματικά και περιβαλλοντικά συστήματα διαχείρισης αποβλήτων (Roche Cerasi et al., 2021).

Σύμφωνα με τη νομοθεσία για τα απόβλητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης η σωστή εφαρμογή της βασίζεται στην υλοποίηση της ιεράρχησης των αποβλήτων όπου εστιάζει στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση καθώς επίσης ορίζει ως τελευταία επιλογή επεξεργασίας αποβλήτων την υγειονομική ταφή. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο την συλλογική προσπάθεια υιοθέτησης και εφαρμογής των υψηλότερων σταδίων ιεράρχησης των αποβλήτων από όλα τα μέλη της. Στόχος των συντονισμένων αυτών προσπαθειών είναι η ορθή επεξεργασία των αστικών αποβλήτων και των απορριμμάτων συσκευασίας (Camilleri, 2021).

Είναι ζωτικής σημασίας να ανακυκλώνονται όσο το δυνατόν περισσότερα από τα συλλεγόμενα απόβλητα και λιγότερα ανακυκλώσιμα απόβλητα να καταλήγουν σε χωματερές. Δυστυχώς, η συμπεριφορά του ατόμου και η έλλειψη επαρκών εγκαταστάσεων για τα ανακυκλώσιμα υλικά είναι, μεταξύ άλλων, βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τον υψηλό όγκο των απορριμμάτων που καταλήγουν στο περιβάλλον (Gabriel & Cruz, 2023). Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι ενώ οι πολίτες έχουν θετική στάση απέναντι στη διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών, υπάρχουν παράγοντες που τους εμποδίζουν οι οποίοι αφορούν την έλλειψη ευαισθητοποίησης και γνώσης των πολιτών (Roche Cerasi et al., 2021).

Όσον αφορά τα ενδιαφερόμενα μέρη, οι έννοιες της ευθύνης του καταναλωτή και της ευθύνης του παραγωγού είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Πρώτον, μπορεί να είναι χρήσιμο να αυξηθούν οι στάσεις και οι συμπεριφορές των καταναλωτών απέναντι στις συνήθειες ανακύκλωσης, καθώς και η προθυμία τους να συμμετάσχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα ανακύκλωσης για την υποστήριξη της ανάπτυξης τεχνολογιών διαχείρισης αποβλήτων. Επιπρόσθετα είναι ζωτικής σημασίας να βελτιωθούν οι μέθοδοι συλλογής αποβλήτων, ενθαρρύνοντας τη χρήση καινοτόμων μοντέλων. Τέλος απαραίτητες είναι και οι παρεμβάσεις επικοινωνίας που απευθύνονται σε άλλες ομάδες με λιγότερο περιβαλλοντική ανησυχία και κατά συνέπεια θα πρέπει να αναπτυχθούν κίνητρα για να αποδυναμώσουν τις αρνητικές στάσεις για την ανακύκλωση, την αβεβαιότητα ή τον σκεπτικισμό.

Η συσχέτιση έξυπνων τεχνολογιών και στοχευμένων εκστρατειών προβολής παρέχουν στους δήμους λύσεις για την παροχή αποτελεσματικών υπηρεσιών διαχείρισης αποβλήτων, την ενίσχυση της συμμετοχής των πολιτών και την προώθηση της τοπικής οικονομικής ανάπτυξης. Οι στρατηγικές επικοινωνίας είναι ζωτικής σημασίας για την ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με την ευθύνη του και το τι πρέπει να ανακυκλώνεται και να επαναχρησιμοποιείται (Roche Cerasi et al., 2021).

4.2.3 Ψηφιοποίηση διαδικασιών διαχείρισης αποβλήτων

Η ανακύκλωση αποτελεί τεράστια ευθύνη για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων. Η πολυπλοκότητα στη διαλογή και την επιλογή κάδων ανακύκλωσης με το σωστό χρώμα για την απόρριψη των σκουπιδιών, έχει εμποδίσει πολλούς από την εφαρμογή της (Ismail & Ghazali, 2022). Λόγω των ποικίλων



και πολύπλοκων δομών των προϊόντων, η διαδικασία ανακύκλωσης, συμπεριλαμβανομένης της συλλογής, γίνεται όλο και πιο πολύπλοκη και μερικές φορές οικονομικά ανέφικτη (Islam et al., 2022). Συνεπώς για την αποτελεσματική εφαρμογή της Κυκλικής Οικονομίας και της Ανακύκλωσης απαιτείται η ενσωμάτωση μιας σειράς εργαλείων στην αλυσίδα της διαχείρισης αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της ψηφιοποίησης και της ευφυούς ρομποτικής. Απαιτείται βελτίωση της τεχνολογίας από διάφορες απόψεις, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων πόλεων καθώς και της Industry 4.0 (D'Adamo et al., 2022).

Για την ενίσχυση της απόδοσης της αντίστροφης εφοδιαστικής αλυσίδας, καθιστώντας δυνατή μια δευτερογενή αγορά πρώτων υλών, αναπτύσσονται διάφορα εργαλεία και μέθοδοι. Σύμφωνα με (Gabriel & Cruz, 2023) η διασταύρωση της Industry 4.0 και της κυκλικής οικονομίας ανοίγει πεδία όπως οι επιλογές έξυπνων συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων για η βελτίωση της αποτελεσματικότητας διαφόρων υλικών, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες Internet of Things (IoT) η λειτουργία του στηρίζεται στη σύνδεση οποιασδήποτε ηλεκτρικής ή ηλεκτρονικής συσκευής στο Διαδίκτυο. Υπό αυτή την έννοια, η ανάπτυξη τεχνικών λύσεων που βασίζονται στο IoT επιδιώκει τρεις κύριους σκοπούς, τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της συλλογής και του διαχωρισμού των αποβλήτων στην πηγή, τη προώθηση δραστηριοτήτων και πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων από την ανακύκλωση για την άνοδο στην κορυφή της ιεραρχίας των αποβλήτων και την ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Gabriel & Cruz, 2023).

Σύμφωνα με (Cheema et al., 2022) για την επίλυση του τεράστιου προβλήματος της συλλογής, διαχείρισης των αποβλήτων, της ταξινόμησης και της αυτόματης διαλογής, προτείνεται η εφαρμογή έξυπνης διαχείρισης και ταξινόμηση αποβλήτων, χρησιμοποιώντας τεχνολογία αιχμής (cloud computing, edge computing, fog computing), όπου μπορούν να ληφθούν οι απαραίτητες ενέργειες για τη διαχείριση των αποβλήτων. Επιπρόσθετα η χρήση του Internet of Things (IoT), το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS), ασύρματοι αισθητήρες, κάμερες και αλγόριθμοι Deep Learning μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τμηματοποίηση και ταξινόμηση αντικειμένων αποβλήτων (Cheema et al., 2022).

Στην βιβλιογραφία αναλύεται και το τεχνικό υπόβαθρο πίσω από την ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων διαχείρισης, «έξυπνων κάδων» αυτόματης διαλογής όπου ενσωματώνουν τις παραπάνω τεχνολογίες οι οποίες δεν αναλύονται στην παρούσα διπλωματική εργασία καθώς δίνεται σημασία στη θεωρητική προσέγγιση.

4.2.4 Συμπεράσματα

Συνοπτικά τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα παραπάνω επικεντρώνονται στον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο μπορεί να εφαρμοστεί η κυκλική οικονομία μέσω την στρατηγικής βελτίωσης διαχείρισης αποβλήτων και εφαρμογής της ανακύκλωσης. Επιπλέον προσδιορίζονται οι βασικοί παράγοντες που εμποδίζουν την διαχείριση αποβλήτων και εφαρμογή της ανακύκλωσης και τέλος προτείνεται ως λύση η ενσωμάτωση των τεχνολογιών και έξυπνων συστημάτων διαχείρισης και διαλογής αποβλήτων για τα βέλτιστα αποτελέσματα.

Η μετάβαση ενός οικονομικού μοντέλου από την γραμμική "παραγωγή-κατανάλωση-αποβολή" (take-make-dispose) στην κυκλική οικονομία "παραγωγή-κατανάλωση-επαναχρησιμοποίηση" απαιτεί τη



συμμετοχή και τη δέσμευση πολλών ενδιαφερομένων, όπως οι παραγωγοί, οι καταναλωτές και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής. Η συνδημιουργία αξίας μεταξύ αυτών των φορέων αποτελεί κρίσιμο μέρος της βιωσιμότητας αυτού του οικονομικού μοντέλου, το οποίο αναμένεται να έχει θετικό αντίκτυπο στην κοινωνική ζωή, την αποδοτικότητα της οικονομίας και του φυσικού περιβάλλοντος (Hysa et al., 2020). Επιπλέον τη βάση για την Κυκλική Οικονομία αποτελεί η μετατροπή των αποβλήτων σε πόρους (Karstensen et al., 2019). Το κυκλικό επιχειρηματικό μοντέλο είναι ένα από τα κύρια δομικά στοιχεία της ΚΟ και η ανακύκλωση αποτελεί μία από τις κύριες στρατηγικές για την επίτευξή του (D'Adamo et al., 2022). Επιπλέον όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ανακύκλωση βρίσκεται στη μέση της πυραμίδας ιεράρχησης αποβλήτων και αποτελεί σημαντικό στάδιο για τη διαχείρισή τους.

Η αυτόματη ταξινόμηση και διαχείριση των αποβλήτων είναι απαραίτητη για την καλύτερη ανακύκλωση των αποβλήτων, η οποία μπορεί να μειώσει τα απόβλητα που καταλήγουν στις χωματερές, μειώνοντας την ανάγκη συλλογής πρώτων υλών. Οι βασικοί παράγοντες επιτυχίας στη διαχείριση στερεών αποβλήτων είναι η ευαισθητοποίηση και η πρακτική. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να αναπτυχθούν πρακτικά εργαλεία καθώς και κίνητρα για τη συμμετοχή των πολιτών με τη χρήση ανταμοιβών (Nittaya Muangnak et al., 2022).

Όπως προκύπτει οι βασικές αιτίες που αποτελούν εμπόδιο και δυσκολεύουν την επιτυχία στον τομέα της ανακύκλωσης, δεν εμπίπτουν σε έναν μόνο παράγοντα η συμπεριφορά του ατόμου και η έλλειψη επαρκών εγκαταστάσεων είναι, μεταξύ άλλων βασικοί παράγοντες. Η διαδικασία της ανακύκλωσης περιλαμβάνει πολλά επιμέρους στάδια και διαδικασίες στα οποία εμπλέκονται πολλοί φορείς και άτομα όπου καθιστούν περίπλοκη την διαδικασία αυτή ώστε να επιτευχθεί με βέλτιστο τρόπο (Gabriel & Cruz, 2023).

Ως εκ τούτου, οι μεγαλύτερες πόλεις θα έχουν ανάγκη από μια ιδιαίτερα βιώσιμη υποδομή και ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων για την κάλυψη των θεμελιωδών αναγκών των πολιτών και την παροχή καλών υπηρεσιών για το μέλλον. Υπάρχει η ανάγκη για ένα κατάλληλο σχέδιο για τη συλλογή και τη μεταφορά των αποβλήτων σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία, την παρακολούθησή τους και την προετοιμασία για ανακύκλωση αυτών. Για τη διατήρηση ενός καθαρού και πράσινου περιβάλλοντος, χρειαζόμαστε ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης και ταξινόμησης αποβλήτων (Cheema et al., 2022). Η όλη διαδικασία μας δείχνει ότι μέσω ενός καλύτερου τρόπου χρήσης των υφιστάμενων τεχνολογιών (Rahman et al., 2022) όπως χρήση τεχνολογιών IoT, ραδιοσυχνότητες (RFID), δίκτυα αισθητήρων και κάμερες, προσφέρουν έναν νέο τρόπο βελτιστοποίησης των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων (Glouche et al., 2015).

Επομένως, υπάρχει πολύς δρόμος να διανύσουμε για να φτάσει ολόκληρος ο κόσμος στην επιθυμητή κατάσταση ευημερίας σύμφωνα της βιώσιμη ανάπτυξη. Ωστόσο, αν θέλουμε να σώσουμε τον πλανήτη μας, η επίτευξη της κυκλικής οικονομίας είναι απαραίτητη για όλη την ανθρωπότητα (Ignatyeva et al., 2021).



5. Παραδείγματα εφαρμογών κυκλικής οικονομίας και ανακύκλωσης

5.1 Το παράδειγμα της Ολλανδίας

Η Ολλανδία αποτελεί άξιο παράδειγμα εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας και πιο συγκεκριμένα το Άμστερνταμ αποτελεί από τις πρώτες πόλεις που εφάρμοσαν και υιοθέτησαν τρόπους για τη μετάβαση προς μια κυκλική οικονομία και την αποστρόφη από το γραμμικό μοντέλο. Η Ολλανδία ανακυκλώνει το 80% των αποβλήτων της, γεγονός που την καθιστά μία από τις πρωτοπόρους χώρες στην Ευρώπη αν και αφορά συχνά ανακύκλωση χαμηλής ποιότητας. Η χρήση ακατέργαστων πρώτων υλών για την ολλανδική κατανάλωση είναι επίσης κατά ένα πέμπτο χαμηλότερη από τον μέσο όρο της ΕΕ (Aldert Hanemaaijer et al., 2021). Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός ότι η απαγόρευση και ο φόρος ταφής που εφαρμόζεται, συνέβαλαν στη μείωση του ποσοστού υγειονομικής ταφής των αστικών αποβλήτων και πιο συγκεκριμένα λιγότερο από το 2% των παραγόμενων αστικών αποβλήτων καταλήγει στους χώρους αυτούς από το 2007 (European Environment Agency, 2023b).

Η επιτυχία της ολλανδικής βιομηχανίας ανακύκλωσης είναι αποτέλεσμα δεκαετιών πολιτικής για τα απόβλητα με έντονη εστίαση στη μείωση του όγκου των αποβλήτων και στην ελαχιστοποίηση της διάθεσης σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ωστόσο, μια κυκλική οικονομία απαιτεί επίσης την εφαρμογή υψηλής ποιότητας ανακυκλώσιμων υλικών. Για την Ολλανδία, η κύρια πρόκληση είναι η εφαρμογή υψηλής ποιότητας ανακυκλώσιμων υλικών σε νέα προϊόντα και η εστίαση σε άλλες στρατηγικές κυκλικότητας, όπως η επαναχρησιμοποίηση, ο σχεδιασμός, ανακατασκευή, κοινή χρήση και επισκευή (Aldert Hanemaaijer et al., 2021).

Στην Ολλανδία ισχύει από το 1995 η απαγόρευση υγειονομικής ταφής για 35 ρεύματα αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των καύσιμων και βιοαποδομήσιμων αποβλήτων απαγορεύοντας έτσι την υγειονομική ταφή μικτών δημοτικών αποβλήτων, ενώ από το 2018 η απαγόρευση ισχύει για πάνω από 60 ρεύματα αποβλήτων. Επιπλέον, η Ολλανδία έχει εισάγει φόρο διάθεσης από το 1995 ο οποίος φόρος καταργήθηκε το 2012 και επανεισήχθη το 2015. Ο φόρος διάθεσης αποβλήτων, ο οποίος αναπροσαρμόζεται ετησίως, είναι ο ίδιος για την υγειονομική ταφή και την αποτέφρωση. Το 2020 ο φόρος αυτός ήταν 32,63 EUR/t κατά τα ενδιάμεσα έτη παρουσίασε μικρές αυξήσεις ανά τόνο ενώ για το έτος 2023 ανέρχεται σε 35,70 EUR/t αποβλήτων. Ο φόρος επιβάλλεται σε όλα τα ολλανδικά απόβλητα που προορίζονται για υγειονομική ταφή ή αποτέφρωση, καθώς και σε απόβλητα που εξάγονται από την Ολλανδία για υγειονομική ταφή ή αποτέφρωση σε άλλες χώρες.

Στην Ολλανδία το 50 % των δήμων χρησιμοποιεί σύστημα «Πληρώνω Όσο Πετάω», το οποίο αντιστοιχεί σε πληθυσμιακή κάλυψη του 37 %. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται κυρίως σε μικρούς, μη αστικούς δήμους στην Ολλανδία. Τα τιμολόγια βασίζονται κυρίως στον όγκο, τη συχνότητα ή ακόμη και το βάρος. Οι περισσότεροι δήμοι εφαρμόζουν σύστημα που βασίζεται στον όγκο. Σε γενικές γραμμές, το κόστος για τη διάθεση των αποβλήτων μειώνεται στους δήμους όπου εφαρμόζουν το σύστημα «Πληρώνω Όσο Πετάω», λόγω των λιγότερων αποβλήτων (European Environment Agency, 2023b).

5.2 Το έργο PlastiCircle

Το έργο PlastiCircle χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας " Horizon 2020" της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αποσκοπεί στην ανάπτυξη πρόσθετων τελικών αγορών για ανακυκλωμένα πολυμερή που προέρχονται από τα οικιακά απορρίμματα συσκευασίας μετά την κατανάλωση. Στόχος του PlastiCircle είναι να προωθήσει τη μετάβαση προς μια κυκλική οικονομία και να συμβάλει στην επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση των αποβλήτων και την ανακύκλωση έως το 2030. Είκοσι ευρωπαϊκοί εταίροι έχουν ενώσει τις δυνάμεις τους για την ανάπτυξη έξυπνων κάδων για την αύξηση των ποσοστών συλλογής πλαστικών αποβλήτων, οικονομικά αποδοτικών συστημάτων μεταφοράς αποβλήτων που συνδέονται με Internet of things cloud platforms, καινοτόμες τεχνολογίες οπτικής διαλογής και νέα ανακυκλωμένα πλαστικά προϊόντα προστιθέμενης αξίας. Είναι γεγονός ότι περισσότεροι από 25,8 εκατομμύρια τόνοι πλαστικών αποβλήτων παράγονται ετησίως στα κράτη μέλη της ΕΕ, ενώ μόνο το 29,7% ανακυκλώνεται. Οι προσπάθειες της PlastiCircle επικεντρώνονται σε μια ιδιαίτερα σημαντική συνιστώσα αυτών των πλαστικών αποβλήτων, δηλαδή στα πλαστικά απόβλητα συσκευασίας.

Επανεξετάζοντας τις διάφορες φάσεις της ζωής των αποβλήτων δηλαδή από τη συλλογή έως τη μεταφορά, τη διαλογή έως την ανακύκλωση, το PlastiCircle στοχεύει τελικά στη μετατροπή των αποβλήτων σε πολύτιμα προϊόντα. Η κοινοπραξία αυτή επανεφευρίσκει τη διαδικασία επεξεργασίας των πλαστικών συσκευασιών για να επιτύχει υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης, καλύτερη ποιότητα και φθηνότερες δευτερογενείς πρώτες ύλες, καθώς και καλύτερη ανάκτηση και αξιοποίηση εντός της ίδιας αλυσίδας αξίας.

Τελικά, το PlastiCircle θα καθορίσει νέα επιχειρηματικά σχέδια και θα προωθήσει την αναπαραγωγή των προτεινόμενων λύσεων μέσω δραστηριοτήτων κατάρτισης και ευαισθητοποίησης των πολιτών, των ιδρυμάτων και των ιδιωτικών εταιρειών. Αυτό γίνεται σε όλη την Ευρώπη, αλλά κυρίως στις τρεις πιλοτικές πόλεις οι οποίες είναι η Άλμπα Ιούλια στη Ρουμανία, η Βαλένθια στην Ισπανία και η Ουτρέχτη στην Ολλανδία.

Σε ορισμένες πιλοτικές πόλεις (Βαλένθια και Alba Iulia), η PlastiCircle εφάρμοσε ένα ατομικό σύστημα ανταμοιβής για να ενθαρρύνει τους πολίτες να συλλέγουν και να διαχωρίζουν τις συσκευασίες μέσω θετικής ενίσχυσης, όπως βραβεία και διακρίσεις. Η Ουτρέχτη δεν εφάρμοσε ατομικό σύστημα, αλλά, αντίθετα, καθόρισε ένα κοινοτικό σύστημα ανταμοιβής.

Τα επιμέρους στάδια του προγράμματος αναλύονται παρακάτω και απεικονίζονται στην **Εικόνα 8**.



Εικόνα 8 Οι τέσσερις φάσεις της διαδικασίας εφαρμογής του προγράμματος PlastiCircle.

Πηγή: PlastiCircle

ο **Στάδιο Συλλογής Αποβλήτων**

Μέσω του PlastiCircle αναπτύσσεται ένα καινοτόμο σύστημα συλλογής που είναι σε θέση να προσδιορίζει την ποσότητα και την ποιότητα των συσκευασιών που εναποτίθενται στους κάδους και να ενημερώνει αυτόματα τις εταιρείες μεταφοράς αποβλήτων. Η λύση αυτή επικεντρώνεται στην ανάπτυξη και δοκιμή ενός έξυπνου κάδου. Ο κάδος περιλαμβάνει δυνατότητες ταυτοποίησης του χρήστη, μέτρα κατά της απάτης, ανίχνευση της στάθμης των απορριμμάτων και τεχνολογίες επικοινωνιών τελευταίας τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, μια μικρή συσκευή που τοποθετείται στο εσωτερικό του εμπορευματοκιβωτίου στέλνει το σήμα σε κεραιές που είναι εγκατεστημένες σε κοντινή απόσταση μέσω μιας πλατφόρμας cloud IoT, ενημερώνοντάς τις όταν το δοχείο είναι γεμάτο και έτοιμο να συλλεχθεί και στη συνέχεια το σήμα αυτό αναμεταδίδεται στην εταιρεία μεταφοράς. Επιπλέον, η λύση αυτή έχει αναπτυχθεί ως φορητό πρωτότυπο που μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε υπάρχοντες «μη έξυπνους» κάδους, ώστε να καταστεί δυνατή η εύκολη εμπορική εκμετάλλευση και προσαρμογή σε διάφορες χώρες.

Ειδικότερα, η κοινοπραξία εστιάζει στην ανάπτυξη έξυπνων κάδων για τη χωριστή συλλογή αποβλήτων, στη βελτίωση των διαδρομών μεταφοράς και των τεχνολογιών διαλογής και επανεπεξεργασίας, μετατρέποντας τελικά τα απόβλητα συσκευασίας σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας, όπως αφρώδεις πλάκες, εξαρτήματα αυτοκινήτων, μεμβράνες στέγης, σακούλες απορριμμάτων, άσφαλτο και αστικά έπιπλα.

ο **Στάδιο Μεταφοράς Αποβλήτων**

Μέσω του PlastiCircle βελτιστοποιείται το κόστος μεταφοράς πλαστικών συσκευασιών από τις πόλεις στο εργοστάσιο διαλογής. Το σύστημα βασίζεται στη συμπίεση του πλαστικού τόσο στον κάδο όσο και στα φορτηγά καθώς οι πολίτες πληρώνουν λιγότερο για μικρότερο όγκο συσκευασίας, επομένως θα συμπιέζουν τα πλαστικά απόβλητα στο σπίτι και ταυτόχρονα τα φορτηγά διαθέτουν συστήματα συμπίεσης. Επιπλέον, η μέτρηση του επιπέδου πλήρωσης των εμπορευματοκιβωτίων επιτρέπει τη συλλογή των εμπορευματοκιβωτίων μόνο όταν είναι γεμάτα χάρη στην πλατφόρμα IoT cloud. Τέλος, εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι ενσωματώθηκε επίσης ένα έξυπνο αποτελεσματικό σύστημα οικολογικής οδήγησης με βελτιστοποιημένες διαδρομές, εξοικονομώντας καύσιμα και κόστος μεταφοράς καθώς και μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG).

ο **Στάδιο Διαλογής Αποβλήτων**

Επιπρόσθετα μέσω του έργου PlastiCircle βελτιώνονται οι τεχνολογίες διαλογής για να επιτευχθεί καλύτερος διαχωρισμός των διαφόρων τύπων πλαστικών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας, συμπεριλαμβανομένων των πολυστρωματικών και πολυμερών συσκευασιών, καθώς τα πλαστικά μπορούν να ανακυκλωθούν μόνο αν διαχωριστούν σωστά. Έπειτα από αναλυτική μελέτη που εκπονήθηκε κατά την υλοποίηση του έργου σχετικά με τις τεχνολογίες διαχωρισμού πλαστικών, έδειξε ότι η υπέρυθρη φασματοσκοπία ήταν η καλύτερη εναλλακτική λύση που εφαρμόζεται. Αυτή η καινοτόμος τεχνολογία βασίζεται σε έναν εξοπλισμό χωρίς ιμάντες μεταφοράς, ικανό να επιτύχει εξαιρετική απόδοση όχι μόνο στα άκαμπτα πλαστικά αλλά και στις μεμβράνες. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα στάδια τροφοδοσίας, αναγνώρισης και εκτίναξης των υλικών (Priscilla Castro et al., 2020).

5.3 Το παράδειγμα της Τήλου

Το νησί της Τήλου αποδεικνύει ότι η συνεργασία δημόσιου και ιδιωτικού τομέα μπορεί να επιφέρει ιδιαίτερα σημαντικά αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα τέθηκε ως στόχος στο νησί να παράγονται λιγότερα απόβλητα και να αξιοποιούνται όσα παράγονται, ώστε να αποκτούν ξανά ζωή. Τέθηκε ως στόχος η εφαρμογή του προγράμματος “Just Go Zero Tilos” της Polygreen ώστε η Τήλος να γίνει το πρώτο νησί μηδενικών αποβλήτων. Η Polygreen είναι μια εταιρεία με στόχο την εφαρμογή της βιωσιμότητας, της διαχείρισης αποβλήτων και της κυκλικής οικονομίας όπου μέσω του κινήματος “Just Go Zero” αποσκοπεί στην πρόταση λύσεων για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας και ταυτόχρονα στοχεύει στην κινητοποίηση των πολιτών και των επιχειρήσεων να εφαρμόσουν στην καθημερινότητά τους ένα πιο κυκλικό τρόπο παραγωγής και κατανάλωσης.

Η εφαρμογή του προγράμματος ξεκίνησε στα μέσα του 2022, όπου η Polygreen ξεκίνησε να εφαρμόζει το project “Just Go Zero Tilos με στόχο η Τήλος να αποτελέσει το πρώτο νησί με μηδενικά απόβλητα. Ακολούθησε πολύ μεγάλη επένδυση σε τεχνολογικά προηγμένο εξοπλισμό και νέες υποδομές, ώστε να μπορέσουν να αξιοποιηθούν τα αστικά στέρεα απόβλητα που παράγονται στο νησί, μειώνοντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμά. Για την επιτυχία του προγράμματος και των στόχων που τέθηκαν ήταν απαραίτητη η συνεργασία με ολόκληρη την τοπική κοινότητα. Τα πρώτα βήματα που εφαρμόστηκαν είναι η πλήρης ενημέρωση για τους στόχους και τα οφέλη της εφαρμογής του, πόρτα-πόρτα των κατοίκων και των επιχειρηματιών του νησιού, κάτι που ήταν εφικτό λόγω της μικρής κοινωνίας όπου αποτελείται περίπου από 600 μόνιμους κατοίκους.

Με την εφαρμογή του “Just Go Zero Tilos”, καταργήθηκε ο ΧΥΤΑ και οι δημόσιοι κάδοι και υιοθετήθηκε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα διαχείρισης, που ξεκινά από τη συλλογή πόρτα-πόρτα και καταλήγει στην πλήρη αξιοποίηση των αποβλήτων που παράγονται στο νησί. Σήμερα η Τήλος, αποτελεί το πρώτο νησί που πέτυχε 100% εκτροπή από την ταφή αποβλήτων, με 87% ποσοστό ανακύκλωσης. Από τις αρχές του 2022 μέχρι και σήμερα, 350 τόνοι υλικών έχουν ανακυκλωθεί, ενώ αντίστοιχα έχει αποτραπεί η απόρριψή τους στη χωματερή του νησιού, η οποία είναι πλέον ανενεργή.

Για την διευκόλυνση και την βέλτιστη λύση παραχωρήθηκε ειδικός εξοπλισμός για τη διευκόλυνση του διαχωρισμού των υλικών σε τρεις κατηγορίες: οργανικά, ανακυκλώσιμα, μη-ανακυκλώσιμα. Τα οργανικά απόβλητα συλλέγονται σε ξεχωριστή βιοδιασπώμενη σακούλα, τα ανακυκλώσιμα υλικά σε ειδική τσάντα και τα αποσίγαρα σε ειδικά μεταλλικά δοχεία. Επιπλέον προκύπτει και η κατηγορία των άλλων υλικών που δεν υπάγεται σε αυτές που έχουν ήδη αναφερθεί. Τις κατηγορίες αυτές τις βλέπουμε συνοπτικά στην **Εικόνα 9**.



Εικόνα 9 Απεικόνιση των ρευμάτων αποβλήτων τα οποία καταλήγουν στο Κέντρο Κυκλικής Καινοτομίας.

Πηγή: Just Go Zero Tilos.

Η πλατφόρμα Just Go Zero App υποστηρίζει το πρόγραμμα αυτό μέσω της οποίας γίνεται καταγραφή του όγκου των αποβλήτων που συλλέγονται στις τρεις αυτές βασικές κατηγορίες καθώς και συνολικά (Εικόνα 10). Μέσω της εφαρμογής δίνεται η δυνατότητα στους κατοίκους και στις επιχειρήσεις να έχουν εικόνα για τα απόβλητα και την ποσότητα των υλικών που ανακυκλώνουν, σε πραγματικό χρόνο. Η δυνατότητα αυτή αποτελεί επιπλέον κίνητρο για να επιτύχουν ολοένα και υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης. Επιπλέον συνεχής ενημέρωση παρέχεται στο Κέντρο Πληροφόρησης (Point Zero), όπου παρέχεται περεταίρω ενημέρωση για το πρόγραμμα σε κατοίκους και επισκέπτες και λύνονται όσες απορίες προκύπτουν.



Εικόνα 10 Ενδεικτική απεικόνιση των πληροφοριών της εφαρμογής Just Go Zero App.

Πηγή: Just Go Zero Tilos.



Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα περνούν από κάθε σπίτι τρεις φορές την εβδομάδα κατά τους χειμερινούς μήνες και τέσσερις κατά τους καλοκαιρινούς ώστε να συλλέξουν τα υλικά ενώ από τις επιχειρήσεις τα συλλέγουν καθημερινά. Έπειτα τα υλικά οδηγούνται στο Κέντρο Κυκλικής Καινοτομίας (3Κ) το οποίο πλέον έχει αντικαταστήσει τον παλαιό ΧΥΤΑ και αποτελεί πρότυπο σύγχρονο κέντρο επεξεργασίας.

Στο Κέντρο αυτό τα οργανικά απόβλητα μετατρέπονται σε λίπασμα, τα ανακυκλώσιμα υλικά διαλέγονται περεταίρω σε 25 ρεύματα, τα μη ανακυκλώσιμα υλικά επεξεργάζονται και προωθούνται για ενεργειακή αξιοποίηση ενώ τα υπόλοιπα υλικά όπως οι συσκευές και τα υφάσματα καταλήγουν στο Κέντρο Δημιουργικής Επαναχρησιμοποίησης Υλικών όπου επισκευάζονται και αξιοποιούνται.

Ο Δήμος Τήλου, με ομόφωνη απόφαση του δημοτικού συμβουλίου, εφαρμόζει αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο διαχειρίζεται τα απόβλητα ώστε να εξασφαλίσει ένα μέλλον χωρίς αυτά και η Τήλος πέτυχε τον στόχο να γίνει το πρώτο νησί μηδενικών αποβλήτων. Με τη συμπλήρωση ενός έτους από την έναρξη της εφαρμογής του, το πρόγραμμα επιδεικνύει εντυπωσιακά αποτελέσματα, φέρνοντας διεθνή αναγνώριση και θαυμασμό (Just Go Zero Tilos by polygreen, n.d.).



6. Πρόταση Καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά η θεωρητική προσέγγιση της ιδέας του καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης και δεν προβλέπεται εκτενής ανάλυση των τεχνολογιών που θα βοηθήσουν στην υλοποίηση του εν λόγω συστήματος.

6.1 Τα προβλήματα στα οποία στοχεύει να δώσει λύσεις το καινοτόμο μοντέλο ανακύκλωσης

Τα προβλήματα και τα εμπόδια στα οποία καλείται να δώσει λύσεις η πρόταση αυτή, περιλαμβάνουν τη διευκόλυνση της διαδικασίας της ανακύκλωσης κυρίως όσον αφορά στα αποβλήτων συσκευασίας, στην ευαισθητοποίηση και έλλειψη εκπαίδευσης των πολιτών σχετικά με τον ορθό τρόπο ανακύκλωσης και στη έλλειψη της τεχνολογικής υποστήριξης από το υπάρχον σύστημα ανακύκλωσης χωρίς άμεση πληροφόρηση σχετικά με τα δεδομένα στον τομέα των αποβλήτων και της ανακύκλωσης.

Επιπλέον συμβάλει στην ευαισθητοποίηση των πολιτών ως προς την σημασία της ανακύκλωσης, στα οφέλη που τους προσφέρει καθώς και στην εκπαίδευση τους για την απόκτηση των γνώσεων που απαιτούνται, ώστε να ανακυκλώνουν με ορθό τρόπο και να απορρίπτουν στους σωστούς κάδους τα απόβλητα, ανάλογα με το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένα. Ενώ στα πλαίσια του ΕΣΔΑ προβλέπεται η διοργάνωση ειδικών εκστρατειών για την ενημέρωσή τους, η ποιότητα των αποτελεσμάτων των δράσεων αυτών είναι αμφίβολη και συνεπώς μέσω της πρότασης αυτής στόχος είναι η πιθανή κάλυψη αυτού του «κενού». Πρέπει οι ίδιοι οι καταναλωτές να έχουν τη θέληση να εστιάσουν στο αντίκτυπο που έχουν οι πράξεις και ο τρόπος συμπεριφοράς τους στην κοινωνία, στους ίδιους, στο περιβάλλον και στις επόμενες γενιές.

Επικεντρώνεται επίσης στην έλλειψη της γνώσης γύρω από το ορθό τρόπο ανακύκλωσης των συσκευασιών όπου αποτελεί έναν λόγο που αποτρέπει τους πολίτες να την εντάξουν στην καθημερινότητά τους. Είναι γεγονός επίσης ότι οι εταιρείες δεν έχουν έναν ενιαίο τρόπο επικοινωνίας με τους καταναλωτές σχετικά με τον τρόπο ανακύκλωσης, γεγονός που δυσκολεύει ακόμη περισσότερο τα άτομα να ασχοληθούν με το έργο αυτό. Έχει διαπιστωθεί επίσης ότι το τωρινό σύστημα της χώρας μας τους δημιουργεί αμφιβολίες για την αξιοπιστία του καθώς επίσης και το γεγονός ότι δεν έχει αναπτυχθεί το σύστημα χωριστής συλλογής πολλαπλών ρευμάτων αποβλήτων, με ειδικούς κάδους για κάθε επιμέρους ρεύμα. Επιπλέον η έλλειψη εμπιστοσύνης σε κρατικούς φορείς την οποία οι πολίτες συνοδεύουν με υποψίες ότι το περιεχόμενο των μπλε κάδων και των άλλων κάδων ανακύκλωσης για τα υπόλοιπα ρεύματα στις ελάχιστες περιοχές όπου εφαρμόζονται, καταλήγει σε χωματερές μαζί με τα υπόλοιπα απόβλητα. Έχει αποδειχτεί ότι οι πολίτες είναι πιο πρόθυμοι να ανακυκλώνουν εάν η διαδικασία γίνει πιο εύκολη, σαφής, απαιτεί ελάχιστο χρόνο καθώς και εύκολη πρόσβαση στους κάδους. Επιπλέον η ύπαρξη ενός κινήτρου θα μπορούσε να αποτελέσει έναυσμα για να τους ενθαρρύνει στην υιοθέτηση της ανακύκλωσης ως τρόπο ζωής.

Πολλοί από τους πολίτες θα ήθελαν να συμμετέχουν, αλλά δεν είναι έτοιμοι να θυσιάσουν πολλά χρήματα, χρόνο, ούτε την ευκολία τους. Πιθανότατα, δεν είναι διατεθειμένοι να καταβάλουν μεγάλη προσπάθεια για να κάνουν ανακύκλωση, για παράδειγμα, να αναζητήσουν τον σωστό κάδο ή να μεταφέρουν τα απορρίμματά τους σε μεγάλη απόσταση από το σπίτι τους, προκειμένου να τα διαθέσουν με τον ενδεδειγμένο τρόπο. Απεναντίας, περιμένουν οι κατάλληλοι κάδοι να βρίσκονται όσο



το δυνατόν πιο εύκολα και κοντά στο σπίτι τους και η διαδικασία να είναι απλή και κατανοητή χωρίς να αλλάξουν ιδιαίτερα τις συνήθειες τους.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων αναπτύχθηκε η ιδέα ενός Καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης όπου θα δίνει λύση στα προβλήματα των καταναλωτών και θα προσφέρει κίνητρα, εύκολη ενημέρωση για τα ανακυκλώσιμα υλικά, εμπιστοσύνη στις αρχές, εύκολη πρόσβαση στους κάδους και κυρίως ευαισθητοποίηση και κρίση να επιλέγουν και να αναγνωρίζουν τα προϊόντα από εταιρείες οι οποίες δείχνουν ιδιαίτερη εταιρική περιβαλλοντική και κοινωνική ευθύνη. Τέλος θα υπάρχει μια σύνδεση των προμηθευτών, των σουπερμάρκετ, των καταναλωτών, του δήμου καθώς και του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων και ιδιαίτερα των κάδων για κάθε επιμέρους ρεύμα ανακύκλωσης, όπου μέσω της χρήσης της πλατφόρμας όπου προτείνεται, θα παρέχονται στον καθένα διαφορετικές πληροφορίες οι οποίες θα είναι ιδιαίτερα κρίσιμες είτε για την λήψη αποφάσεων και την διαχείριση σημαντικών θεμάτων, είτε για προτροπή ώστε να αποτελούν τα ίδια τα αποτελέσματα κίνητρο για ακόμη καλύτερες επιδόσεις ανακύκλωσης.

6.2 Ανάλυση των σταδίων του μοντέλου ανακύκλωσης

6.2.1 Ο ρόλος των προμηθευτών

Στην αρχή της αλυσίδας συνεργασίας του Καινοτόμου Μοντέλου βρίσκονται οι προμηθευτές. Οι εταιρείες που προμηθεύουν τα σουπερμάρκετ θα είναι υπεύθυνες για την καταχώρηση όλων των δεδομένων, δηλαδή θα πρέπει να ενσωματώνουν αναλυτικά όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τα υλικά συσκευασίας από τα οποία αποτελείται το κάθε προϊόν. Οι αναλυτικές αυτές πληροφορίες θα μεταφέρονται μέσω της χρήσης των διεθνών προτύπων GS1 barcodes, για τα οποία γίνεται αναφορά παρακάτω. Τα barcodes απεικονίζονται ήδη στην συσκευασία των προϊόντων, μέσα από αυτά θα διευκολύνεται η πιστοποιημένη ανταλλαγή πληροφοριών για τα προϊόντα, μέσω ενός σαρώματος με το smartphone και την εφαρμογή που υποστηρίζει το μοντέλο αυτό ανακύκλωσης. Για παράδειγμα μια εταιρεία που προμηθεύει την αλυσίδα σούπερ μάρκετ με πλαστικά μπουκάλια νερού θα πρέπει στο barcode των μπουκαλιών να καταχωρείται η πληροφορία ότι η τελική πλαστική συσκευασία αποτελείται από το πλαστικό μπουκάλι, το πλαστικό καπάκι και το χάρτινο περιτύλιγμα. Ταυτόχρονα για τα τρία επιμέρους υλικά συσκευασίας θα πρέπει να δίνεται η πληροφορία για το ποια από αυτά μπορούν να ανακυκλωθούν.

6.2.2 Ο ρόλος των σουπερμάρκετ

Η κινητοποίηση και ενεργή συμμετοχή των πολιτών μπορεί να γίνει εύκολα μέσω των σουπερμάρκετ, όπου αποτελεί μέρος της καθημερινότητας τους και συγχρόνως αποτελεί σημαντικό ρόλο στην αλυσίδα του Καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης. Στο σουπερμάρκετ γίνεται η σύνδεση μεταξύ των προμηθευτών των προϊόντων και των καταναλωτών, στους οποίους καταλήγουν τα προϊόντα προς κατανάλωση και στην συνέχεια μετατρέπονται σε απόβλητα. Μετά τους προμηθευτές τα προϊόντα τοποθετούνται στα ράφια των σουπερμάρκετ ώστε να μπορέσουν να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες των καταναλωτών. Όταν ο καταναλωτής ολοκληρώσει τις αγορές του και φτάσει στο ταμείο, καθώς σαρώνονται τα barcodes των προϊόντων, συνοψίζονται οι πληροφορίες που έχουν ενσωματωθεί σε αυτά από τους προμηθευτές, σε ένα τελικά διαμορφωμένο barcode το οποίο θα δίνεται μαζί με την απόδειξη στον καταναλωτή.

6.2.3 Ο ρόλος της ψηφιοποίησης των προϊόντων και της τεχνολογίας

Σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση αυτού του Καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης λαμβάνει και η τεχνολογία, μέσω της οποίας μπορούν να ψηφιοποιηθούν τα προϊόντα. Πιο συγκεκριμένα, θα αναπτυχθεί μια ειδικά διαμορφωμένη εφαρμογή στα πλαίσια της πρότασης αυτής, όπου μέσω της χρήσης ενός smartphone ο καταναλωτής θα μπορεί να την εγκαταστήσει και να αποτελέσει τον «οδηγό ανακύκλωσης». Πιο συγκεκριμένα θα μπορεί να σαρώσει μέσω της εφαρμογής το barcode, μέσω του οποίου θα αποτυπώνονται ψηφιακά τα προϊόντα που αγόρασε και όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την ανακύκλωση των υλικών συσκευασίας. Οι συσκευασίες θα χωρίζονται και θα απεικονίζονται στην εφαρμογή ανά κατηγορία, δηλαδή ανακυκλώσιμες και μη ανακυκλώσιμες. Οι ανακυκλώσιμες συσκευασίες θα χωρίζονται ακόμη πιο αναλυτικά ανά κατηγορία υλικού δηλαδή γυαλί, μέταλλο, χαρτί και πλαστικό και θα συλλέγονται σε ξεχωριστούς “smart waste bins” ενώ οι μη ανακυκλώσιμες συσκευασίες θα προορίζονται προς τους συμβατικούς κάδους. Η εφαρμογή θα έχει επίσης τη δυνατότητα να τοποθετεί τα υλικά σε εικονικούς κάδους για ακόμη μεγαλύτερη διευκόλυνση.

Στο τέλος αυτής της διαδικασίας έχοντας την δεδομένη τοποθεσία του καταναλωτή, μέσω του smartphone θα δίνονται οδηγίες για την τοποθεσία του κοντινότερου κάδου για το αντίστοιχο ανακυκλώσιμο υλικό. Με αυτόν το τρόπο διευκολύνεται η ομαλή και ορθή απόρριψη στο σύστημα χωριστής συλλογής πολλαπλών ρευμάτων αποβλήτων και ιδιαίτερα όταν αυτό επεκταθεί περαιτέρω στο εθνικό δίκτυο με τους κατάλληλους κάδους. Είναι άξιο να αναφερθεί ότι η καθοδήγηση αυτή μέσω της εφαρμογής, θα διευκολύνει τους καταναλωτές παρέχοντας τους την έγκυρη πληροφορία εύκολα. Η ύπαρξη του μπλε κάδου δυσκολεύει μεγάλο ποσοστό των πολιτών και η εγκατάσταση ακόμη περισσότερων κάδων χωριστής συλλογής θα καταστήσει της διαδικασία αυτή ακόμη πιο περίπλοκη και αποτρεπτική. Μέσω της εφαρμογής λοιπόν, διευκολύνεται αυτή η διαδικασία.

6.2.4 Η σημασία των Barcode και του GS1

Ο GS1 είναι ένας παγκόσμιος μη κερδοσκοπικός οργανισμός αρμόδιος για την ανάπτυξη και συντήρηση των συστημάτων προτύπων, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στην αλυσίδα εφοδιασμού παγκοσμίως. Η εισαγωγή του barcode από τον GS1, άλλαξε εξ ολοκλήρου τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν και δραστηριοποιούνται οι επιχειρήσεις, καθώς με μια απλή σάρωση δίνεται η δυνατότητα να αναγνωριστεί το προϊόν μοναδικά και να συνδεθεί σε σύστημα διαχείρισης.

Μέσω του οργανισμού έχει επιτευχθεί και ενισχυθεί ο ψηφιακός μετασχηματισμός των επιχειρήσεων, ώστε ένα προϊόν να μπορεί να αποτυπωθεί σε ψηφιακή έκδοση τόσο ρεαλιστική όσο και η φυσική του. Μέσω των προτύπων βελτιώνεται η αποτελεσματικότητα, η ασφάλεια και η διαφάνεια των αλυσίδων εφοδιασμού, από την πηγή έως τον καταναλωτή παγκοσμίως και συγχρόνως βοηθούν στις αγορές να ενισχυθεί η εμπιστοσύνη των καταναλωτών προς τα προϊόντα, με την ακριβή ταυτοποίηση και την παροχή αξιόπιστων πληροφοριών για αυτά. Πλέον θεωρείται απαραίτητη η καταγραφή και η ταυτοποίηση δεδομένων μέσω barcodes, ώστε η πώληση να χαρακτηρίζεται ασφαλή και αξιόπιστη και ταυτόχρονα να είναι εφικτή η επίλυση μεγάλων και σύνθετων προκλήσεων κάθε κλάδου (GS1 Association Greece, n.d.). Το έργο της GS1, για να διασφαλίσει ότι κάθε ετικέτα προϊόντος ή κωδικός συνδέεται με τον Ιστό και με κάθε smartphone, σημαίνει επίσης ότι κάθε στοιχείο προϊόντος μπορεί να συνδεθεί με τη ψηφιακή ταυτότητα του στο Cloud. Αυτή η ψηφιακή ταυτότητα επιτρέπει τη διαχείριση πληροφοριών από και σχετικά με ένα μεμονωμένο προϊόν καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.

Μέσω αυτής της ωριμότητας της τεχνολογίας δίνεται η δυνατότητα για ατομική ψηφιοποίηση προϊόντων μαζικής αγοράς (τόσο στη συσκευασία όσο και εντός του προϊόντος) σε μεγάλο όγκο και εξαιρετικά χαμηλό κόστος. Πλέον είναι εφικτό δισεκατομμύρια καταναλωτές με smartphone σε όλο τον κόσμο, να αλληλοεπιδρούν και να συναλλάσσονται με προϊόντα, απλώς στρέφοντας την κάμερα του τηλεφώνου τους και σαρώνοντας το barcode στο προϊόν και αυτομάτως, αποκτούν πρόσβαση σε πληροφορίες, την παροχή υπηρεσιών, λήψη δεδομένων και δημιουργούνται με αυτόν τον τρόπο άμεσες σχέσεις με τους καταναλωτές. Ένα smartphone που σαρώνει το προϊόν μπορεί να έχει πρόσβαση σε πληροφορίες και υπηρεσίες που βασίζονται στον ιστό που συνδέονται με το προϊόν και να συμβάλλει στην παρακολούθηση της διαδρομής του προϊόντος στην παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού(Ενδεικτικά **Εικόνα 11**) από την προμήθεια έως την κατασκευή, την αγορά, την ανακύκλωση, μπορεί δηλαδή να αναγνωριστεί ψηφιακά, να παρακολουθηθεί και να διαχειρίζεται δεδομένα σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.

Στο καινοτόμο μοντέλο που προτείνεται για το κομμάτι όπου οι προμηθευτές των προϊόντων θα χρειάζεται να περιλαμβάνουν πληροφορίες αναλυτικές για τα υλικά συσκευασίας, δίνεται η δυνατότητα ο τυπικός κωδικός ή η ετικέτα, να μετατρέπονται τόσο σε ψηφιακό έναυσμα όσο και σε εργαλείο για τη σύνδεση κάθε προϊόντος στον ιστό. Μόλις οι καταναλωτές έχουν ένα προϊόν στα χέρια τους, το επόμενο βήμα στην παγκόσμια βιωσιμότητα είναι να γίνει η ανακύκλωση απλή μετά την κατανάλωση. Έως ότου η ανακύκλωση είναι μια εύκολη, άμεσα προσβάσιμη και άμεσα ανταποδοτική εμπειρία, η υιοθέτηση των καταναλωτών θα είναι περιορισμένη. Αυτό συμβαίνει διότι η πιο εύκολη και βολική επιλογή για απόρριψη είναι να πετάξεις ό,τι δεν χρειάζεσαι. Για το λόγο αυτό, οι τοπικές και εθνικές κυβερνήσεις πρέπει να συνεργαστούν με τα εμπορικά σήματα και τους λιανοπωλητές για να διευκολύνουν και να ενθαρρύνουν την υιοθέτηση των καταναλωτών σε μαζική κλίμακα (Niall Murphy, 2019).



Εικόνα 11 Απεικόνιση ενδεικτικής εφοδιαστικής αλυσίδας.

Πηγή: GS1 Association Greece

6.2.5 Η σημασία ύπαρξης κινήτρου για τους καταναλωτές

Έχει αποδειχθεί ότι για να έχει ανταπόκριση μια τέτοια ενέργεια θα πρέπει να δοθούν κάποια κίνητρα στους καταναλωτές, μέσω των οποίων θα κινητοποιηθούν να ακολουθήσουν την διαδικασία αυτή. Αυτή η έλλειψη κινήτρου είναι πρόβλημα πολιτικής, νοοτροπίας, αλλά και ενημέρωσης και παιδείας. Είναι απογοητευτική η κατάσταση της ανάγκης ύπαρξης κινήτρου και μεθόδου ανταμοιβής ώστε να έχουν οι πολίτες λόγο να υιοθετήσουν τη διαδικασία της ανακύκλωσης στην καθημερινότητά τους. Θα έπρεπε να υπάρχει η απόλυτη κατανόηση των συνεπειών από την απειλή της μείωσης των πρώτων υλών, η οποία έχει οδηγήσει στην ανάγκη για στροφή προς τη κυκλική οικονομία και ανακύκλωση, και κατά συνέπεια να είναι απόλυτα συνειδητή και υπεύθυνη η ανακύκλωση από τους πολίτες. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν θεωρείται αυτονόητο και για τον λόγο αυτό η ύπαρξη κινήτρου μπορεί να επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι παραχώρησης κινήτρων ενδεικτικά προβλέπεται να έχουν μορφή «επιβράβευσης, bonus» όπου θα επωφελούνται από τη συνεργαζόμενη αλυσίδα σουπερμάρκετ, κάθε φορά που οι ανακυκλώσιμες συσκευασίες καταλήγουν στους «έξυπνους» κάδους της αλυσίδας αυτής. Δηλαδή είτε θα εκδίδεται ένα εκπτωτικό κουπόνι στην επόμενη αγορά είτε αυτό θα είναι διαθέσιμο μέσω της εφαρμογής σε μορφή πόντων για μελλοντική εξαργύρωση. Μέσω αυτού του συστήματος τα συνεργαζόμενα σουπερμάρκετ θα μπορούν να διατηρήσουν τον πελάτη αυτό, δίνοντας του κίνητρο να επιλέξει ξανά την αλυσίδα αυτή. Η αναγνώριση των απορριμμάτων θα γίνεται με την χρήση των smart waste bins και της απόδειξης. Είναι άξιο να προστεθεί ότι ήδη εφαρμόζονται κάποιες μορφές ανταποδοτικής ανακύκλωσης όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, όπου στα κέντρα αυτά γίνεται η απόρριψη των αποβλήτων συσκευασίας από πλαστικό, μέταλλο και γυαλί χωριστά και προσφέρεται σαν ανταμοιβή ένα μικρό αντίτιμο για κάθε συσκευασία.

6.2.6 Η σημασία των έξυπνων κάδων ανακύκλωσης

Γνωρίζοντας ότι ένα μεγάλο μέρος των παραγόμενων σκουπιδιών στις μεγάλες πόλεις είναι ανακυκλώσιμα υλικά, είναι ανάγκη να γνωρίζουμε και να εφαρμόζουμε μεθόδους επαναχρησιμοποίησης που θα μπορούσαν να αποφέρουν οφέλη ή τουλάχιστον, να μειώσουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η ύπαρξη τεχνικών ή μοντέλων που βοηθούν τους ανθρώπους να ταξινομήσουν τα σκουπίδια έχει καταστεί απαραίτητη για τη σωστή απόρριψη των υλικών αυτών. Παρόλο που υπάρχουν διαφορετικοί τύποι κατηγοριών ανακύκλωσης, οι άνθρωποι εξακολουθούν να μπερδεύονται ή να μην αναγνωρίζουν σωστά πώς να καθορίσουν τον σωστό κάδο απορριμμάτων για να πετάξουν κάθε απόβλητο.

Προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις που προκαλούνται από τη λανθασμένη απόρριψη των σκουπιδιών, προτείνεται η χρήση νέων τεχνολογιών. Το καινοτόμο αυτό μοντέλο ανακύκλωσης χαρακτηρίζεται ως καινοτόμο καθώς ενσωματώνονται σε όλη τη διαδικασία υλοποίησης του (**Εικόνα 12**), νέες τεχνολογίες και προηγμένα συστήματα που εξυπηρετούν την ανάγκη να ενταχθεί πιο ενεργά στην καθημερινότητα των πολιτών, η τεχνολογία. Με αυτόν τον τρόπο σημαντικό ρόλο της αλυσίδας του μοντέλου ανακύκλωσης αποτελούν οι «έξυπνοι» κάδοι ανακύκλωσης, οι οποίοι έχουν ως ρόλο την διευκόλυνση της διαλογής των επιμέρους ανακυκλώσιμων υλικών συσκευασίας, βοηθώντας στην διεκπεραίωση της ανακύκλωσης με τον πιο ορθό τρόπο.



Εικόνα 12 Σχηματική Απεικόνιση του Καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης.



6.3 Έξυπνοι κάδοι ανακύκλωσης και προηγμένες τεχνολογίες

Με την έννοια των «έξυπνων κάδων» εννοούμε την δυνατότητα που έχουν να καθορίζουν τον τύπο του υλικού του απορριμματος και στη συνέχεια να το κατευθύνουν στη σωστή του θέση. Οι ελλείψεις και τα ζητήματα που σχετίζονται με τις τρέχουσες πρακτικές διαχείρισης αστικών απορριμμάτων, μπορούν να αντιμετωπιστούν κατάλληλα μέσω της ενσωμάτωσης εργαλείων όπως το «Internet of Things» (IoT), η «Τεχνητή Νοημοσύνη» (AI), το «Cloud Computing», μέσω των οποίων διευκολύνεται το υπάρχον σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων καθώς μπορούν να συλλέγονται πληροφορίες για αποτελεσματικό διαχωρισμό αποβλήτων, συλλογή σε πραγματικό χρόνο, βέλτιστη μεταφορά καθώς επίσης και μελλοντικές προοπτικές. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα να εξετάζεται ο κύκλο ζωής του προϊόντος για τη μείωση της παραγωγής απορριμμάτων και την αύξηση της ανακύκλωσης αυτών, για την επίτευξη κυκλικής οικονομίας στις έξυπνες πόλεις.

Με την έννοια Internet of things εννοούμε ένα δίκτυο επικοινωνίας, που μπορεί για παράδειγμα να εφαρμοστεί για τα προϊόντα. Το σύστημα αυτό ενσωματώνει ηλεκτρονικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο ώστε να επιτρέπεται η σύνδεση και η ανταλλαγή δεδομένων. Στο πρώτο επίπεδο, οι συσκευές IoT πραγματοποιούν συλλογή δεδομένων παρακολουθώντας το περιβάλλον γύρω τους, πιο συγκεκριμένα μέσω ενσωματωμένων αισθητήρων όπου επιτρέπουν σε συσκευές να καταγράφουν δεδομένα από το περιβάλλον τους. Επιπλέον, οι συσκευές εκτελούν διαδικασίες φιλτραρίσματος δεδομένων και ενεργοποίησης για να αλληλοεπιδρούν με το εξωτερικό περιβάλλον (Islam et al., 2022).

Με την ενσωμάτωση AI(Artificial Intelligence) στους «έξυπνους» κάδους αποβλήτων, όταν τα απορρίμματα καταλήγουν σε αυτούς υπάρχει η δυνατότητα με την χρήση ενός συστήματος αναγνώρισης το οποίο βασίζεται σε AI, να γίνεται αναγνώριση των αποβλήτων με σκοπό την αυτόματη διαλογή και ταξινόμηση στην κατάλληλη κατηγορία. Η αυτόματη αναγνώριση μπορεί να γίνει ακόμη και με μεγάλη ακρίβεια. Οι κατηγορίες είναι χαρτί, πλαστικό, αλουμίνιο, γυαλί και λοιπά απόβλητα. Το χαρτί και το πλαστικό έχουν τη δυνατότητα σε αυτούς τους κάδους να συμπιέζονται αυτόματα, με σκοπό την οικονομία χώρου και κατά συνέπεια, την μείωση της συχνότητας αδειάσματος του κάδου. Ταυτόχρονα με τους αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε αυτούς τους κάδους, δίνεται η δυνατότητα να ελέγχεται το επίπεδο πλήρωσης τους ώστε να δίνεται ειδοποίηση όταν χρειάζεται να αδειάσει. Επιπλέον η δυνατότητα συλλογής αναλυτικών πληροφοριών για τα είδη των απορριμμάτων που εμπεριέχονται στον κάδο αποθηκεύονται σε ένα Cloud, μέσω του οποίου μπορεί να γίνει καλύτερη διαχείριση των απορριμμάτων.

Δίνεται συνεπώς η δυνατότητα ένας «έξυπνος» κάδος απορριμμάτων βασισμένος σε προηγμένες τεχνολογίες όπως προαναφέρθηκαν, να είναι σχεδιασμένος για δημόσιους χώρους και να επιτρέπει την απλοποίηση της ανακύκλωσης. Αυτό επιτυγχάνεται εφόσον μπορεί να ταξινομεί και να συμπιέζει τα απόβλητα αυτόματα, να ελέγχει το επίπεδο πλήρωσης και να επεξεργάζεται δεδομένα για εύκολη διαχείριση των απορριμμάτων.

6.3.1 Παραδείγματα έξυπνων κάδων ανακύκλωσης

Παρακάτω δίνεται μια γενική επισκόπηση του τρόπου λειτουργίας δύο περιπτώσεων «έξυπνων» κάδων ανακύκλωσης που κυκλοφορούν στην αγορά και οι δυνατότητες που προσφέρουν έχουν

ενδιαφέρον. Πιο συγκεκριμένα θα αναφερθούν οι κάδοι από τις εταιρείες Clean Robotics και Bin-e, δύο καινοτόμων έξυπνων κάδων απορριμμάτων.

- **Clean Robotics - TrashBot**

Η Clean Robotics προσφέρει μια λύση γνωστή ως TrashBot (**Εικόνα 13**) που επιτρέπει στα προγράμματα ανακύκλωσης να είναι αποτελεσματικά και οδηγεί σε σημαντικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο, διαχωρίζοντας τα απορρίμματα κατά τη στιγμή της απόρριψης με ακρίβεια 95% και εξαλείφοντας το ανθρώπινο λάθος. Είναι εφικτό να βρίσκεται σε δημόσιους χώρους, όπως αεροδρόμια, κτίρια γραφείων και εμπορικές εγκαταστάσεις. Όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας του ο TrashBot περιλαμβάνει:

- **Αναγνώριση απορριμμάτων βάσει αισθητήρων:** Ο TrashBot είναι εξοπλισμένος με αισθητήρες και κάμερες που μπορούν να αναγνωρίσουν και να κατηγοριοποιήσουν τα απορρίμματα που τοποθετούνται στον κάδο. Χρησιμοποιεί αλγόριθμους υπολογιστικής όρασης και μηχανικής μάθησης για την αναγνώριση διαφορετικών υλικών.
- **Διαδραστική διεπαφή χρήστη:** Όταν ένας χρήστης πλησιάζει τον κάδο, ο TrashBot διαθέτει μια διαδραστική οθόνη που παρέχει οδηγίες για τη σωστή διαλογή των απορριμμάτων του. Αυτό βοηθά στην εκπαίδευση των χρηστών σχετικά με τις σωστές πρακτικές ανακύκλωσης.
- **Διαχωρισμός αποβλήτων:** Αφού αναγνωρίσει τον τύπο των αποβλήτων, ο TrashBot έχει τη δυνατότητα να τα διαχωρίσει στα κατάλληλα ρεύματα εντός του κάδου. Για παράδειγμα, μπορεί να διαχωρίσει τα ανακυκλώσιμα από τα μη ανακυκλώσιμα.
- **Συγκέντρωση δεδομένων:** Ο TrashBot συλλέγει δεδομένα σχετικά με τους τύπους και τις ποσότητες των αποβλήτων που εναποτίθενται, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης αποβλήτων και την υποβολή εκθέσεων.
- **Απομακρυσμένη παρακολούθηση:** Οι διαχειριστές των εγκαταστάσεων μπορούν να παρακολουθούν εξ αποστάσεως την κατάσταση των κάδων TrashBot, μέσω ενός πίνακα οργάνων που βασίζεται στο Cloud. Μπορούν να παρακολουθούν τα επίπεδα πλήρωσης, να παρακολουθούν τα ποσοστά ανακύκλωσης και να προγραμματίζουν τις παραλαβές όταν χρειάζεται.
- **Ενσωμάτωση με συστήματα διαχείρισης αποβλήτων:** Ο TrashBot μπορεί να ενσωματωθεί με τα υπάρχοντα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων, επιτρέποντας τον συντονισμό με τις υπηρεσίες συλλογής αποβλήτων.



Εικόνα 13 TrashBot-CleanRobotics.

Πηγή: CleanRobotics.



Μια πιλοτική εφαρμογή του TrashBot το 2022 σε ένα από τα πιο πολυσύχναστα αεροδρόμια του κόσμου, έδειξε ότι 40 TrashBots μπορούν να αποτρέψουν 417 τόνους ανακυκλώσιμων υλικών ετησίως. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση 1.111,30 μετρικών τόνων ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα, που ισοδυναμεί με την απομάκρυνση εκατοντάδων αυτοκινήτων από τους δρόμους (CleanRobotics, n.d.).

➤ **Bin-e**

Ο Bin-e (**Εικόνα 14**) είναι ένας «έξυπνος» κάδος απορριμμάτων με τεχνητή νοημοσύνη, σχεδιασμένος για δημόσιους χώρους, που τους επιτρέπει να απλοποιούν την ανακύκλωση. Ταξινομεί και συμπιέζει τα απορρίμματα αυτόματα, ελέγχει το επίπεδο πλήρωσης και επεξεργάζεται δεδομένα για την άνετη διαχείριση των απορριμμάτων. Τα απορρίμματα διαχωρίζονται με πάνω από 92% ακρίβεια. Παρακάτω ακολουθεί μια επισκόπηση του τρόπου λειτουργίας του Bin-e:

Αναγνώριση με τη βοήθεια τεχνητής νοημοσύνης: Ο Bin-e χρησιμοποιεί την Τεχνητή Νοημοσύνη για την αναγνώριση διαφορετικών τύπων υλικών και την κατηγοριοποίηση των απορριμμάτων κατά την απόρριψή τους αυτόματα.

Απόρριψη χωρίς κανένα πάτημα: Ο Bin-e διαθέτει σχεδιασμό επιτρέποντας στους χρήστες να τοποθετούν απλά τα απορρίμματα στον κάδο χωρίς να χρειάζεται να ανοίξουν κανένα καπάκι ή χωρίς να πατήσουν κανένα κουμπί απλώς έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει το υλικό προς απόρριψη και αυτόματα να ανοίγει ο χώρος που απορρίπτεται.

Συγκέντρωση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο: Ο Bin-e συλλέγει συνεχώς δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη διάθεση των απορριμμάτων, συμπεριλαμβανομένων των τύπων και των ποσοτήτων των υλικών. Τα δεδομένα αυτά είναι πολύτιμα για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών διαχείρισης αποβλήτων.

Προσαρμοζόμενες ροές αποβλήτων: Ο Bin-e μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να ταξινομεί τα απόβλητα σε συγκεκριμένα ρεύματα, όπως ανακυκλώσιμα, οργανικά απόβλητα και μη ανακυκλώσιμα. Αυτό προωθεί τον σωστό διαχωρισμό των αποβλήτων.

Φιλικό περιβάλλον εργασίας προς τον χρήστη: Ο Bin-e συχνά περιλαμβάνει μια φιλική προς τον χρήστη οθόνη ή ενδείξεις LED που καθοδηγεί τους χρήστες στη λήψη των σωστών επιλογών απόρριψης.

Συνδεσιμότητα με το Cloud: Τα δεδομένα που συλλέγονται από τον Bin-e, μπορούν να μεταδοθούν σε μια πλατφόρμα που βασίζεται σε cloud για ανάλυση και παρακολούθηση. Αυτό επιτρέπει στις ομάδες διαχείρισης αποβλήτων να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων.

Ενσωμάτωση με υφιστάμενα συστήματα: Ο Bin-e έχει σχεδιαστεί για να ενσωματώνεται απρόσκοπτα στην υπάρχουσα υποδομή διαχείρισης αποβλήτων και μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να ταιριάζει σε διαφορετικές διαδικασίες συλλογής αποβλήτων (Bin-e, n.d.).



Εικόνα 14 Bin-e.

Πηγή: Bin-e.

6.4 Οφέλη από την εφαρμογή του καινοτόμου μοντέλου ανακύκλωσης

Σκοπός του Καινοτόμου αυτού Μοντέλου Ανακύκλωσης είναι να δώσει λύση στις δυσκολίες και στα εμπόδια που συναντάνε κυρίως οι καταναλωτές και κατά συνέπεια οι φορείς που σχετίζονται με την ανακύκλωση και τη διαχείριση αποβλήτων. Συνεπώς σκοπός είναι η εικόνα της Ελλάδας να βελτιωθεί και να επιτύχει τους στόχους που έχει θέσει για τη διαχείριση αποβλήτων και την ανακύκλωση. Τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν μετά την εφαρμογή αυτή και την υιοθέτηση νέων συνηθειών στο κομμάτι της ανακύκλωσης από τους καταναλωτές παρουσιάζονται παρακάτω.

- Βοηθάει στην προώθηση της υπεύθυνης κατανάλωσης βοηθώντας τους καταναλωτές να είναι ενημερωμένοι και να λαμβάνουν πιο βιώσιμες αποφάσεις αγοράς.
- Με ισχυρή ευαισθητοποίηση των καταναλωτών, η βιωσιμότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού γίνεται ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για τις εταιρείες, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη και την αυθεντικότητα τους απέναντι στους καταναλωτές και κερδίζοντας μερίδιο αγοράς.
- Συνδέει τους προμηθευτές τους καταναλωτές και τους εμπόρους ώστε να μπορεί ο καθένας από αυτούς να έχει πρόσβαση σε χρήσιμες πληροφορίες. Πιο συγκεκριμένα μέσω της χρήσης της τεχνολογίας, χτίζεται μια υποδομή διαχείρισης δεδομένων (Data Management) για την παρακολούθηση μεμονωμένων καταναλωτικών συνηθειών και προϊόντων μέσω της παγκόσμιας αλυσίδας εφοδιασμού, από το σχεδιασμό έως τη δημιουργία, τη χρήση και την απόρριψη.
- Δίνεται η δυνατότητα εκπαίδευσης των καταναλωτών και των εταίρων της αλυσίδας εφοδιασμού σχετικά με τις προσδοκίες για τη διατήρηση της αειφορίας καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του προϊόντος.
- Κίνητρα, όπως «επιβραβεύσεις» από τα συνεργαζόμενα σουπερμάρκετ, παρακινούν τους καταναλωτές να συμμετέχουν ενεργά στην ανακύκλωση, καλλιεργώντας το αίσθημα ευθύνης.
- Η διαδικασία της ανακύκλωσης γίνεται με όσο το δυνατόν πιο ορθό τρόπο καθιστώντας την ανακύκλωση πιο προσιτή.



- Γλιτώνει χρόνο τόσο στους ίδιους τους καταναλωτές όσο και στις δημοτικές αρχές.
- Χάρη στα τεχνολογικά μέσα μπορούν να ενσωματώνονται άμεσα και έγκυρα στην εφαρμογή όλες οι απαραίτητες αλλαγές, ανάλογα με τις αλλαγές που μπορεί να γίνουν είτε στη νομοθεσία είτε στα υλικά συσκευασιών είτε στο σύστημα απόρριψης αποβλήτων.
- Διευκολύνει την διαδικασία συλλογής των ανακυκλώσιμων συσκευασιών μέσω των «έξυπνων» κάδων και μέσω της πρόσβασης στα δεδομένα και της διαχείρισης αυτών, δίνεται η δυνατότητα να χαράζεται η βέλτιστη διαδρομή συλλογής των αποβλήτων μέσα από τα κατάλληλα συστήματα που επεξεργάζονται τα δεδομένα και συνεπώς, επιτυγχάνεται η βέλτιστη λύση από οικονομικής άποψης καθώς και χρόνου.
- Δίνεται επιπλέον η δυνατότητα καταγραφής ημερομηνίας λήξης ορισμένων προϊόντων, όπου μέσω της εφαρμογής δίνεται η δυνατότητα προειδοποίησης του καταναλωτή ώστε να το καταναλώσει έγκαιρα μειώνοντας τη σπατάλη τροφίμων και συνεισφέροντας στο περιβάλλον.

Συνοπτικά, το καινοτόμο μοντέλο ανακύκλωσης προσφέρει οφέλη όπως η βελτιωμένη συλλογή δεδομένων, η δέσμευση των καταναλωτών, η αποτελεσματική ανακύκλωση, η μείωση του χρόνου των διαδικασιών και του κόστους συλλογής αποβλήτων καθώς και η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ενώ παράλληλα αντιμετωπίζονται προβλήματα όπως η ελλιπής πληροφόρηση, η απάθεια των καταναλωτών και οι αναποτελεσματικές πρακτικές ανακύκλωσης στα παραδοσιακά συστήματα ανακύκλωσης.

6.5 Πιθανές δυσκολίες κατά την υλοποίηση του μοντέλου ανακύκλωσης

Η εφαρμογή του Καινοτόμου μοντέλου Ανακύκλωσης μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εφοδιαστική αλυσίδα και στην ανακύκλωση αλλά για να καταστεί αυτό εφικτό θα πρέπει να ξεπεραστούν ορισμένες δυσκολίες κάποιες από τις σημαντικότερες παρουσιάζονται παρακάτω.

Υψηλό Κόστος και απαιτήσεις υποδομών : Η εφαρμογή του μοντέλου απαιτεί σημαντική επένδυση σε έξυπνους κάδους απορριμμάτων, τεχνολογία, υποδομές και στη συνεχή συντήρηση, όπου μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εμπόδιο για τους δήμους ή τους οργανισμούς, ιδίως εάν υπάρχουν περιορισμοί στον προϋπολογισμό. Μικρότεροι δήμοι ή περιφέρειες με περιορισμένους πόρους ενδέχεται να δυσκολευτούν να υιοθετήσουν αυτές τις τεχνολογίες.

Συντήρηση και αξιοπιστία: Οι έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων και τα τεχνολογικά εξαρτήματα χρειάζονται τακτική συντήρηση για να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία τους. Τεχνικές δυσλειτουργίες μπορούν να διαταράξουν τη διαδικασία ανακύκλωσης.

Συμμόρφωση των προμηθευτών: Η διασφάλιση ότι όλοι οι προμηθευτές παρέχουν με συνέπεια και ακρίβεια λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τα υλικά συσκευασίας μπορεί να αποτελέσει πρόκληση. Ορισμένοι προμηθευτές ενδέχεται να μην θέτουν ως προτεραιότητα αυτό το έργο, με αποτέλεσμα να προκύπτουν ελλιπή ή ανακριβή δεδομένα.

Ενσωμάτωση με τα υπάρχοντα συστήματα: Η συνεργασία με όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς μπορεί να είναι πολύπλοκη για να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη ενσωμάτωση και η ακρίβεια των πληροφοριών.



Εξοικείωση με την Τεχνολογία και Προσβασιμότητα: Η ενθάρρυνση των χρηστών να υιοθετήσουν και να χρησιμοποιούν τακτικά μια εφαρμογή με ενσωματωμένη τεχνολογία, μπορεί να αποτελέσει πρόκληση, καθώς βασίζεται στην προθυμία των ατόμων να ασχοληθούν με την τεχνολογία. Στις μέρες μας για την πλειονότητα των ανθρώπων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς τους ενώ παράλληλα πολλοί δυσκολεύονται να προσαρμοστούν σε αυτή.

Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση: Το να καταφέρουν οι χρήστες να διαχωρίζουν και να ανακυκλώνουν σωστά τα απορρίμματά τους απαιτεί εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση, η οποία μπορεί να συνεχίσει να δυσκολεύει πολλούς να την ενσωματώσουν στη καθημερινότητα και στις συνήθειες τους. Ενώ δηλαδή η πρωτοβουλία έχει δείξει θετικά αποτελέσματα, η αλλαγή των μακροχρόνιων προτύπων συμπεριφοράς των καταναλωτών μπορεί να είναι μια σταδιακή διαδικασία και μπορεί να απαιτεί συνεχείς και μακροχρόνιες προσπάθειες.

Ασφάλεια δεδομένων και προστασία της ιδιωτικότητας: Η διαχείριση των δεδομένων των χρηστών και οι ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής είναι ζωτικής σημασίας, ιδίως κατά τη σάρωση και την επεξεργασία αποδείξεων αγοράς. Η διασφάλιση της προστασίας των προσωπικών πληροφοριών αποτελεί προτεραιότητα και μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για πολλούς στην χρήση της εφαρμογής όπου προτείνεται.

Βιωσιμότητα των ανταμοιβών: Η διατήρηση του συστήματος ανταμοιβών μακροπρόθεσμα μπορεί να είναι δαπανηρή και οι εταιρείες πρέπει να εξετάσουν τις οικονομικές επιπτώσεις που ενδέχεται να τις επιβαρύνουν.

Προτού εφαρμοστεί μια τέτοια καινοτόμα πρακτική, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη όλες οι δυσκολίες που πιθανόν θα κληθούν να αντιμετωπίσουν οι υπεύθυνοι ορθής εφαρμογής της, για να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα αποτυχίας. Η σωστή ενημέρωση και προώθηση λαμβάνει σημαντικό ρόλο για τα βέλτιστα αποτελέσματα.



7. Συμπεράσματα

Η κυκλική οικονομία παρουσιάζεται ως μια βιώσιμη λύση για την αντιμετώπιση των πιεστικών περιβαλλοντικών προκλήσεων. Με την προώθηση στρατηγικών όπως η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακατασκευή, η κυκλική οικονομία ελαχιστοποιεί την παραγωγή αποβλήτων, μειώνει την εξόρυξη πόρων και μειώνει τα επίπεδα ρύπανσης του περιβάλλοντος. Αυτό οδηγεί σε βελτιωμένη αποδοτικότητα των πόρων, μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και ενισχυμένη περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Στην Ευρώπη, η κυκλική οικονομία έχει αναδειχθεί σε βασικό πυλώνα της ατζέντας για τη βιωσιμότητα, όπως αντικατοπτρίζεται στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και στο Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία.

Επιπλέον, η κυκλική οικονομία επιφέρει οικονομικά οφέλη δημιουργώντας νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες και προωθώντας την καινοτομία. Η στροφή προς ένα κυκλικό μοντέλο ενθαρρύνει την ανάπτυξη του οικολογικού σχεδιασμού, των συστημάτων προϊόντων-υπηρεσιών και της συνεργατικής κατανάλωσης, τα οποία μπορούν να προωθήσουν τη δημιουργία θέσεων εργασίας, να τονώσουν την οικονομική ανάπτυξη και να ενισχύσουν την ανταγωνιστικότητα. Οι ευρωπαϊκές χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, έχουν αναγνωρίσει το οικονομικό δυναμικό της κυκλικής οικονομίας και έχουν δρομολογήσει διάφορες δράσεις και πολιτικές για την προώθηση της εφαρμογής της.

Στο πλαίσιο της Ελλάδας, η κυκλική οικονομία προσφέρει συγκεκριμένες ευκαιρίες και προκλήσεις. Με τους πλούσιους φυσικούς της πόρους και τη στρατηγική γεωγραφική της θέση, η Ελλάδα έχει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει κυκλικές πρακτικές σε τομείς όπως ο τουρισμός, η γεωργία και η ενέργεια. Με την υιοθέτηση κυκλικών λύσεων, η Ελλάδα μπορεί να μειώσει την εξάρτησή της από τις εισαγωγές, να ενισχύσει την ανθεκτικότητά της και να συμβάλει στη δημιουργία μιας πιο βιώσιμης και αυτάρκους οικονομίας. Συνεπώς για να αξιοποιηθούν πλήρως τα οφέλη της κυκλικής οικονομίας στην Ελλάδα, πρέπει να αναληφθούν διάφορες δράσεις. Αυτές περιλαμβάνουν την ευαισθητοποίηση και την παροχή εκπαίδευσης σχετικά με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, την προώθηση της συνεργασίας μεταξύ των ενδιαφερόμενων φορέων, την επένδυση στην έρευνα και την ανάπτυξη και τη δημιουργία υποστηρικτικών πλαισίων πολιτικής. Επιπλέον, η ενσωμάτωση των αρχών της κυκλικής οικονομίας στα εθνικά και περιφερειακά αναπτυξιακά σχέδια είναι ζωτικής σημασίας για την Ελλάδα ώστε να ευθυγραμμίσει τις στρατηγικές της με τις ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες και να αξιοποιήσει τις διαθέσιμες ευκαιρίες χρηματοδότησης.

Συμπερασματικά, η κυκλική οικονομία έχει τεράστιες δυνατότητες τόσο για την Ευρώπη όσο και για την Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα με τη μετάβαση προς ένα κυκλικό μοντέλο, μπορούμε να αντιμετωπίσουμε τις περιβαλλοντικές προκλήσεις, να προωθήσουμε την οικονομική και βιώσιμη ανάπτυξη. Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας απαιτεί συλλογικές προσπάθειες από τις κυβερνήσεις, τις επιχειρήσεις, την ακαδημαϊκή κοινότητα και την κοινωνία στο σύνολό της. Μόνο μέσω ισχυρών και συνεργατικών δράσεων και κοινής δέσμευσης, μπορούμε να δημιουργήσουμε μια κυκλική οικονομία που θα αποφέρει διαρκή οφέλη για το περιβάλλον, την οικονομία και τις μελλοντικές γενιές.

Όσον αφορά την διαχείριση αποβλήτων και την ανακύκλωση τόσο με αναφορές στους Ευρωπαϊκούς Στόχους και στο θεσμικό πλαίσιο όσο και στους Εθνικούς, γίνεται απόλυτα κατανοητή η δυσκολία που



αντιμετωπίζουν πολλά από τα κράτη μέλη της Ευρώπης, να ανταποκριθούν στην επίτευξη των στόχων αυτών. Ιδιαίτερα προβλήματα αντιμετωπίζει και η Ελλάδα, η οποία κατέχει από τις τελευταίες θέσεις όσον αφορά τις επιδόσεις της σε αυτούς τους τομείς συγκριτικά και με τα υπόλοιπα μέλη της. Επιπλέον οι αξιολογήσεις της από τις αρμόδιες Επιτροπές, όσον αφορά την επίτευξη των στόχων για τα απόβλητα και την ανακύκλωση, επιδιώκουν να εγείρουν την προσοχή και να την προειδοποιήσουν για τη συμμόρφωση, την αλλαγή πορείας και την βελτιστοποίηση των πρακτικών που εμποδίζουν την πρόοδο της.

Τα κύρια μέτρα μέσω των οποίων θα επιτευχθούν οι Εθνικοί στόχοι για τα απόβλητα και την ανακύκλωση είναι η ανάπτυξη χωριστής συλλογής πολλαπλών ρευμάτων, η διαλογή στην πηγή από τους παραγωγούς αποβλήτων, η καθιέρωση κινήτρων για αποτροπή υγειονομικής ταφής μέσω συστημάτων όπως το “Πληρώνω όσο Πετάω”, η ενίσχυση των ΚΔΑΥ και η διεξαγωγή εκστρατείας για την εκπαίδευση, ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών οι οποία αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι στην αλυσίδα των αποβλήτων. Τα συστήματα χωριστής συλλογής αποτελούν βασικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών ποσοστών ανακύκλωσης και για τη συλλογή απορριμμάτων συσκευασίας επαρκούς ποιότητας. Γενικά, όσο πιο βολικά και προσβάσιμα είναι αυτά τα συστήματα για τους χρήστες τους, τόσο καλύτερα αποτελέσματα προσφέρουν.

Η εξέταση των ποσοστών συλλογής που γίνεται από τις αρμόδιες Επιτροπές, δίνει μια γενική εικόνα της αποτελεσματικότητας ολόκληρου του συστήματος συλλογής για τα διάφορα υλικά. Όσον αφορά τις σχετικά χαμηλές επιδόσεις της Ελλάδας στη χωριστή συλλογή και ανακύκλωση, παρά την ύπαρξη ενός ιδιαίτερα εύχρηστου συστήματος χωριστής συλλογής, οι αρχές αναφέρουν οργανωτικούς λόγους, όπως αποτυχία στη συλλογή και τη μεταφορά, αποτυχία των μη οικιακών νοικοκυριών να διαχωρίσουν τα ΑΣΑ σε συνδυασμό με την αποτυχία χωριστής συλλογής των ΑΣΑ των μη οικιακών νοικοκυριών που διαχωρίζονται στο χώρο. Επιπλέον, το σύστημα χωριστής συλλογής στοχεύει μόνο στα υλικά συσκευασίας και αποκλείονται τα κλάσματα που δεν είναι συσκευασμένα, καθώς και το έντυπο χαρτί. Λόγω της αποτυχίας χωριστής συλλογής και ανακύκλωσης των αποβλήτων που διαχωρίζονται στα νοικοκυριά και παραδίδονται στους κάδους χωριστής συλλογής, υπάρχει έλλειψη εμπιστοσύνης από την πλευρά των πολιτών στο ελληνικό σύστημα ανακύκλωσης, μειώνοντας την προθυμία των νοικοκυριών να διαχωρίσουν τα απόβλητά τους.

Συνεπώς για την επίτευξη υψηλών ποσοστών ανακύκλωσης είναι σημαντικές οι σαφώς καθορισμένες αρμοδιότητες, η επιβολή και οι μηχανισμοί υποστήριξης για την επίτευξη των στόχων σε διάφορες οντότητες και επίπεδα διακυβέρνησης. Όσο πιο σαφείς είναι οι ευθύνες για την επίτευξη των στόχων και η λογοδοσία σε περίπτωση αποτυχίας, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να επιτευχθούν. Είναι ευδιάκριτο ότι υπάρχουν διάφοροι αρμόδιοι δημόσιοι φορείς ή ιδρύματα που εμπλέκονται στη διαχείριση των αποβλήτων, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει αβεβαιότητες στην υλοποίηση των καθηκόντων διαχείρισης αποβλήτων. Για να επιτευχθούν λοιπόν οι στόχοι, η Ελλάδα πρέπει να λάβει δραστικά μέτρα σύμφωνα και με τις αξιολογήσεις της κατάστασης από τις ειδικές επιτροπές και τις προτάσεις τους για βελτίωση των αποτελεσμάτων, ταυτόχρονα θα πρέπει όλοι οι παράγοντες που αποτελούν την αλυσίδα της διαχείρισης αποβλήτων να συνειδητοποιήσουν τη σημασία της κάθε πράξης και ενέργειάς τους στην συλλογική πορεία προς τις βέλτιστες επιδόσεις τόσο της Ελλάδας όσο και της Ευρώπης συνολικά, για την εξασφάλιση ενός βιώσιμου τρόπο ζωής και για τις επόμενες γενιές.



Η ανακύκλωση είναι συμπεριφορά και επομένως είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά ανακύκλωσης και πώς μπορούμε να τους αντιμετωπίσουμε για να προκαλέσουμε επιθυμητές αλλαγές συμπεριφοράς. Το συμπέρασμα είναι ότι όλοι μας πρέπει να κάνουμε βήματα προς μια βιώσιμη κατεύθυνση, συνεργαζόμενοι ως παγκόσμια οικονομία για να ευαισθητοποιήσουμε τους καταναλωτές και να δώσουμε εντολή για διαφάνεια στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Η ποιότητα της ανακύκλωσης των προϊόντων, ο σχεδιασμός της διαδικασίας ανακύκλωσης και της διαδικασίας συλλογής καθώς και η απόδοση των εργασιών ανακύκλωσης, μπορούν να βελτιωθούν μέσω του ψηφιακού μετασχηματισμού στο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα γίνεται εφικτή η τοποθέτηση αισθητήρων και η συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη σύνθεση του προϊόντος. Επιπλέον μέσω των τεχνολογικών εξελίξεων στην ψηφιοποίηση προϊόντων μαζικής κλίμακας, οι εταιρείες μπορούν να κάνουν τα διαπιστευτήρια προέλευσης και βιωσιμότητας των προϊόντων τους άμεσα προσβάσιμα στους καταναλωτές μέσω του ίδιου του προϊόντος. Μόλις οι καταναλωτές έχουν ένα προϊόν στα χέρια τους, το επόμενο βήμα στην παγκόσμια βιωσιμότητα είναι να γίνει η ανακύκλωση απλή μετά την κατανάλωση. Έως ότου η ανακύκλωση είναι μια εύκολη, άμεσα προσβάσιμη και άμεσα ανταποδοτική εμπειρία, η υιοθέτηση της από τους καταναλωτές θα είναι περιορισμένη.

Αναζητώντας νέες στρατηγικές για τη βελτίωση του οικοσυστήματος των αποβλήτων, η χρήση νέων τεχνολογιών όπως IoT, Artificial Intelligence και Cloud Computing μπορούν να δώσουν λύση. Υπάρχουν εφαρμογές οι οποίες περιλαμβάνουν ευφυή συστήματα κάδων απορριμμάτων, ρομπότ διαλογής απορριμμάτων, αισθητήρες που βασίζονται σε παρακολούθηση αποβλήτων, και μοντέλα πρόβλεψης της παραγωγής αποβλήτων. Εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση και τον εντοπισμό υλικών αποβλήτων καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας ανακύκλωσης, τη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και στη μεταφορά των ανακυκλωμένων αποβλήτων.

Βάση των παραπάνω προτείνεται η δημιουργία και χρήση της εφαρμογής του Καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης, το οποίο προτείνεται στη παρούσα διπλωματική εργασία. Στόχος να αποτελέσει τρόπο σύνδεσης των όλων των εμπλεκόμενων στη διαδικασία από την δημιουργία του προϊόντος έως και την απόρριψη του. Επιπλέον προτείνεται η διαχείριση αποβλήτων μέσω εξελιγμένου συστήματος το οποίο περιλαμβάνει και τους «έξυπνους» κάδους, μέσω του οποίου συνεπάγεται η διαλογή των απορριμμάτων υψηλής ακρίβειας με αυξημένη αποτελεσματικότητα και μείωση του κόστους. Συνεπώς ενώ η πρόταση του Καινοτόμου αυτού Μοντέλου Ανακύκλωσης μπορεί να προσφέρει υψηλά αποτελέσματα στον τομέα της ανακύκλωσης, απαιτούνται όμως συντονισμένες προσπάθειες από όλους τους παράγοντες που θα το φέρουν εις πέρας και στο τελικό στάδιο η ιδιαίτερα ενεργή συμμετοχή των καταναλωτών, οι οποίοι κατέχουν τον μεγαλύτερο ρόλο στην υλοποίηση και την εφαρμογή του. Αποτελεί λοιπόν πρόκληση η εφαρμογή μιας τέτοιας καινοτόμας πρακτικής, όπου στόχος είναι κυρίως οι νέες γενιές οι οποίες είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένες με την τεχνολογία και την οποία επιζητούν ολοένα και περισσότερο να εντάξουν στην καθημερινότητά τους, να αγκαλιάσουν την περίπτωση μιας τέτοιας εφαρμογής μεθόδου ανακύκλωσης και τα την κάνουν πράξη σε συνεργασία με όλους τους αρμόδιους και εμπλεκόμενους φορείς.



8. Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Πίνακας αναλυτικών ποσοστών χρήσης κυκλικών υλικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27) ανά χώρα για το 2010 και το 2020. 20

9. Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 Ποσοστό χρήσης κυκλικών υλικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27) ανά χώρα για το 2020.	20
Διάγραμμα 2 Κατά Κεφαλήν ποσότητες Αστικών Στερεών Αποβλήτων σε Ελλάδα και ΕΕ-27 μεταξύ 2010 και 2019.	21
Διάγραμμα 3 Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ για το 2019.	22
Διάγραμμα 4 Κατά κεφαλήν παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας στην ΕΕ-27 για το 2019 σε kg/κάτοικο.	23
Διάγραμμα 5 Παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας στην Ελλάδα μεταξύ 2010 και 2019, σε χιλ. τόνους.	24
Διάγραμμα 6 Ποσοστό ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27) το 2020, ανά χώρα.	24
Διάγραμμα 7 Ποσοστά ανακύκλωσης συσκευασιών για την Ελλάδα το 2019 και στόχοι για το 2025 και 2030.	25
Διάγραμμα 8 Συγκριτική αποτύπωση ποσοστών ανακύκλωσης ανά συσκευασία της Ελλάδας και της ΕΕ.	26
Διάγραμμα 9 Υγειονομική ταφή στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019, σε ποσοστό.	26
Διάγραμμα 10 Στόχοι ανακύκλωσης για τα αστικά απόβλητα στην ΕΕ-27 2020-2035.	27
Διάγραμμα 11 Στόχοι ανακύκλωσης συσκευασιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-27) για το 2025 και το 2035, ανά τύπο συσκευασίας.	28
Διάγραμμα 12 Συγκριτική αποτύπωση των ποσοστών της Ελλάδας έναντι του Ευρωπαϊκού Μ.Ο. σε ότι αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων για το έτος 2018.	37
Διάγραμμα 13 Πλήθος εγγράφων που δημοσιεύτηκαν ανά έτος.	43
Διάγραμμα 14 Πλήθος δημοσιεύσεων ανά είδος δημοσίευσης.	43

10. Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Το διάγραμμα της πεταλούδας: οπτικοποίηση της κυκλικής οικονομίας.	14
Εικόνα 2 Προοπτικές των κρατών μελών της ΕΕ όσον αφορά την επίτευξη των στόχων προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης για τα αστικά απόβλητα και τα απορρίμματα συσκευασίας.	29
Εικόνα 3 Στόχοι της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας.	30
Εικόνα 4 Στόχοι του Ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για τη Κυκλική Οικονομία.	30
Εικόνα 5 Πυραμίδα Ιεράρχησης Αποβλήτων.	33
Εικόνα 6 Οι 5 πυλώνες του Σχεδίου Δράσης για την Κυκλική Οικονομία.	35
Εικόνα 7 Χρονοδιάγραμμα του Νέου ΕΣΔΑ.	38
Εικόνα 8 Οι τέσσερις φάσεις της διαδικασίας εφαρμογής του προγράμματος PlastiCircle.	50
Εικόνα 9 Απεικόνιση των ρευμάτων αποβλήτων τα οποία καταλήγουν στο Κέντρο Κυκλικής Καινοτομίας.	53
Εικόνα 10 Ενδεικτική απεικόνιση των πληροφοριών της εφαρμογής Just Go Zero App.	53
Εικόνα 11 Απεικόνιση ενδεικτικής εφοδιαστικής αλυσίδας.	58
Εικόνα 12 Σχηματική Απεικόνιση του Καινοτόμου Μοντέλου Ανακύκλωσης.	59
Εικόνα 13 TrashBot-CleanRobotics.	61
Εικόνα 14 Bin-e.	63



11. Βιβλιογραφία

- Agunwamba, J. C. (2003). Analysis of Scavengers' Activities and Recycling in Some Cities of Nigeria. *Environmental Management*, 32(1), 116–127. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2874-5>
- Aldert Hanemaaijer, Maikel Kishna, Hester Brink, Julia Koch, Anne Gerdien Prins, & Trudy Rood. (2021). *NETHERLANDS INTEGRAL CIRCULAR ECONOMY REPORT 2021*. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/2021-pbl-icer2021_english_summary-4228.pdf
- Awasthi, M. K., Zhao, J., Soundari, P. G., Kumar, S., Chen, H., Awasthi, S. K., Duan, Y., Liu, T., Pandey, A., & Zhang, Z. (2019). Chapter 6 - Sustainable Management of Solid Waste. In M. J. Taherzadeh, K. Bolton, J. Wong, & A. Pandey (Eds.), *Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches* (pp. 79–99). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64200-4.00006-2>
- Bin-e. (n.d.). *Bin-e*. Retrieved September 11, 2023, from <https://bine.world/>
- Bressanelli, G., Saccani, N., Perona, M., & Baccanelli, I. (2020). Towards Circular Economy in the Household Appliance Industry: An Overview of Cases. *Resources 2020*, Vol. 9, Page 128, 9(11), 128. <https://doi.org/10.3390/RESOURCES9110128>
- Camilleri, M. A. (2021). A Circular Economy Strategy for Sustainable Value Chains: A European Perspective. *CSR, Sustainability, Ethics and Governance*, 141–161. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62501-6_7/COVER
- Cheema, S. M., Hannan, A., & Pires, I. M. (2022). Smart Waste Management and Classification Systems Using Cutting Edge Approach. *Sustainability*, 14(16), 10226. <https://doi.org/10.3390/su141610226>
- CleanRobotics. (n.d.). *CleanRobotics*. Retrieved September 11, 2023, from <https://cleanrobotics.com/>
- Coelho, P. M., Corona, B., ten Klooster, R., & Worrell, E. (2020). Sustainability of reusable packaging—Current situation and trends. *Resources, Conservation & Recycling: X*, 6, 100037. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100037>
- Costa, B. S., Bernardes, A. C. S., Pereira, J. V. A., Zampa, V. H., Pereira, V. A., Matos, G. F., Soares, E. A., Soares, C. L., & Silva, A. F. (2018). Artificial Intelligence in Automated Sorting in Trash Recycling. *Anais Do XV Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional (ENIAC 2018)*, 198–205. <https://doi.org/10.5753/eniac.2018.4416>
- Cwiklicki, M., & Wojnarowska, M. (2020). Circular Economy and Industry 4.0: One-Way or Two-way Relationships? *Engineering Economics*, 31(4), 387–397. <https://doi.org/10.5755/J01.EE.31.4.24565>
- D'Adamo, I., Mazzanti, M., Morone, P., & Rosa, P. (2022). Assessing the relation between waste management policies and circular economy goals. *Waste Management*, 154, 27–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.09.031>
- Demestichas, K., & Daskalakis, E. (2020). *sustainability Information and Communication Technology Solutions for the Circular Economy*. <https://doi.org/10.3390/su12187272>
- de Oliveira, S. F., & Soares, A. L. (2017). A PLM Vision for Circular Economy (pp. 591–602). https://doi.org/10.1007/978-3-319-65151-4_52
- Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Towards a Circular Economy – Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition (No. 1)*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>



- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). *How the circular economy tackles climate change*.
- European Commission. (2018a). *Directive (EU) 2018/850 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 1999/31/EC on the landfill of waste (Text with EEA relevance)*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/850/oj>
- European Commission. (2018b). *Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.150.01.0109.01.ENG
- European Environment Agency. (2022). *Early warning assessment related to the 2025 targets for municipal waste and packaging waste, Greece*.
- European Environment Agency. (2023a). *Economic instruments and separate collection systems key strategies to increase recycling*.
- European Environment Agency. (2023b). *Technical note accompanying the EEA briefing ‘Economic instruments and separate collection – key instruments to increase recycling.’*
- Farooq, M., Cheng, J., Khan, N. U., Saufi, R. A., Kanwal, N., & Bazkiaei, H. A. (2022). Sustainable Waste Management Companies with Innovative Smart Solutions: A Systematic Review and Conceptual Model. *Sustainability*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/su142013146>
- Gabriel, A., & Cruz, F. (2023). Open source IoT-based collection bin applied to local plastic recycling. *HardwareX*, 13, e00389. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ohx.2022.e00389>
- Garcia-Muiña, F. E., González-Sánchez, R., Ferrari, A. M., & Settembre-Blundo, D. (2018). The Paradigms of Industry 4.0 and Circular Economy as Enabling Drivers for the Competitiveness of Businesses and Territories: The Case of an Italian Ceramic Tiles Manufacturing Company. *Social Sciences*, 7(12). <https://doi.org/10.3390/socsci7120255>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Glouche, Y., Sinha, A., & Couderc, P. (2015). *A Smart Waste Management with Self-Describing Complex Objects*.
- GS1 Association Greece. (n.d.). *GS1 Association Greece*. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.gs1greece.org/>
- Hysa, E., Kruja, A., Rehman, N. U., & Laurenti, R. (2020). Circular Economy Innovation and Environmental Sustainability Impact on Economic Growth: An Integrated Model for Sustainable Development. *Sustainability 2020*, Vol. 12, Page 4831, 12(12), 4831. <https://doi.org/10.3390/SU12124831>
- I.Frantzis & Associates Ltd and BlackForest Solutions GmbH. (2020). *Guide on separate collection of municipal waste in Greece*.
- Ignatyeva, M., Yurak, V., Dushin, A., Strovsky, V., Zavyalov, S., Malyshev, A., & Karimova, P. (2021). *How Far Away Are World Economies from Circularity: Assessing the Capacity of Circular Economy Policy*



- Packages in the Operation of Raw Materials and Industrial Wastes.*
<https://doi.org/10.3390/su13084394>
- Islam, M. T., Iyer-Raniga, U., & Trewick, S. (2022). Recycling Perspectives of Circular Business Models: A Review. *Recycling*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/recycling7050079>
- Ismail, M. A., & Ghazali, A. S. (2022). *IoT Green-Bin: The Development of a Self-sorting Recycle Bin System* (pp. 465–474). https://doi.org/10.1007/978-981-16-4115-2_37
- Just Go Zero Tilos by polygreen. (n.d.). *Just Go Zero Tilos by polygreen* .
- Karstensen, K. H., Engelsen, C. J., & Saha, P. K. (2019). Circular economy initiatives in Norway. *Circular Economy: Global Perspective*, 299–316. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1052-6_16/COVER
- Ko, S., Kim, W., Shin, S.-C., & Shin, J. (2020). The economic value of sustainable recycling and waste management policies: The case of a waste management crisis in South Korea. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 104, 220–227. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.020>
- Melnyk, O., Horbal, N., Ruda, M., & Sroka, W. (2021). *Assessing the implementation of the circular economy in the eu countries*. 9, 25–39. https://doi.org/10.23762/FSO_VOL9_NO1_2
- Niall Murphy. (2019). *Here's how digitization can boost recycling rates*. <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/here-s-how-digitization-can-boost-recycling-rates/>
- Nittaya Muangnak, Chaiwat Sirawattananon, Rathanit Sukthanapirat, Wannapa Pukdee, & Jirawat Attaset. (2022). *WASTE MANAGEMENT SYSTEM DRIVEN BY SMART TECHNOLOGY PLATFORM WITH A SOCIAL ENTERPRISE*.
- Osama, A., & Lamma, O. (2021). *The impact of recycling in preserving the environment*. 297–302.
- Permana, A. G., & Raharjo, J. (2023). Integrated Waste Management System with IOT-Based Centralized Control towards a Smart Eco Campus-Telkom University. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(2), 322–333. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.14048>
- Priscilla Castro, Meritxell Díaz, Nikolai Jacobi, & Alis-Daniela Torres. (2020). Final replication guide, PlastiCircle Project. *ICLEI – Local Governments for Sustainability* .
- Rahman, Md. A., Hasan, F., Akter, I., Sutapa, U. A. J., Shahriar, Md. R., & Ibne Sayed, K. M. S. (2022). Smart Trash Distribution, and Recycling Processes Using IoT Sensing & Mobile Application. *Proceedings of the 2nd International Conference on Computing Advancements*, 227–232. <https://doi.org/10.1145/3542954.3542988>
- Rajendran, K., Lin, R., Wall, D. M., & Murphy, J. D. (2019). Chapter 5 - Influential Aspects in Waste Management Practices. In M. J. Taherzadeh, K. Bolton, J. Wong, & A. Pandey (Eds.), *Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches* (pp. 65–78). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64200-4.00005-0>
- Roche Cerasi, I., Sánchez, F. V, Gallardo, I., Górriz, M. Á., Torrijos, P., Aliaga, C., & Franco, J. (2021). Household plastic waste habits and attitudes: A pilot study in the city of Valencia. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 39(5), 679–689. <https://doi.org/10.1177/0734242X21996415>



- Sabău-Popa, C. D., Bele, A. M., Dodescu, A. O., & Boloş, M. I. (2022). How Does the Circular Economy Applied in the European Union Support Sustainable Economic Development? *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 9932, 14(16), 9932. <https://doi.org/10.3390/SU14169932>
- Sánchez-Ortiz, J., Rodríguez-Cornejo, V., Del Río-Sánchez, R., & García-Valderrama, T. (2020). Indicators to Measure Efficiency in Circular Economies. *Sustainability*, 12(11), 4483. <https://doi.org/10.3390/su12114483>
- Statista. (2023). *Recycling in Europe*.
- Sympraxis Team P.C. (2020). *Σχέδιο δράσεων επικοινωνίας για την πρόληψη παραγωγής, τη χωριστή συλλογή και την ανάκτηση αποβλήτων στην Ελλάδα. Τελική έκθεση*.
- Taušová, M., Tauš, P., & Domaracká, L. (2022). Sustainable Development According to Resource Productivity in the EU Environmental Policy Context. *Energies* 2022, Vol. 15, Page 4291, 15(12), 4291. <https://doi.org/10.3390/EN15124291>
- Tseng, M. L., Tan, R. R., Chiu, A. S. F., Chien, C. F., & Kuo, T. C. (2018). Circular economy meets industry 4.0: Can big data drive industrial symbiosis? *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 146–147. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2017.12.028>
- Yadav, G., Luthra, S., Jakhar, S. K., Mangla, S. K., & Rai, D. P. (2020). A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120112. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120112>
- Yang, S., M. R., A. R., Kaminski, J., & Pepin, H. (2018). Opportunities for Industry 4.0 to Support Remanufacturing. *Applied Sciences*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/app8071177>
- Αποστολία Δ. Κρεμαλή. (2021). «Η διαχείριση των παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα: το θεσμικό πλαίσιο, η τρέχουσα κατάσταση και ο εθνικός σχεδιασμός για τη χρονική περίοδο των ετών 2020-2030 σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας» [ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ]. <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/55966/22810.pdf?sequence=1>
- Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης. (2020). *ΑΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΕΟΑΝ ΕΤΩΝ 2017 – 2018*.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (2018). ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/851 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της οδηγίας 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα. *Επίσημη Εφημερίδα Της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (2019). *Οδηγία (ΕΕ) 2019/904 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Ιουνίου 2019, σχετικά με τη μείωση των επιπτώσεων ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον (Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ)*.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2020). *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*. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0019.02/DOC_1&format=PDF
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2023). *ΕΚΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ*



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ σχετικά με τον εντοπισμό των κρατών μελών που κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τον στόχο προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης των αστικών αποβλήτων για το 2025, τον στόχο ανακύκλωσης των απορριμμάτων συσκευασίας για το 2025 και τον στόχο μείωσης της υγειονομικής ταφής των αποβλήτων για το 2035 .

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. (2022). Έγκριση του Εθνικού Προγράμματος Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων.

Εφημερίδα της Κυβέρνησης, Τ. Α. /185/29. 09. 2020. (2020). Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων .

Νίκος Βέττας, Ηλίας Ντεμιάν, Κώστας Βαλάσκας, Σοφία Σταυράκη, Αλέξανδρος Μουστάκας, Svetoslav Danchev, & Γιώργος Μανιάτης. (2022). Κυκλική οικονομία: Ευκαιρίες, προκλήσεις και επιδράσεις στην ελληνική οικονομία.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2021). Κυκλική Οικονομία: Το Νέο Σχέδιο Δράσης της Ελλάδας. https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2021/03/NEO_SXEDIO_DRASIS_KUKLIKH_OIKONOMIA.pdf



12. Παράρτημα

A/A	Authors	Title	Year	Source title	Document Type	Paper's Scope					Σχόλιο
						Κυκλική Οικονομία	Ανακύκλωση	Διαχείριση Αποβλήτων	Ψηφιοποίηση	Case Study	
1	Sehrish Munawar Cheema, Abdul Hannan and Ivan Miguel Pires	Smart Waste Management and Classification Systems Using Cutting Edge Approach	2022	Sustainability	Article			x	x	x	Προτείνεται ένας μηχανισμός έξυπνης διαχείρισης και ταξινόμησης αποβλήτων σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση μιας πρωτοποριακής προσέγγισης. Χρησιμοποιούνται προηγμένες τεχνολογίες τεχνικές Internet of Things, Deep Learning για την ταξινόμηση και το διαχωρισμό των αποβλήτων σε μια περαιτέρω απόρριψη.
2	Patrícia Megale Coelho, Blanca Corona, Roland ten Klooster, Ernst Worrella	Sustainability of reusable packaging-Current situation and trends	2020	Resources, Conservation & Recycling: X	Article		x	x			Εξετάζονται οι τάσεις στις συσκευασίες πολλαπλών χρήσεων και η βιβλιογραφία ώστε να δημιουργηθούν συμπεράσματα σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση της και να προσδιοριστούν οι καλύτερες πρακτικές για έρευνα και ανάπτυξη. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση των βασικών παραγόντων που διέπουν το σχεδιασμό και τις επιπτώσεις των πιο βιώσιμων συστημάτων συσκευασίας.
3	Idiano D'Adamo, Massimiliano Mazzanti, Piergiuseppe Morone, Paolo Rosa	Assessing the relation between waste management policies and circular economy goals	2022	Waste Management	Book Chapter	x		x	x		Αναφέρεται στα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, στα αστικά στερεά απόβλητα και στα απόβλητα από ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές εξοπλισμού. Ξεκινώντας από ορισμένες συστάσεις πολιτικές και αναλύεται η εντοπισμένη μέσω βιβλιογραφικής έρευνας και εντοπίστηκαν τα πιο κρίσιμα στοιχεία για κάθε ρεύμα αποβλήτων.
4	Isabelle Roche Cerasi, Francisco V Sánchez, Iris Gallardo, Miguel A Górriz, Paula Torrijos, César Allaga and Jerónimo Franco	Household plastic waste habits and attitudes: A pilot study in the city of Valencia	2020	Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy	Article	x	x	x	x		Αναλύει το πρόγραμμα PlastiCircle το οποίο μέσω της τεχνολογίας στοχεύει στην αύξηση ποσοτήτων ανακύκλωσης πλαστικού και αναφέρει τα case study στη Βαλένθια, την Ουτρέχτη και την Άλμπα Ιουλία της Ρουμανίας.
5	Yann Glouche, Arnab Sinha, Paul Couderc.	A Smart Waste Management with Self-Describing Complex Objects	2018	Sustainability	Article		x	x	x		Προτείνεται μια εφαρμογή έξυπνου κάδου απορριμμάτων που βασίζεται σε πληροφορίες που περιέχονται σε ετικέτες που συνδέονται με κάθε κάδο. Τα απόβλητα παρακολουθούνται από τους έξυπνους κάδους χρησιμοποιώντας ένα RFID χωρίς να απαιτείται η υποστήριξη ενός εξωτερικού συστήματος πληροφοριών.
6	Alex Gabriel, Fabio Cruz	Open source IoT-based collection bin applied to local plastic recycling	2023	HardwareX	Article	x	x	x	x	x	Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η τεχνική ανάπτυξη ενός έξυπνου συλλέκτη πλαστικών απορριμμάτων που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο μιας πειραματικής μήνου για μια καταναλωτική προσέγγιση ανακύκλωσης.
7	Nittaya Muangnak, Chaiwat Sirawattananon, Rathanit Sukthanapirat Wannapa Pukdee and Jirawat Attaset	WASTE MANAGEMENT SYSTEM DRIVEN BY SMART TECHNOLOGY PLATFORM WITH A SOCIAL ENTERPRISE	2022	Waste Management	Article			x	x	x	Εξετάζεται η εφαρμογή της έξυπνης τεχνολογίας στη διαχείριση των αποβλήτων. Στόχος είναι ο σχεδιασμός ενός αυτοματοποιημένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων και διαλογής που χρησιμοποιεί τεχνικές ανάλυσης εικόνας, καθώς και μια συλλογή από εφαρμογές διαχείρισης αποβλήτων.
8	Md. Ashikur Rahman, Fahim Hasan, Irin Akter, Ummay Afrina Jahan Sutapa, Md. Rifat Shahrir, K.M. Sazzad Ibn Swaf	Smart Trash Distribution, and Recycling Processes Using IoT Sensing & Mobile Application	2022	Proceedings of the 2nd International Conference on Computing	Article			x	x	x	Έξυπνη διαλογή σκουπιδιών και διαδικασίες ανακύκλωσης με χρήση προηγμένων τεχνολογιών IoT αισθητήρες μέσω εφαρμογής κινητών τηλεφώνων
9	Giammarco Bressanelli, Nicola Saccani, Marco Perona and Irene Baccanelli	Towards Circular Economy in the Household Appliance Industry: An Overview of Cases	2020	Resources 2020, Vol. 9, Page 128	Article	x					Διερευνάται ο τρόπος με τον οποίο η κυκλική οικονομία έχει εφαρμοστεί στην βιομηχανία οικιακών συσκευών, μέσω μιας έρευνας πολλαπλών περιπτώσεων.
10	Margarita Ignatyeva, Vera Yurak, Alexey Dushin, Vladimir Strovsky, Sergey Zavyalov, Alexander Mashevsky and Polina Káre Helge Karstensen, Christian John Engelsen and Palash Kumar Saha	How Far Away Are Worst Economies from Circularity: Assessing the Capacity of Circular Economy Policy Packages in the Operation of Raw Materials and Industrial Wastes	2021	Sustainability	Article	x		x			Αξιολογείται η ικανότητα των ρυθμιστικών πολιτικών για την κυκλική οικονομία στην διαχείριση των πρώτων υλών και των αποβλήτων από τις βιομηχανίες.
11	Claudia Diana Sabău-Popa, Alexandra Maria Bele, Anca Otilia Dodescu and Marcel Ioan Bolos	Circular Economy Initiatives in Norway	2022	Circular Economy: Global Perspective	Article	x		x		x	Αναλύεται η πολιτική της Νορβηγίας στην κυκλική οικονομία και αναφέρονται ορισμένες καλές πρακτικές.
12	How Does the Circular Economy Applied in the European Union Support Sustainable Economic Development?	2022	Sustainability 2022, Vol. 14, Page 9932	Article	x		x				Παρουσιάζονται και αναλύονται συσχετίσεις μεταξύ δεικτών μέτρησης κυκλικής οικονομίας και της βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης.
13	Eglantina Hysa, Alba Kruja, Nageeb Ur Rehman and Rafael Laurenti	Circular Economy Innovation and Environmental Sustainability Impact on Economic Growth: An Integrated Model for Sustainable Development	2020	Sustainability 2020, Vol. 12, Page 4831	Article	x		x			Παρουσιάζει τη σύνδεση μεταξύ επιλεγμένων δεικτών μιας κυκλικής οικονομίας, στους οποίους περιλαμβάνονται και βασικά συστατικά στοιχεία της περιβαλλοντικής και οικονομικής ανάπτυξης.
14	Islam, M. T., Iyer-Raniga, U., & Trewick, S.	Recycling Perspectives of Circular Business Models: A Review	2022	Recycling	Review	x	x	x	x		Προσδιορίζονται τα κρίσιμα στοιχεία του επιχειρηματικού μοντέλου που επικεντρώνεται στην ανακύκλωση και στην κυκλική οικονομία και αξιολογούνται πιθανές επιχειρηματικές και ερευνητικές ευκαιρίες στον τομέα αυτό.
15	Ismail, M. A., & Ghazali, A. S.	IoT Green-Bin: The Development of a Self-sorting Recycle Bin System	2022	Human-Centered Technology for a Better Tomorrow	Book Chapter		x	x	x		Αναπτύσσεται ένα έξυπνο, αυτοδιαχωριζόμενο σύστημα κάδου ανακύκλωσης που διαχωρίζει αυτόματα τα απορρίμματα με βάση το υλικό.
16	Sungmin Ko, Woojae Ki, Sang-Cheol Shin, Jungwoo Shin	The economic value of sustainable recycling and waste management policies: The case of a waste management crisis in South Korea.	2020	Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy	Article		x	x			Γίνεται αξιολόγηση της οικονομικής αξίας μιας βιώσιμης πολιτικής ανακύκλωσης και διαχείρισης αποβλήτων για την επίλυση της κρίσης στη διαχείριση αποβλήτων.
17	Karthik Rajendran, Richen Lin, David M. Wall, Jerry D. Murphy	Influential Aspects in Waste Management Practices	2019	Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches	Article		x	x			Παρέχονται ορισμένα σύντομα στοιχεία σχετικά με την παγκόσμια παραγωγή αποβλήτων, ακολουθούμενα από μια ενημέρωση σχετικά με τις προηγμένες τεχνολογίες διαχείρισης αποβλήτων που είναι διαθέσιμες σήμερα. Επισημαίνεται η αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων παραγόντων. Τέλος, παρουσιάζονται μελέτες περίπτωσης που συγκρίνουν τις δραστηριότητες διαχείρισης αποβλήτων σε τρεις διαφορετικές χώρες.
18	Sánchez-Ortiz, J., Rodríguez-Cornejo, V., Del Río-Sánchez, R., & García-Valderrama,	Indicators to Measure Efficiency in Circular Economies.	2023	Sustainability	Article	x					Παρουσιάζει ένα αριθμό δεικτών για τη μέτρηση της οικονομικής ανάπτυξης αναφορικά με την κυκλική οικονομία.
19	Marcela Taušová, Peter Tauš and Lucia Domaracká	Sustainable Development According to Resource Productivity in the EU Environmental Policy Context.	2022	Energies 2022, Vol. 15, Page 4291	Article	x		x			Προσδιορίζεται η συσχέτιση μεταξύ του κύριου δείκτη, της παραγωγικότητας των πόρων, και των άλλων δεικτών σε επίπεδο ΕΕ και κρατών μελών της.
20	Mark Anthony Camilleri	A Circular Economy Strategy for Sustainable Value Chains: A European Perspective	2023	CSR, Sustainability, Ethics and Governance	Book Chapter	x	x	x			Παρουσιάζεται μια ανάλυση κόστους-οφέλους της στρατηγικής της κυκλικής οικονομίας. Στη συνέχεια, περιλαμβάνει μια κριτική επισκόπηση ορισμένων από τις τελευταίες ευρωπαϊκές κανονιστικές κατευθυντήριες γραμμές, μέσα και αρχές που αφορούν την ατζέντα της κυκλικής οικονομίας.
21	Kumar Awasthi PhD, Junchao Zhao Master, Parimala Gnana Soundari PhD, Sumit Kumar	Sustainable Management of Solid Waste	2019	Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches	Book Chapter	x		x			Ενημερώνει τον αναγνώστη για τη μη βιώσιμη κατάσταση των σημερινών πρακτικών διάθεσης στερεών αποβλήτων και για τον τρόπο με τον οποίο οι πρακτικές αυτές μπορούν να γίνουν βιώσιμες, ώστε να διατηρηθεί ένας βιώσιμος πλανήτης για τις μελλοντικές γενιές.



Διπλωματική Εργασία Κολιού Ραφαέλα Καλλιόπη

22	Caterina Picuno, Emile Van Eygen, Marieke T. Brouwer, Kerstin Kuchta and Eggo U. Thoden van Velzen	Factors Shaping the Recycling Systems for Plastic Packaging Waste—A Comparison between Austria, Germany and	2021	Sustainability	Article	x	x	x	x	Αναλύονται τρεις τελευταίες μελέτες που περιγράφουν τις τρέχουσες ροές των αποβλήτων πλαστικών συσκευασιών σε όλη την αλυσίδα αξίας των αποβλήτων από την Αυστρία, τη Γερμανία και τις Κάτω Χώρες.
23	Markus Galli, Andrea Schweighuber, Wolfgang Buchberger and Reinhold W. Lang	Plastic Bottle Cap Recycling—Characterization of Recyclate Composition and Opportunities for Design for Circularity	2018	Sustainability	Article	x	x			Παρουσιάζει τις δυνατότητες ανακύκλωσης και σχεδιασμού με χρήση κυκλικής οικονομίας και αναφέρεται σε πλαστικές συσκευασίες.
24	Moritz Mager, Ines Traxler, Joerg Fischer and David C. Finger	Potential analysis of the plastics value chain for enhanced recycling rates: A Case Study in	2022	Recycling	Article		x		x	Αξιολογούνται οι δυνατότητες της ιταλικής αλυσίδας αξίας πλαστικών για αυξημένα ποσοστά ανακύκλωσης.
25	Agus Ganda Permana, Jangkung Raharjo	Integrated Waste Management System with IOT-Based Centralized Control towards a Smart Eco Campus-Telkom University	2023	International Journal of Energy Economics and Policy	Article	x	x	x	x	Πραγματοποιήθηκε σχεδιασμός του συστήματος και της αρχιτεκτονικής του δικτύου με βάση τον αριθμό των κόμβων αισθητήρων, τον αριθμό των κόδων ανακύκλωσης, τον αριθμό του εξοπλισμού μεταφοράς απορριμμάτων, τον αριθμό των κτιρίων, τον αριθμό των περιοχών και την ικανότητα των κόμβων μεταφοράς δεδομένων (DTN) να παρέχουν πληροφορίες στον διακομιστή που λαμβάνονται από τον κώδο ανακύκλωσης κάθε διαμεταίου/κτιρίου, των επιχειρηματικών χώρων, των εγκαταστάσεων ΜΜΕ, των κυλικίων και των κοινότοπων ή των τοπικών περιοχών. Στόχος είναι η μετατροπή του campus Telkom University σε υψηλής αποδοτικότητας στη διαχείριση αποβλήτων με εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών
26	Aldiga Rienarti Abidin, Yuda Irawan, Yesica Devis	SMART TRASH BIN FOR MANAGEMENT OF GARBAGE PROBLEM IN SOCIETY	2022	Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)	Article			x	x	Αναπτύσσεται η τεχνολογία από προηγούμενες ερευνητές, ώστε να κατασκευαστεί ενός ξύμνου κώδο απορριμμάτων που θα μπορεί αργότερα να ξεχωρίζει τα είδη των οργανικών και ανόργανων αποβλήτων.
27	Jesse R. Catlin, James M. Leonhardt, Yitong Wang, Rommel J. Manuel	Landfill or Recycle? Pro-Environmental Receptacle Labeling Increases Recycling Contamination	2021	Journal of Consumer Psychology	Article		x	x		Αναφέρεται σε δυσκολίες όσον αφορά τη συμπεριφορά των καταναλωτών κατά την ορθή διαλογή των αποβλήτων
28	Anuja Talia and Stephen McLwaine	Industry 4.0 and the circular economy: using design-stage digital technology to reduce construction waste	2022	Smart and Sustainable Built Environment	Article	x	x	x	x	Εξετάζεται πώς η εφαρμογή καινοτομικών τεχνολογιών Industry 4.0 στο στάδιο του σχεδιασμού μπορεί να συμβάλει στη μείωση των κατασκευαστικών αποβλήτων και στη βελτίωση της ανάπτυξης, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των δομικών υλικών.
29	Ioannis Antonopoulos, Giorgia Faraca, Davide Tonini	Recycling of post-consumer plastic packaging waste in the EU: Recovery rates, material flows, and barriers	2021	Waste Management	Article	x				Συλλέχθηκαν πρωτογενή δεδομένα από εργοστάσια διαλογής και επανεπεξεργασίας πλαστικών αποβλήτων συσκευασίας για να απεικονιστούν η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών, οι ροές υλικών και τα εμπόδια.
30	Gustavo Pineiro-Villaverde and María Teresa García-Alvarez	Sustainable Consumption and Production: Exploring the Links with Resources Productivity in the EU-28	2020	Sustainability 2020, Vol. 12, Page 8760	Article	x	x			Προσδιορίζονται οι θεμελιώδεις δομές που καθορίζουν την πολιτική βιώσιμης ανάπτυξης στην ΕΕ-28, τη σύνθεσή τους με την παραγωγικότητα των πόρων και τον ρόλο των κυβερνήσεων και των επιχειρήσεων στη βελτίωση της μέσης των επενδύσεων στην έρευνα, την ανάπτυξη και την καινοτομία κατά την περίοδο 2001-2018.
31	Konstantinos Demestichas and Emmanouil Daskalakis	Information and Communication Technology Solutions for the Circular Economy	2020	Sustainability 2020, Vol. 12, Page 7272	Review	x			x	Αναλύονται και παρουσιάζονται διακεκριμένες λύσεις της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών που ανοίγουν το δρόμο προς την κυκλική οικονομία. Για την κατηγοριοποίηση των λύσεων, εισάγεται μια νέα διττή προσέγγιση, η οποία επικεντρώνεται τόσο στην τεχνολογική πτυχή των λύσεων (επικοινωνίες, πληροφορική, ανάλυση δεδομένων κ.λπ.), όσο και της κύριας έννοιας της κυκλικής οικονομίας που χρησιμοποιείται (μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και αποκατάσταση) με την οποία κάθε λύση είναι περισσότερο συναφής.
32	Marzena Smol, Paulina Marcinek, Joanna Duda and Dominika Szoldrowska	Importance of Sustainable Resource Management in Implementing the Circular Economy (CE) Model and the European Green Deal	2020	Resources 2020, Vol. 9, Page 55	Article	x				Παρουσιάζονται στρατηγικές κατευθύνσεις που στοχεύουν στη βιώσιμη και κυκλική διαχείριση των πόρων υλών στην ΕΕ, με μεγάλη έμφαση στα βασικά στοιχεία της βιώσιμης ανάπτυξης: περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής.
33	Francesco Di Maria	Circular economy in Italy	2019	Circular Economy: Global Perspective	Article	x			x	Αναλύεται η προσπάθεια για στροφή προς την κυκλική οικονομία στην Ιταλία
34	Marek Cwiklicki, Magdalena Wojnarowska	Circular Economy and Industry 4.0: One-Way or Two-Way Relationships?	2020	Engineering Economics	Article	x			x	Προσδιορίζονται οι σχέσεις μεταξύ της κυκλικής οικονομίας και της Industry 4.0.
35	P. Ilangovan, K. Meena	APPs on e-Governance for Solid Waste Management	2020	International Journal of Computer Science Engineering (IJCSSE)	Article			x	x	Παρουσιάζονται εφαρμογές για την e-Governance, για τη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων και να κάνει την Ινδία ως ένα από τα πρότυπα έθνη στον κόσμο για τη μετατροπή των αποβλήτων σε πλοίο με τη χρήση εφαρμογής στο Android κινητό.
36	Fang, B., Yu, J., Chen, Z., Osman, A. I., Farghali, M., Ihara, I., Hamza, E. H., Rooney, D. W., & Yap, P.-S.	Artificial Intelligence for waste management in smart cities: a review	2023	Environmental Chemistry Letters.	Review	x	x	x	x	Παρουσιάζεται η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη μετατροπή των αποβλήτων σε ενέργεια, στους ξύμνους κώδους, στα ρομπότ διαλογής αποβλήτων, στα μοντέλα παραγωγής αποβλήτων, στην παρακολούθηση των αποβλήτων και στην παρακολούθηση, πύρλωση πλαστικών, διάκριση ορυκτών και σύγχρονων υλικών, εφοδιαστική, διάθεση, παράνομη απόρριψη, ανάπτυξη πόρων, έξιπτες πόλεις, αποδοτικότητα διαδικασιών, εξοικονόμηση κόστους και βελτίωση της δημόσιας υγείας.
37	Bernardo S. Costa, Aiko C. S. Bernardes, Julia V. A. Pereira, Vitoria H. Zampa, Vitoria A. Pereira, Guilherme F. Matos Eduardo A. Soares, Claiton L. Ashkan Nabavi	Artificial Intelligence in Automated Sorting in Trash Recycling	2021	Anais do XV Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional (ENIAC 2018)	Article	x	x	x	x	Προτείνεται ένα σύστημα που θα βοηθήσει στην χρήση να να προσδιορίσει σε ποιον κώδο απορριμμάτων θα πετάξει τα απορρίμματα, με βάση μια εικόνα του υλικού που έχει συγκεντρωθεί από ψηφιακή φωτογραφική μηχανή, επομένως, απαιτεί λιγότερη ανθρώπινη επαφή.
38	Ashkan Nabavi-Pelesaraei, Reza Bayat, Homa Hosseinzadeh-Bandbafha, Hadi Afrasayabi	Prognostication of energy use and environmental impacts for recycle system of municipal solid waste management	2018	Journal of Cleaner Production	Article			x	x	Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν και αναλύθηκαν η κατανάλωση ενέργειας και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του συστήματος ανακύκλωσης αστικών στερεών αποβλήτων από τη φάση της μεταφοράς έως την ανάπτυξη στη μπρτόλο της Τεχνολογίας στο Ιράν.
39	Osama Asanousi Lamma	The impact of recycling in preserving the environment	2021	International Journal of Applied Research	Article		x			Παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία και πληροφορίες σχετικά με την ανακύκλωση ώστε να αναγνωριστεί η ανάγκη εφαρμογής της ώστε να συνεισφέρει στην προστασία του περιβάλλοντος
40	Muhammad Farooq, Jie Cheng, Noor Ullah Khan, Roselina Ahmad Saufi, Nagina Kanwal and Hanieh Alipour Bazkiaei	Sustainable Waste Management Companies with Innovative Smart Solutions: A Systematic Review and Conceptual Model	2022	Sustainability	Article			x		Η μελέτη αυτή διεξήγαγε εμπειριστική ανάλυση δέκα εταιρειών διαχείρισης αποβλήτων. Επιπλέον, με βάση συστηματικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις, τα συμπεράσματα αυτής της μελέτης αποκάλυψαν ότι οι εταιρείες rapies επικεντρώνονται κυρίως στη βιομηχανική πλευρά. Η πλευρά των καταναλωτών λαμβάνει τη λιγότερη προσοχή. Επομένως, για να επιτύχουν επιτυχία στις λύσεις διαχείρισης αποβλήτων, οι εταιρείες θα πρέπει να παρέχουν καλύτερες υπηρεσίες και να εστιάσουν στην ευαισθητοποίηση των τελικών χρηστών.
41	Martin Geissdoerfer, Paulo Savaget, Nancy M.P. Bocken, Erik Jan Hultink	The Circular Economy – A new sustainability paradigm?	2023	Journal of Cleaner Production	Review	x				κύριες εννοιολογικές ομοιότητες και διαφορές μεταξύ της βιωσιμότητας και της κυκλικής οικονομίας
42	Fernando E. Garcia-Muñia, Rocío González-Sánchez, Anna Maria Ferrari and Davide Settembre-Blundo	The Paradigms of Industry 4.0 and Circular Economy as Enabling Drivers for the Competitiveness of Businesses and Territories: The Case of an Italian Ceramic Tiles Manufacturing Company	2021	Social Sciences	Article	x			x	Αυτό το άρθρο αναφέρεται στις φάσεις της μετάβασης από μια γραμμική σε μια κυκλική οικονομία και προτείνει μια διαδικασία για την εισαγωγή των αρχών της βιωσιμότητας (περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική) σε ένα μεταποιητικό περιβάλλον, μέσω του σχεδιασμού ενός νέου κυκλικού επιχειρηματικού μοντέλου (CBM). Η νέα διαδικασία έχει δοκιμαστεί και επαληθευτεί σε μια ιταλική εταιρεία που παράγει κεραμικά πλακίδια, χρησιμοποιώντας την ψηφιοποίηση των διαδικασιών παραγωγής στο περιβάλλον της Industry 4.0.
43	Lisa McLean and Rob Roggema	Planning for a Prosumer Future: The Case of Central Park, Sydney	2018	Urban Planning	Article	x	x		x	Αναδεικνύεται το Central Park του Σίδνεϊ ως μια βέλτιστη πρακτική αστικής ανάπτυξης παρεμβάσεων που δίνει πώς οργανώνονται οι ροές του νερού και της ενέργειας για να παρέχουν ενσωματωμένη βιωσιμότητα και ανθεκτικότητα για τις τοπικές και γενικότερες κοινότητες.



Διπλωματική Εργασία Κολιού Ραφαέλα Καλλιόπη

44	Marcela Spišáková, Tomáš Mandl, csk, Peter Mészáros and Matej Špak	Waste Management in a Sustainable Circular Economy as a Part of Design of Construction	2022	Applied Sciences 2022, Vol. 12, Page 4553	Article	x						Διαπιστώνεται έλλειψη πληροφοριών σχετικά με την ποιότητα των αποβλήτων κατασκευών και κατασκευών κατά τη φάση του σχεδιασμού των κτιρίων που απαιτούνται για τον αερόφορο σχεδιασμό των κατασκευών. Συνεπώς ποσοτικοποιούνται τα απόβλητα κατασκευών και κατασκευών κατά τη φάση σχεδιασμού της κατασκευής σε μια κυκλική οικονομία.
45	Shanshan Yang, Aravind Raghavendra M. R., Jacek Kaminski and Helene Pepin	Opportunities for Industry 4.0 to Support Remanufacturing	2021	Applied Sciences	Article	x				x	x	Το άρθρο αυτό εξετάζει τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο τομέας της ανακατασκευής και αναλύει τον τρόπο με τον οποίο η επανάσταση της Industry 4.0 θα μπορούσε να συμβάλει στην αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων και να ξεκλειδώσει το δυναμικό της ανακατασκευής. Περιλαμβάνονται δύο μελέτες περίπτωσης για να παρουσιαστεί ενδεικτικά ο τρόπος με τον οποίο οι τεχνολογικοί παράγοντες της Industry 4.0 μπορούν να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα, την αξιοπιστία και την ψηφιοποίηση της διαδικασίας ανακατασκευής.
46	Gunjan Yadav, Sunil Luthra, Suresh Kumar Jakhar, Sachin Kumar Mangla, Dhiraj P. Rai	A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case	2023	Journal of Cleaner Production	Review	x				x	x	Προσδιορίζει και υπολογίζει τις βασικές προκλήσεις που εμποδίζουν την υιοθέτηση της βιώσιμης αλυσίδας εφοδιασμού στην αυτοκινητοβιομηχανία και προσδιορίζει λύσεις με χρήση της Industry 4.0 και της κυκλικής οικονομίας για την αποτελεσματική υιοθέτηση της βιώσιμης αλυσίδας εφοδιασμού στην αυτοκινητοβιομηχανία.
47	Ming-Lang Tseng, Raymond R. Tan, Anthony S.F. Chiu, Chen-Fu Chien, Tsai-Chi Kuo	Circular economy meets industry 4.0: Can big data drive industrial symbiosis?	2018	Resources, Conservation and Recycline	Article							Η δυνατότητα επέταξης της Κυκλικής Οικονομίας με την χρήση προηγμένων τεχνολογιών.
48	Sofia Freitas de Oliveira, António Lucas Soares	A Product Lifecycle Management (PLM) Vision for Circular Economy	2018	Collaboration in a Data Rich World	Book Chapter	x				x	x	Το έγγραφο προτείνει ένα όραμα, βασισμένο στην εξέλιξη της τεχνολογίας, για τη διαχείριση του κύκλου ζωής των προϊόντων με βάση την κυκλική οικονομία, έχοντας ως παράδειγμα την πορτογαλική βιομηχανία υποδημάτων.
49	Olha Melnyk, Natalia Horbal, Mariana Ruda, Włodzimierz Sroka	Assessing the implementation of the circular economy in the EU countries	2021	Scientiae Oeconomia	Article	x	x		x			Αναλύονται τα οφέλη της κυκλικής οικονομίας και η αποτελεσματικότητά των δραστηριοτήτων της στην ΕΕ και τις χώρες της, με έμφαση στα απόβλητα και τη διαχείριση της ανακύκλωσης.
50	Anna Avdiushchenko, Paweł Zaj	Circular Economy Indicators as a Supporting Tool for European Regional Development Policies	2022	Sustainability	Article	x					x	Τα υπάρχοντα εργαλεία παρακολούθησης είναι ανεπαρκή για την παρακολούθηση της προόδου της μετάβασης στην κυκλική οικονομία. Προτείνονται αρχές για το σχεδιασμό δεικτών ΚΟ, τύποι δεικτών, τα κύρια χαρακτηριστικά τους και πηγές για τη συλλογή δεδομένων. Παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης για την παρακολούθηση της προόδου της ΚΟ, εφαρμόζοντας τους προτεινόμενους δείκτες στην περιοχή Małopolska στη νότια Πολωνία.
51	Radostina A. Angelova, Daniela Sofronova, Kalin Hristov	The 3Rs concept applied in a textile case study	2023	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Article	x					x	Εξετάζει την εφαρμογή της έννοιας των 3R στον τομέα των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και της ένδυσης. Παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης για την δημιουργία ειδικής στήλης από χρησιμοποιούμενα υφάσματα και έδειξε πολύ καλή λειτουργικότητα.
52	Thomaida Polydorou, Nicholas Kyriakides, Kyriacos Neocleous, Diofantos Hadjimitsis	Use of quarry waste in concrete and cementitious mortars	2022	Handbook of Sustainable Concrete and Industrial Waste Management: Recycled and Artificial Aggregate, Innovative Eco-friendly Binders, and Life Cycle Assessment	Article							Η χρήση των αποβλήτων από λατομία στο ακορώδεμα και στο τοιμένο
53	Alan Murray, Keith Skene, Kathryn Haynes	The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context	2018	Journal of Business Ethics	Article	x						Παρακολουθεί τις εννοίες και την προέλευση της κυκλικής οικονομίας, διερευνώντας τις προγενέστερες εκδόχες της στην οικονομία και την οικολογία, και εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο η κυκλική οικονομία έχει τεθεί σε λειτουργία σε επιχειρήσεις και στην πολιτική.
54	Jens Bachmann, Xiaosu Yi, Konstantinos Tserpes, Carmen Sguazzo, Lucia Gratiela Barbu, Barbara Tse, Constantinos Soutis, Eric Ramon, Hector Linuesa and	Towards a Circular Economy in the Aviation Sector Using Eco-Composites for Interior and Secondary Structures. Results and Recommendations from the Recycling of Post-Consumer Packaging Materials into New	2021	Aerospace	Review	x						Αξιολογούνται διάφορα οικολογικά υλικά και τεχνολογίες για την πιθανή εφαρμογή τους στο εσωτερικό των αεροσκαφών και στις δευτερεύουσες σύνθετες δομές.
55	Roland Franz and Frank Welle	Food Packaging Applications – Critical Review of the European Approach and Future Perspectives	2022	Sustainability	Review	x		x				Παρουσιάζει μια εικόνα της αξιολόγησης των ανακυκλωμένων προϊόντων μετά την κατάλυση που εφαρμόζονται σε άμεση επαφή με τρόφιμα.
56	Ieva Kazulytė, Jolita Kruopienė	Production of Packaging from Recycled Materials: Challenges Related to Hazardous Substances	2021	Environmental Research, Engineering and Management	Article	x	x					Αναλύει ζητήματα που σχετίζονται με την παραγωγή συσκευασιών με τη χρήση υλικών από ανακυκλωμένες συσκευασίες αποβλήτων με έμφαση στην επίδραση των επικινδυνών ουσιών που μπορεί να περιέχουν τα απόβλητα και εξετάζει τα πιθανά προβλήματα στο πλαίσιο της εφαρμογής των αρχών της κυκλικής οικονομίας σύμφωνα με την τελευταία νομοθεσία της ΕΕ.
57	Ying-Ying Lai and Yuh-Ming Lee	Management strategy of plastic wastes in Taiwan	2022	Sustainable Environment Research	Article			x	x		x	Περιγράφει τη στρατηγική διαχείρισης των πλαστικών αποβλήτων στην Ταϊβάν που εξελίχθηκε με την πάροδο του χρόνου. Επιλέγονται τα κυριότερα σημεία των σχετικών προαποβλήτων (τα τέσσερα βασικά πράσινα σχέδια, μείωση στην πηγή, ενίσχυση της ανακύκλωσης, καθώς και κυκλοφορίες και ανακατασκευές). Μαζί με τις επιτυχημένες εμπειρίες στα νοικοκυριά και τις βιομηχανίες, η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση των πλαστικών αποβλήτων έχει επεκταθεί στους τομείς της γεωργίας και της αλιείας.
58	Canopoli L., Fidalgo B., Coulon F., Wagland S.T.	Physico-chemical properties of excavated plastic from landfill mining and current recycling routes	2021	Waste Management	Review	x	x					Αναλύονται οι επιπτώσεις της χημείας των χώρων υγειονομικής ταφής στην υποβάθμιση ή/και τη μόλυνση των πλαστικών αποβλήτων που έχουν εκκαφεί. Εξετάζεται επίσης διεξοδικά η σκοπιμότητα της χρήσης των εκκαμμένων πλαστικών αποβλήτων ως πρώτης ύλης για ανακύκλωση σε πολυμίξια χημικά ή υγρά καύσιμα μέσω βιοχημικής μετατροπής.
59	Ranta V., Aarikka-Stenroos L., Mäkinen S.J.	Creating value in the circular economy: A structured multiple-case analysis of business models	2018	Journal of Cleaner Production	Article	x	x				x	Εξετάζει δομικά τα επιχειρηματικά μοντέλα που χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις με γνώμονα την κυκλική οικονομία χρησιμοποιώντας τα θεμελιώδη στοιχεία του επιχειρηματικού μοντέλου της πρότασης αξίας, της δημιουργίας αξίας και της σύλληψης αξίας.
60	Eriksen M.K., Damgaard A., Boldrin A., Astrup T.F.	Quality Assessment and Circularity Potential of Recovery Systems for Household Plastic Waste	2019	Journal of Industrial Ecology	Article	x	x					Αυτή η μελέτη ορίζει ένα δυναμικό κυκλικότητας που ανταποκρίνεται την ικανότητα ενός συστήματος ανάκτησης να κλείνει τους βρόχους υλικών υποθέτοντας συνθήκες σταθερής αγοράς. Για να αξιολογηθεί σωστά η ικανότητα κλεισίματος των πλαστικών βρόχων μέσω της ανακύκλωσης, πρέπει να αξιολογηθούν τόσο οι ποσότητες όσο και οι ποιότητες των πλαστικών.
61	Faraca G., Martinez-Sanchez V., Astrup T.F.	Environmental life cycle cost assessment: Recycling of hard plastic waste collected at Danish recycling centres	2019	Resources, Conservation and Recycling	Article	x	x					Αποδεικνύεται ότι εάν επιτευχθεί υψηλή ποιότητα του ανακυκλωμένου πλαστικού, είναι δυνατή τόσο η εξοικονόμηση περιβάλλοντος όσο και τα οικονομικά έσοδα.
62	Bassi F., Dias J.G.	The use of circular economy practices in SMEs across the EU	2019	Resources, Conservation and Recycling	Article	x	x					Διερευνούνται οι πρακτικές κυκλικής οικονομίας των Μικρομεσαίων Επιχειρήσεων στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
63	Pérez V., Pérez V., Pascual A., Lebrero R., Muñoz, R.	Integrated innovative biorefinery for the transformation of municipal solid waste into biobased products	2020	Waste Biorefinery: Integrating Biorefineries for Waste Valorisation	Book Chapter	x			x			Αναλύεται ερευνητική πρωτοβουλία όπου αποτελεί το πρώτο ολοκληρωμένο βιοδιωτήριο για τη μετατροπή των αστικών στερεών αποβλήτων σε νέα βιοβασικά προϊόντα και μια πρωτοποριακή ιδέα για τη μετατροπή της σημερινής γραμμικής οικονομίας σε μια πιο κυκλική οικονομία στην Ευρωπαϊκή Ένωση.
64	Roithner C., Rechberger H.	Implementing the dimension of quality into the conventional quantitative definition of recycling rates	2020	Waste Management	Article	x	x					Σκοπεί στη δημιουργία ενός συμπληρωματικού δείκτη ανακύκλωσης που συνδυάζει ποσοτικές και ποιοτικές πτυχές της ανακύκλωσης σε ένα ενιαίο μέτρο και εφαρμόζεται σε μελέτη περίπτωσης.
65	Solis M., Silveira S.	Technologies for chemical recycling of household plastics – A technical review and TRL assessment	2023	Waste Management	Review	x	x					Το παρόν έγγραφο αξιολογεί τις διαθέσιμες τεχνολογίες χημικής ανακύκλωσης και προσδιορίζει τις πλέον κατάλληλες για την ανακύκλωση των οικιακών πλαστικών αποβλήτων.
66	Steenmans K., Malcolm R.	Transitioning towards circular systems: property rights in waste	2020	Journal of Property, Planning and Environmental Law	Article	x	x		x			Διερευνεί τον αντίκτυπο που μπορούν να έχουν τα δικαιώματα ιδιοκτησίας στην εφαρμογή οικονομικών κυκλικών διαχειρίσιμων αποβλήτων, στις οποίες τα απόβλητα επαναχρησιμοποιούνται, ανακυκλώνονται ή ανακτώνται, στο πλαίσιο της οδηγίας-πλαισίου για τα απόβλητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
67	Santillán-Saldivar J., Cimprich A., Shaikh N., Young S.B., Sonnemann G.	How recycling mitigates supply risks of critical raw materials: Extension of the geopolitical supply risk methodology applied to information and communication technologies in the European Union	2021	Resources, Conservation and Recycling	Article	x	x					Επεκτείνεται περαιτέρω η μέθοδος για να εξεταστούν οι δυνατότητες μείωσης του κινδύνου της εγχώριας ανακύκλωσης προωθώντας έτσι τη στρατηγική της κυκλικής οικονομίας για τη διαχείριση της κρισιμότητας των υλικών.



Διπλωματική Εργασία Κολιού Ραφαέλα Καλλιόπη

68	Chen Y., Awasthi A.K., Wei F., Tan Q., U.J.	Single-use plastics: Production, usage, disposal, and adverse impacts	2021	Science of the Total Environment	Review							Αναλύεται πώς τα περισσότερα πλαστικά μιας χρήσης καταλήγουν σε χώρους υγιειμονομής ταφής ή απορριζώνονται, γεγονός που προκαλεί ρύπανση, καταναλώνει πόλυμνη και σταπαλό περιορισμένους φυσικούς πόρους. Εξετάζεται η πρόταση από τα πλαστικά μιας χρήσης σε διάφορα περιβαλλοντικά μέτρα, όπως το έδαφος, τα πατάμια, τις άμμες και τους υακακούς σε όλο τον κόσμο.
69	Matthews C., Moran F., Jaiswal A.K.	A review on European Union's strategy for plastics in a circular economy and its impact on food safety	2021	Journal of Cleaner Production	Review	x						Διερευνάται τι γίνεται και τι μπορεί να γίνει για τον μεταρισμό των κινδύνων για την ασφάλεια των τροφίμων με ταυτόχρονη τήρηση της στρατηγικής της ΕΕ για τα πλαστικά.
70	Tenhunen-Lunkka A., Rommens T., Vanderreydt I., Mortensen L.	Greenhouse Gas Emission Reduction Potential of European Union's Circularity Related Targets for Plastics	2023	Circular Economy and Sustainability	Article							Σε αυτή τη μελέτη, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της τρέχουσας κυρίας γραμμικής αλυσίδας οξείας πλαστικών στην ΕΕ το 2018 και ένα μελλοντικό σενάριο, το μοντέλο το 2025. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι πιθανό να μειωθούν με τη μετάβαση σε ένα κυκλικό σύστημα. Ωστόσο, μια συστηματική και ολοκληρωμένη προοπτική για τα πλαστικά και τον κύκλο του άνθρακα δεν εφαρμόζεται σήμερα.
71	Mayer A., Haas W., Wiedenhofer D., NussP., Blengini G.A.	Measuring Progress towards a Circular Economy: A Monitoring Framework for Economy-wide Material Loop Closing in the EU28	2019	Journal of Industrial Ecology	Article	x						Προτείνεται ένα ολοκληρωμένο σύνολο δεικτών που μετρούν την κλίμακα και την κυκλικότητα των συνολικών ροών υλικών και αποβλήτων και το κοινωνικοοικονομικό και οικολογικό κλείσιμο των κύκλων τους.
72	DeWolf C., Hoxha E., Fivet C.	Comparison of environmental assessment methods when reusing building components: A case study	2020	Sustainable Cities and Society	Article	x	x					Συγκρίνει τις υπάρχουσες μεθοδολογίες για την ποσοτικοποίηση του δυναμικού υπερέρμησης του πλακίτη.
73	Larrain M., Van Passel S., Thomassen G., De Meester S., Billen P.	Techno-economic assessment of mechanical recycling of challenging post-consumer plastic packaging waste	2021	Resources, Conservation and Recycling	Article			x				Εξετάζεται η οικονομική απομύμτητα της εφαρμογής μηχανικής ανακύκλωσης για πλαστικά απόβλητα όπως πολυπροπυλένιο, πολυαιθυλένιο, μεμβράνες πολυαιθυλένιου και μεμβράνες πολυεθιλένης.
74	Huysveld S., Hubo S., Ragaert K., Dewulf J.	Advancing circular economy benefit indicators and application on open-loop recycling of mixed and contaminated plastic waste fractions	2022	Journal of Cleaner Production	Article	x	x					Στοχεύει στην πρόοθηση των υφιστάμενων δεικτών με την εισαγωγή βελτιωμένων εξισώσεων.
75	Foř J., Černý R.	Transition to circular economy in the construction industry: Environmental aspects of waste brick recycling scenarios	2023	Waste Management	Article	x	x					Στην παρούσα εργασία, αξιολογούνται οι δυνατότητες ανακύκλωσης των άχρηστων τοβλών από περιβαλλοντική άποψη, καθώς οι επιλογές ανακύκλωσης των άχρηστων τοβλών προσφέρουν ιδιαίτερη προσοχή λόγω του εφορολογισμού και της βελτιστοποίησης των ροών υλικών, συμπεριλαμβανομένης της μεταρπησης στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας σύμφωνα με τις δεσμεύσεις της ΕΕ.
76	Jacobi N., Haas W., Wiedenhofer D., Mayer A.	Providing an economy-wide monitoring framework for the circular economy in Austria: Status quo and challenges	2021	Resources, Conservation and Recycling	Article	x						Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της κυκλικότητας για το έτος 2014.
77	Eriksen M.K., Pivnenko K., Faraca G., Boldrin A., Astrup T.F.	Dynamic Material Flow Analysis of PET, PE, and PP Flows in Europe: Evaluation of the Potential for Circular Economy	2020	Environmental Science and Technology	Article	x						Αξιολογεί τη δυναμική κυκλικότητα των ροών PET, PE και PP στην Ευρώπη με βάση τη δυναμική ανάλυση ροής υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τη διάρκεια ζωής των προϊόντων, τους ρυθμούς αύξησης της ζήτησης και τη μείωση της ποιότητας του ανακυκλωμένου πλαστικού.
78	Smol M., Avdiushchenko A., Kulczycka J., Nowaczek A.	Public awareness of circular economy in southern Poland: Case of the Malopolska region	2018	Journal of Cleaner Production	Article	x						Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας αξιολόγησης της ευαισθητοποίησης και της στάσης του κοινού σχετικά με την κυκλική οικονομία στην περιοχή Malopolska της νότιας Πολωνίας.
79	Gala A., Guerrero M., Serra J.M.	Characterization of post-consumer plastic film waste from mixed MSW in Spain: A key point for the successful implementation of sustainable plastic waste management strategies	2020	Waste Management	Article		x	x				Παρέχει έναν πλήρη χαρακτηρισμό των μετακαταναλωτικών πλαστικών μεμβρανών που ανακτώνται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας σύμμεκτων αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) στην Ισπανία.
80	Neves S.A., Marques A.C.	Drivers and barriers in the transition from a linear economy to a circular economy	2022	Journal of Cleaner Production	Article	x						Αναλύονται οι οδηγίες και τα εμπόδια αυτής της προσπάθειας προς τη κυκλική οικονομία και να παρέχεται καθοδήγηση για αποτελεσματικές πολιτικές για την επίτευξη της μετάβασης σε αυτήν.
81	Andreas Bassi S., Boldrin A., Faraca G., Astrup T.F.	Extended producer responsibility: How to unlock the environmental and economic potential of plastic packaging waste?	2020	Resources, Conservation and Recycling	Article		x	x				Προσφέρει ποσ σχετικά με τα πλαστικά απόβλητα, που εκτινόνται από τα σκουπίδια, το υψηλό κόστος συλλογής και τα χαμηλά ποσοστά ανακύκλωσης.
82	Flynn A., Hacking N.	Setting standards for a circular economy: A challenge too far for neoliberal environmental governance?	2019	Journal of Cleaner Production	Article	x						Δίνεται σημασία για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η κυκλική οικονομία εννοιοιολογείται σε διάφορες κλίμακες και του τρόπου με τον οποίο η νεοφιλελεύθερη περιβαλλοντική διακυβέρνηση μπορεί να βοηθήσει ή να εμποδίσει την ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας.
83	Triguero A., Cuerva M.C., Sáez-Martínez F.J.	Closing the loop through eco-innovation by European firms: Circular economy for sustainable development	2022	Business Strategy and the Environment	Article	x	x					Αναλύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση περιβαλλοντικών καινοτομιών προς μια κυκλική οικονομία από τις επιχειρήσεις της ΕΕ, με ιδιαίτερη έμφαση στις τεχνολογικές δυνατότητες και την εσωτερική υποστήριξη.
84	Moreno-Mondéjar L., Triguero A., Cuerva M.C.	Exploring the association between circular economy strategies and green jobs in European companies	2021	Journal of Environmental Management	Article	x	x					Επικεντρώνεται στη συσχέτιση μεταξύ της πιθανότητας και του αριθμού των πράσινων θέσεων εργασίας σε επίπεδο επιχείρησης και των στρατηγικών κυκλικής οικονομίας που σχετίζονται με την προώθηση AR (μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και επαναεξοικονομική) που εφαρμόζονται οι επιχειρήσεις που εδρεύουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση.
85	Galati A., Alaimo L.S., Ciccio T., Vrontis D., Fiore M.	Plastic or not plastic? That's the problem: analysing the Italian students purchasing behavior of mineral water bottles made with eco-friendly packaging	2022	Resources, Conservation and Recycling	Article	x	x					Παρέχονται πληροφορίες για τους υπεύθυνους χρήσης πολιτικής προς την κατεύθυνση της διαμόρφωσης ευνοϊκών πολιτικών για την αύξηση των βιωσιμων διαδικασιών των επιχειρήσεων και της πράσινης καταναλώσεως των καταναλωτών από πλαίσιο κυκλικών μοντέλων.
86	Traven L., Kegalj I., Šebelj I.	Management of municipal solid waste in Croatia: Analysis of current practices with performance benchmarking against other European Union member states	2018	Waste Management and Research	Article	x		x				Επισημαίνει ότι η παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων έχει αυξηθεί σταθερά τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Αν και η Κροατία παράγει σχετικά χαμηλή ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων σε σύγκριση με άλλες χώρες της ΕΕ και τους μέσους όρους της ΕΕ, η παραγωγή αποβλήτων προσαρμοσμένη στο ακαθάρτο εγχείρημα προϊόν αποκαλύπτει ότι για κάθε ευρώ ακαθάρτου εγχείρημα προϊόντος η Κροατία παράγει σημαντικές ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων.
87	Austin A., Rahman I.U.	A triple helix of market failures: Financing the 3Rs of the circular economy in European SMEs	2022	Journal of Cleaner Production	Article	x						Η εργασία συμβάλλει στη βιβλιογραφία παρέχοντας μια εμπειρική ανάλυση των διαφόρων μορφών χρηματοδότησης, συμπεριλαμβανομένων των νέων μέσων, δηλαδή της χρηματοδότησης από το πλίκος και της χρηματοδότησης από την κεφαλαγορά. Επαυλόν, η έρευνα συμβάλλει υποθέτοντας και ενθαρρύνοντας τη συζήτηση σχετικά με τις εννοιασμένες κοινωνικο-θεσμικές διαφορές μεταξύ των χωρών. Η μελέτη ομαδοποιεί τις ευρωπαϊκές χώρες σε ηγέτες, εκτελεστές και αιμαλιωτούς χρηματοπιστωτών του θετικού περιβαλλοντικού καινοτομικών που μετρά ως υποσυστάσιμο μέτρο την υποσείση περιφερειακή τεργονένια- σύνορα περιβαλλοντικών καινοτομιών - για την υποστήριξη δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία.
88	Lopez-Agullar J.F., Sevigné-Itoiz E., Maspocho M.L., Peña J.	A realistic material flow analysis for end-of-life plastic packaging management in Spain: Data gaps and suggestions for improvements towards effective recyclability	2022	Sustainable Production and Consumption	Article	x	x					Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ροής υλικών των πλαστικών συσκευασιών για να προσδιοριστεί η τρέχουσα κατάσταση και η απόδοση της συλλογής αποβλήτων και της ανακυκλωσιμότητας σε σχέση με τους στόχους κυκλικότητας που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση.
89	Agnusdei G.P., Gnoni M.G., Sgarbossa F.	Are deposit-refund systems effective in managing glass packaging? State of the art and future directions in Europe	2022	Science of the Total Environment	Article	x	x	x				Τα πιο συνηθισμένα συστήματα συλλογής είναι τα συστήματα επιστροφής χρημάτων, η χωριστή συλλογή σε κάδους απόρριψης και η συνδυασμένη συλλογή με τα απόβλητα ελαφρών συσκευασιών. Μέχρι το τέλος του 2035, τουλάχιστον το 65 % των αποβλήτων γυάλινων συσκευασιών πρέπει να προετοιμάζεται για επαναχρησιμοποίηση ή/και ανακύκλωση εντός των κρατών μελών της ΕΕ και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να υιοθετηθούν κατάλληλες πολιτικές και λύσεις για την επίτευξη αυτού του στόχου. Υπό αυτή την έννοια, η παρούσα μελέτη έχει ως στόχο να επαληθεύσει κατά πόσο τα συστήματα κατάθεσης-επιστροφής και οι διαφορετικές διαμορφώσεις τους επηρεάζουν τη μείωση των αποβλήτων γυάλινων συσκευασιών και την ανακύκλωση/ανάκτηση.
90	Yhdego M.	The Circular Economy in Tanzania: A Self-referential System	2021	Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective	Book Chapter	x	x	x				Παρουσιάζονται, συζητάται και αναλύεται η Κυκλική Οικονομία στην Τανζανία, εστιάζοντας στη διαχείριση απορριμμάτων, ιδίως σε οργανικά, πλαστικά και γεωργικά τύπου αποβλήτων.
91	Zerbino P., Stefanini A., Alaini D., Dulmin R., Minnino V.	Curling linearity into circularity: The benefits of formal scavenging in closed-loop settings	2021	International Journal of Production Economics	Article	x		x		x		Η επιστημονική βιβλιογραφία δεν έχει διερευνήσει εμπειρικά τον τρόπο με τον οποίο τα επίσημα απορριμματοφόρα μπορούν να ωφεληθούν τις επιχειρήσεις που αποσφαλώνουν να τα εμπλέξουν στη διαδικασία σύναψης δημοσίων συμβάσεων. Για να γίνει αυτό, αναπτύχθηκε μια μελέτη περίπτωσης σε μια ιταλική επιχείρηση χαρτοπολτού και χαρτί που λειτουργεί σε περιβάλλον κλειστού κύκλου υλικών και η οποία εννοιασμένα είναι επίσημα απορριμματοφόρο στη δική της επιχείρηση για να προσφοριστεί το εργασιότατο χαρτί της - ένα από τα μεγαλύτερα στην Ευρώπη.
92	Bishop G., Styles D., Lens P.N.L.	Recycling of European plastic is a pathway for plastic debris in the ocean	2020	Environment International	Article	x	x					Η μελέτη αυτή εννοιασμένα δεδομένα σχετικά με τις ροές αποβλήτων πολυαιθυλενίου για τη μοντελοποίηση της πορείας του που ελάγεται για ανακύκλωση από την Ευρώπη. Φαίνεται η θετική σχέση μεταξύ του ποσοστού του πολυαιθυλενίου που ελάγεται από την Ευρώπη και του ποσοστού των ελαφρών υλικών που δυναμικά καταλήγουν ως υακάνια απορριμμάτων.
93	Garbarino E., OrvellonG., Saveyn H.G.M.	Management of waste from extractive industries: The new European reference document on the Best Available Techniques Why pledges alone will not get plastic recycled: Comparing recycle production and anticipated demand	2023	Resources Policy	Article			x				Υποστηρίζεται η συνεχής μάθηση και οι διεθνείς εελλείψεις στον τομέα της διαχείρισης των ερυκτικών αποβλήτων και των σχετικών βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών.
94	Kahler S., Bening C.R.	Resources, Conservation and Recycling	2022	Resources, Conservation and Recycling	Article	x	x					Αναλύεται η τρέχουσα ροή του τερεφθαλικού πολυαιθυλενίου (PET) από την παραγωγή στην ανακύκλωση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ).



Διπλωματική Εργασία Κολιού Ραφαέλα Καλλιόπη

Απορρίπτονται	95	Abbar Hussain, Vitali Podgursky, Maksim Antonov, Mart Viljus and Dmitri Goljandin	TiCN coating tribology for the circular economy of textile industries	2021	Journal of Industrial Textiles	Article	x						Αναφέρονται διάφορες δοκιμές σχετικά με χρήση ανακυκλωμένων υφασμάτων και τις τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν
	96	Jurand D. Bień, Beata Bień	Thermal sewage sludge utilization in Poland in the context of circular economy	2020	Desalination and Water Treatment	Article	x						παρουσιάζει την κατάσταση στις πολωνικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στις οποίες έχει ενεργοποιηθεί η θερμική επεξεργασία από την άποψη την προετοιμασία για την εφαρμογή των κανόνων που απορρέουν από το σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία.
	97	Pekka Myllymäki, Janne Pesonen, Emma-Tuulia Nurmesniemi, Henrik Romar, Pekka Tynjälä, Tao Hu, Ulla Lassi	The Use of Industrial Waste Materials for the Simultaneous Removal of Ammonium Nitrogen and Phosphate from the Anaerobic Digestion Reject Water	2019	Waste and Biomass Valorization	Article							Εξετάζεται κατά πόσον τα βιομηχανικά απόβλητα (τέφρα πυριτίδας και πυριωμένη υλός χαρτοβιομηχανίας) θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως χημικές ουσίες καταβίωσης χημιού κόστους στην ταυτόχρονη απομάκρυνση αζώτου αμμωνίου και φωσφορικών αλάτων από το νερό απόρριψης, και κατά πόσον το ίδιο θα μπορούσε να είναι κατάλληλο για χρήση ως λιπάσμα.
	98	Pekka Myllymäki, Janne Pesonen, Emma-Tuulia Nurmesniemi, Henrik Romar, Pekka Tynjälä, Tao Hu, Ulla Lassi	The use of calcined paper mill sludge as a chemical precipitant in the simultaneous removal of ammonium and phosphate – paper mill waste recycling and reuse	2020	Desalination and Water Treatment	Article		x					Χρήση βιομηχανικών αποβλήτων ως δευτερογενής πρώτες ύλες και επενδύονται στη χαρτοβιομηχανία
	99	Pekka Myllymäki, Janne Pesonen, Emma-Tuulia Nurmesniemi, Henrik Romar, Pekka Tynjälä, Tao Hu, Ulla Lassi	The Use of Ca- and Mg-Rich Fly Ash as a Chemical Precipitant in the Simultaneous Removal of Nitrogen and Phosphorus—Recycling and Reuse	2019	Recycling	Article		x					Αποδεικνύεται για πρώτη φορά ότι η υπέρμετρη τέφρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ανακυκλωμένων λιπασμάτων βραδείας αποδόσεως από αναερόβια χυμωμένα υπολείμματα.
	100	Francisco José Castillo-Díaz, Luis Jesús Belmonte-Ureña, Francisco Camacho-Ferre and Julio César Tello-Marquina	The Management of Agricultural Plastic Waste in the Framework of Circular Economy. Case of the Almería Greenhouse (Spain)	2021	International Journal of Environmental Research and Public Health	Article	x						Ο όγκος των πλαστικών αποβλήτων από την εντατική γεωργία στην Αλμερία αυξάνεται συνεχώς και προτείνεται ότι το σημαντικό σύστημα διαχείρισης δεν ανταποκρίνεται στην ανάγκες του τομέα. Παρόλο που παρουσιάζει μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας, Επιπλέον, αναφέρεται μια άμεση σχέση μεταξύ της τιμής των πρώτων υλών που απαιτούνται για την παραγωγή πλαστικών και του όγκου των ανακυκλωμένων πλαστικών.
	101	Halyňa Kominko, Katarzyna Gorazda, Zbigniew Wzorek, Katarzyna Wojtas	Sustainable Management of Sewage Sludge for the Production of Organo-Mineral Fertilizers	2018	Waste Biomass Valor	Review	x						Παρουσιάζεται μια μέθοδος για οργανικά-ορυκτά λιπάσματα προσαρμογής με βάση τη λύση.
	102	Manuel Uche-Soria and Carlos Rodríguez-Monroy	Solutions to Marine Pollution in Canary Islands' Ports: Alternatives and Optimization of Energy Management	2019	Resources	Article	x						Αναλύονται οι ιδιαιτερότητες των νησιών σε σχέση με τους γεωγραφικούς περιορισμούς που τα καθιστούν αδύναμα ενεργειακά. Η προτεινόμενη λύση για την επίλυση των σημερινών προβλημάτων και την επίτευξη μιας ζώνης μηδενικών αποβλήτων έχει δύο κύριες φάσεις: η πρώτη, κατά την οποία γίνεται επεξεργασία των στερεών αποβλήτων και ένα μέρος τους ανακυκλώνεται, και η δεύτερη, η οποία συνίσταται στην ανάκτηση της ενέργειας από καύσιμα.
	103	Damayanti Damayanti, Latasya Adelia Wulandari, Adhanto Bagaskoro, Aditya Rianjano and Ho-Shing Wu	Possibility Routes for Textile Recycling Technology	2021	Polymers	Review		x			x		Το παρόν έγγραφο παρέχει μια επισκόπηση της κατάστασης των σχετικά με τους διάφορους τύπους τεχνολογιών ανακύκλωσης κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, καθώς και τις τρέουσες προκλήσεις τους, και τους περιορισμούς τους. Οι κρίσιμες παράμετροι που καθορίζουν την απόδοση της ανακύκλωσης συνοψίζονται και συζητούνται και επενδύονται στις τρέουσες προκλήσεις της μηχανικής και χημικής ανακύκλωσης (πυρόλυση, ενζυμική υδρόλυση, υδροθερμική, αμμωνιάση και γλυκόλυση).
	104	Auxi Barbedo, Angélica Lozano-Lunar, Antonio López-Uceda, Adela P. Galvín and Jesús Ayuso	Photocatalytic Recycled Mortars: Circular Economy as a Solution for Decontamination	2020	Applied Sciences	Article		x					Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στη μελέτη της απολυμαντικής συμπεριφοράς των κονιαμάτων που κατασκευάζονται με τη μέγιστη ποσότητα αναμειγμένης ανακυκλωμένης άμμου χωρίς να επηρεάζονται οι μηχανικές ιδιότητες ή η αντοχή τους.
	105	Henning Friegge, Barbara Zeschmar-Lahl and Andreas Borgmann	Managing Cd Containing Waste— Caught by the Past, the Circular Economy Needs New Answers	2021	Recycling	Article	x						αθώς η ανακύκλωση των προϊόντων μετά τη χρήση είναι επίσης ευαίσθητη σε επικίνδυνες ενώσεις και υλικά που περιέχονται σε αυτά τα ρεύματα αποβλήτων, τίθεται το ερώτημα πώς μπορούν οι επικίνδυνες χημικές ουσίες ή τα υλικά στα αντίστοιχα προϊόντα να επηρεάζουν την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση.
	106	Andrea Taffuri, Alessandro Sciollo, Arnaud Diemer and Claudiu Eduard Nedelciu	Integrating Circular Bioeconomy and Urban Dynamics to Define an Innovative Management of Bio-Waste: The Study Case of Turin	2021	Sustainability	Article	x		x		x		Το παρόν έγγραφο αναλύει τις δυνατότητες του παραδείγματος της κυκλικής βιοοικονομίας για τη βελτίωση της επεξεργασίας του οργανικού κλάσματος των αστικών στερεών αποβλήτων λαμβάνοντας ως μελέτη περίπτωσης τη μητροπολιτική πόλη του Τορίνο. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η σημερινή χρήση του οργανικού κλάσματος των αστικών στερεών αποβλήτων της πόλης του Τορίνο είναι ανεπαρκής σε σχέση με τις ανάγκες επεξεργασίας και, κυρίως, ανεπαρκής για τις μελλοντικές τάσεις της ζήτησης.
	107	Manfredi Saelli, Luciano Senff, David Maria Tobaldi, Giada La Scalia, Maria Paula Seabra and João Antonio Labrincha	Innovative Recycling of Lime Slaker Grits from Paper-Pulp Industry Reused as Aggregate in Ambient Cured Biomass Fly Ash-Based Geopolymers for Sustainable Construction Material	2022	Sustainability	Article		x					Διερευνάται ένας εναλλακτικός και καινοτόμος τρόπος ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων τριμματος ασβέστη και υπέρμετρη τέφρας βιομάζας στην παραγωγή πράσινων εσωποκατασκευών που προορίζονται για εφαρμογή στον κατασκευαστικό κλάδο.
	108	Tuomo Eskelinen, Oswald Sydd, Miika Kajanus, David Fernández Gutiérrez, Miguel Mitsou, José M. Soriano Disla, Manuel Vals Sevilla and Johan Ib Hansen	Fortifying Social Acceptance When Designing Circular Economy Business Models on Biowaste Related Products	2022	Sustainability	Article	x						Με τη συμμετοχή πολιτών, καταναλωτών, παραγωγών και υπεύθυνων χάριτες πολιτικής. Παρέχονται πληροφορίες σχετικά με το τι είναι σημαντικό για την κοινωνική αποδοχή των νέων πρωτεϊνικών πηγών ως τρόφιμα, ζωοτροφές και ανακυκλωμένα λιπάσματα από βιολογικά απόβλητα στην πόλη Murcia και Kalundborg.
	109	Konstantinos Papamonioudis and Anastasia Zabaniotou	Exploring Greek Citizens' Circular Thinking on Food Waste Recycling in a Circular Economy—A Survey-Based Investigation	2022	Energies	Article	x						Παρουσιάζεται συνοπτικά το πολύπλοκο πρόβλημα της στατάλης τροφίμων και η εθνική πολιτική της κυκλικής οικονομίας.
110	Rajaratnam Nithya, Chandrasekaran Sivaskari, Arunachalam Thirunavukkarasu	Electronic waste generation, regulation and metal recovery: a review	2023	Environmental Chemistry Letters	Review		x					Επανεξετάζεται η παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων, οι πολιτικές και οι μέθοδοι ανακύκλωσης.	
111	David Llopis-Castelló, Carlos Alonso-Troyano, Pablo Alvarez-Troncoso, Aida Marzà-Beltrán and Alfredo García	Design of Sustainable Asphalt Mixtures for Bike Lanes Using RAP and Ceramic Waste as Substitutes for Natural Aggregates	2022	Sustainability	Article	x		x				Οι μελέτες για τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών για την κατασκευή ποδηλατοδρόμων είναι ελάχιστες. Διερευνάται η συμπεριφορά ασφαλτομεμάτων με υψηλά ποσοστά αντικατάστασης ανακυκλωμένων υλικών-ανακυκλωμένης ασφάλτου οδοστρώματος και κεραμικών αποβλήτων από φυσικά αδρανή για την κατασκευή ποδηλατοδρόμων.	
112	Francesco Colangelo, Tomás Gómez Navarro, Ilenia Farina, Antonella Petrillo	Comparative LCA of concrete with recycled aggregates: a circular economy mindset in Europe	2020	The International Journal of Life Cycle Assessment	Article	x		x				Αναλύονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του σκυροδέματος με ανακυκλωμένα αδρανή και με γεωπολυμερή μείγματα. Προτείνεται μια συγκριτική αξιολόγηση του κύκλου ζωής του σκυροδέματος με ανακυκλωμένα αδρανή στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής πολιτικής.	
113	Christian Kabbe	Circular Economy Bridging the Gap Between Phosphorus Recovery and Recycling	2018	Environment	Book Chapter							Επικεντρώνεται σε υλικά που περιέχουν ορυκτό φώσφορο που αναντικνύονται από λύματα. Συζητά νομικές πτυχές και ευκαιρίες αγοράς σχετικά με την αξιοποίηση τους στην Ευρώπη.	
114	Roman REGULSKI, Dorota CZARNECKA-KOMOROWSKA, Cezary JĘDRYCZKA, Dariusz SĘDZIAK, Dominik RYBARCZYK, Krzysztof NETTER, Mariusz BARAŃSKI and Mateusz BARCZEWSKI	Automated test bench for research on electrostatic separation in plastic recycling application	2021	TECHNICAL SCIENCES,	Article		x					Παρουσιάζει την έννοια της ενός ηλεκτροστατικού διαχωριστή που σχεδιάστηκε ως δοκιμαστικός χώρος αφιερωμένος στο διαχωρισμό μικτών πλαστικών αποβλήτων από την αυτοκινητοβιομηχανία.	
115	Daniel Chiriță, Simona Istrățeanu, Gheorghe I. Gheorghiu, Valentina Băjenaru	Aspects Related to Current Recycling Methods and Trends in Implementing the Principles of the Circular Economy for Lithium-Ion Batteries	2021	International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics	Article	x						Αναλύονται οι πληροφορίες που σχετίζονται με τις τρέουσες μεθόδους ανακύκλωσης και τις τάσεις εφαρμογής των αρχών της κυκλικής οικονομίας για τις μπαταρίες ιόντων λιθίου	



Διπλωματική Εργασία Κολιού Ραφαέλα Καλλιόπη

Απορρίπτονται	116	Chiara Giouse, Daniele Marchese, Matteo Cavalletti, Robertino Isidori, Massimo Conti, Simone Orcioni, Maria Letizia Ruello and Pierluigi Stipa	An Exploratory Study of the Policies and Legislative Perspectives on the End-of-Life of Lithium-ion Batteries from the Perspective of Producer Obligation	2021	Sustainability	Article		x										H παρούσα μελέτη διερευνά τις τρέχουσες νομοθετικές πιτυχές, την κύρια προοπτική από την πλευρά του παραγωγού, καθώς και τη δυνατότητα να εξασφαλιστεί η ορθή ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων μπαταριών ιόντων λιθίου
	117	M. Shahabuddin, M. Nur Uddin, J. Chowdhury, S. F. Ahmed, M. N. Uddin, M. Motjur, M. A. Uddin	A review of the recent development, challenges, and opportunities of electronic waste (e-waste)	2022	International Journal of Environmental Science and Technology	Review	x	x										Εξετάζονται οι πρόσφατες εξελίξεις οι προκλήσεις και οι προοπτικές των ηλεκτρονικών αποβλήτων (e-waste). Αναφέρονται συνοπτικά διάφορες πιτυχές των ηλεκτρονικών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της συλλογής, της προεπεξεργασίας και της ανακύκλωσης.
	118	Daniel Maga, Markus Hiebel and Venkat Aryan	A Comparative Life Cycle Assessment of Meat Trays Made of Various Packaging Materials	2019	Sustainability	Article	x	x										Να κατανοηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διαφόρων λύσεων για τη συσκευασία κρέατος σε δίσκους, πραγματοποιήθηκε συγκριτική περιβαλλοντική αξιολόγηση.
	119	Gálvez-Martos J. L., Styles D., Schoenberger H., Zeschmar-Lahl B.	Construction and demolition waste best management practice in Europe	2021	Resources, Conservation and Recycling	Article	x											Συνθέτει τις βασικές αρχές και τις συνδεδεμένες βέλτιστες πρακτικές για τη διαχείριση των αποβλήτων κατασκευών και καταδαφίσεων σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας των κατασκευών.
	120	Qureshi M.S., Oasoma A., Pihkola H., Pohjakallio M., Laine-Vuoljo J.	Pyrolysis of plastic waste: Opportunities and challenges	2020	Journal of Analytical and Applied Pyrolysis,	Article			x									Η πυρόλυση προσφέρει μια περιβαλλοντικά ορθή εναλλακτική λύση στην αποτέφρωση και την αναποτελεσματική υγειονομική ταφή. Επί του παρόντος, οι κύριες προκλήσεις για την πυρόλυση των πλαστικών αποβλήτων είναι η μη διαθεσιμότητα και η ασαφής ποιότητα της πρώτης ύλης, η αναποτελεσματική και ως εκ τούτου δαπανηρή διάλυση, οι ανώμαλες αγορές που αναφέρονται στην έλλειψη τυποποιημένων προϊόντων και οι ασαφείς κανονισμοί γύρω από τη διαχείριση των πλαστικών αποβλήτων.
	121	Platnieks O., Barkane A., Ijudina N., Thakur V.K., Gaidukovs S.	Sustainable tetra pak recycled cellulose / Poly(Butylene succinate) based woody-like composites for a circular economy	2020	Journal of Cleaner Production	Article			x									Σταθείς στη διερεύνηση της ανακυκλωμένης κυτταρίνης (tCell) που έχει διαχωριστεί από το πολυπροπυλένιο και το αλουμίνιο στη βιομηχανική μονάδα επεξεργασίας ως δομικό πληρωτικό υλικό για λειτουργικά βιοσύνθετα υλικά.
	122	Adu C., Jolly M., Thakur V.K.	Exploring new horizons for paper recycling: A review of biomaterials and bio refinery feedstocks derived from wastepaper	2018	Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry	Review	x	x										Παράδειγμα της κυκλικής οικονομίας στην Ευρώπη καθώς δημιουργούνται σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη και πόρους πρώτων υλών για τη βιομηχανία. I Περιγράφεται η φιλοδοξία ρηρή του απορριπόμενου μέρους για εφαρμογές υψηλής αξίας, όπως η παραγωγή ναυκοσταθίων κυτταρίνης, η ενίσχυση σύνθετων υλικών, ηλεκτρικά εξαρτήματα υψηλής απόδοσης και βιοκαύσιμα.
	123	Moreno-Juez J., Vegas J.J., Frías Rojas M., Vigil de la Villa R., Guede-Vázquez E.	Laboratory-scale study and semi-industrial validation of viability of inorganic CDW fine fractions as SCMs in blended cements	2021	Construction and Building Materials	Article												Η βιομηχανία τομέων αποτελούν στρατηγικές προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για την κυκλικότητα της ροής των αποβλήτων κατασκευών και κατεδάφισης της Ευρώπης (CDW) με σκοπό τη μείωση των εκπομπών CO2. Αναλύονται case studies
	124	Tsochatzis E.D., Lopes J.A., Corredig M.	Chemical testing of mechanically recycled polyethylene terephthalate for food packaging in the European Union	2022	Resources Conservation and Recycling	Review												Χημικές δοκιμές μηχανικά ανακυκλωμένου τερεφθαλικού πολυαιθυλενίου για συσκευασία τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση
	125	Saell M., Senff L., Tobaldi D.M., Seabra M.P., Labrincha J.A.	Innovative recycling of lime slaker grits from paper-pulp industry reused as aggregate in ambient cured biomass fly ash-based geopolymers for sustainable construction material	2019	Sustainability	Article	x	x										Οι κόκκοι και η ιπταμένη τέφρα από βιομάζα είναι στερεά απόβλητα που παράγονται από τη βιομηχανία τρυπηματού και απαρτίσματα συνήθως σε χύδους υγειονομικής ταφής. Διερευνείται ένας εναλλακτικός και καινοτόμος τρόπος ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης αυτών των αποβλήτων για την παραγωγή πράσινων γεωπολυμερικών κοσμημάτων που προορίζονται για εφαρμογή στην κατασκευαστική βιομηχανία.
	126	Umeda Y., Kitagawa K., Hirose Y., Sakai Y., Ohta M.	Potential impacts of the European Union's circular economy policy on Japanese manufacturers	2023	International Journal of Automation Technology	Article			x									Ανάλυση της πολιτικής της ΕΕ για την κυκλική οικονομία και των πιθανών επιπτώσεών της στην ιαπωνική μεταποιητική βιομηχανία (ως αντιπροσωπευτική μεταποιητική βιομηχανία εκτός ΕΕ).